

# INFORME TÉCNICO

ISA-06

Resultados de los muestreos de agua en fuentes para consumo humano del  
Cantón de Matina

Programa Infantes y Salud Ambiental  
Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas

[www.isa.una.ac.cr](http://www.isa.una.ac.cr)

Berna van Wendel de Joode

Rosario Quesada

Universidad Nacional

2018





**CONTENIDO**

Índice figuras .....	3
Contexto de este proyecto .....	6
Resumen .....	7
¿Por qué el muestreo de agua? .....	8
ETU .....	8
Manganeso .....	8
Metales .....	8
¿Qué hicimos? .....	9
Las actividades que realizamos para el muestreo de agua .....	9
¿Qué encontramos? .....	13
1. Sistemas del Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AyA) .....	13
Los tres sistemas de agua juntos .....	13
Sistema de agua 1 .....	16
Sistema de agua 2 .....	17
Sistema de agua 3 .....	20
2. Asociaciones administradoras de los sistemas de Acueductos comunales (ASADAS) .....	21
ASADA Barbilla .....	24
ASADA B Line .....	25
ASADA Boston .....	26
ASADA Bristol/Baltimore .....	27
ASADA Corina .....	28
ASADA Larga Distancia .....	29
ASADA Sahara .....	32
ASADA Venecia .....	33
ASADA Zent .....	35
3. Comité administrador de acueducto rural (CAAR) La Esperanza .....	36
4. Otras fuentes .....	37
Pozos privados de fincas bananeras .....	37
Conexión a río o naciente .....	39
Pozos artesanales privados .....	44
Agua de lluvia .....	61
Agua distribuida por cisterna .....	62
¿Qué nos dicen estos resultados? .....	63
¿Qué recomendamos? .....	64
Anexos .....	65
Anexo 1. Resultados de laboratorio .....	65
Anexo 2. Informe Técnico ISA-03: "Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en la Comunidad de 4 Millas de Matina. Limón" .....	69
Referencias .....	70



IRET



## INDICE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los lugares donde se tomaron las muestras de agua para consumo humano dentro del cantón de Matina.....	10
Figura 2. Muestras de agua con niveles de ETU detectable (0.16 µg/L) y no detectable (<0.15 µg/L), para los tres Sistemas de Agua del AyA. ....	13
Figura 3. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L), para los tres Sistemas de Agua del AyA. ....	14
Figura 4. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido (>300 µg/L), para los tres Sistemas de Agua del AyA. ....	15
Figura 5. Tubo de agua de AyA, a) Comunidad El Jardín, Bataan; b) Comunidad Davao, Bataan. ....	16
Figura 6. Tanques AyA, Matina.....	17
Figura 7. Muestras de agua con niveles de ETU detectable (0.16) y no detectable (<0.15), para el Sistema de Aguas 2 del AyA.....	18
Figura 8. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L), para el Sistema de Agua 2 del AyA.....	19
Figura 9. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido (>300 µg/L), para el Sistema de Agua 2 del AyA.....	19
Figura 10. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L), para las ASADAS. ....	22
Figura 11. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido (>300 µg/L), para las ASADAS.....	22
Figura 12. Muestras de agua con niveles de arsénico por encima de lo máximo permitido (>10 µg/L), para las ASADAS.....	23
Figura 13. Tanque de Agua, ASADA B-line.....	25
Figura 14. Oficinas ASADA de Larga Distancia. ....	29
Figura 15. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L), para la ASADA de Larga Distancia. ....	30
Figura 16. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido (>300 µg/L), para la ASADA de Larga Distancia. ....	30



Figura 17. Muestras de agua con niveles de arsénico por encima de lo máximo permitido (>10 µg/L), para la ASADA de Larga Distancia. ....	31
Figura 18. Pozo de la ASADA de Venecia. ....	33
Figura 19. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L), para la ASADA de Venecia. ....	34
Figura 20. Muestras de agua con niveles de ETU detectable (0.25 µg/L) y no detectable (<0.15 µg/L), para la ASADA de Zent. ....	35
Figura 21. Muestras de agua con niveles de ETU detectable (0.20 µg/L) y no detectable (<0.15 µg/L), para la comunidad de San Miguel. ....	41
Figura 22. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido (>300 µg/L), para la comunidad de Espabel. ....	43
Figura 23. Muestras de agua con niveles de ETU detectable (≥0.15 µg/L) y no detectable (<0.15µg/L), para los pozos artesanales privados. ....	44
Figura 24. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L) y por encima del máximo permitido (≥500 µg/L), para los pozos artesanales privados. ....	45
Figura 25. Muestras de agua con niveles de hierro por encima del máximo permitido (>300 µg/L), para los pozos artesanales privados. ....	46
Figura 26. Pozo artesanal privado de la comunidad de Bananita. ....	47
Figura 27. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L) y por encima del máximo permitido (>500 µg/L), para los pozos artesanales privados muestreados de la comunidad de Goshen. ....	49
Figura 28. Muestras de agua con niveles de hierro por encima del máximo permitido (>300 µg/L), para los pozos artesanales privados muestreados de la comunidad de Goshen. ....	50
Figura 29. Pozo artesanal privado en la comunidad de Goshen. ....	50
Figura 30. Pozo artesanal privado de la comunidad de 23 Millas. ....	52
Figura 31. Muestras de agua con niveles de ETU detectable (0.19 µg/L) y no detectable (<0.15µg/L), para los pozos artesanales privados muestreados en la comunidad de Luzón. ....	53
Figura 32. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L), para los pozos artesanales privados de la comunidad de Luzón. ....	53



Figura 33. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido (>300 µg/L), para los pozos artesanales privados de la comunidad de Luzón..... 54

Figura 34. Pozo artesanal privado en la comunidad de Luzón ..... 55

Figura 35. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido (>300 µg/L), para los pozos artesanales privados de la comunidad de 4 Millas. .... 57

Figura 36. Pozo privado en la comunidad de 4 Millas. .... 58

Figura 37. Pozo artesanal privado de la comunidad de 15 Millas..... 59





## CONTEXTO DE ESTE PROYECTO

El Programa Infantes y Salud Ambiental (ISA) ([www.isa.una.ac.cr](http://www.isa.una.ac.cr)), trabaja en 40 comunidades del cantón de Matina para evaluar la exposición ambiental a plaguicidas y manganeso y sus efectos sobre la salud de los niños y niñas, así como sus madres desde el embarazo.

Dentro de este contexto, estudiamos el agua de consumo humano para entender si el agua es una posible ruta de contacto para plaguicidas y sus residuos. Incluimos también el metal manganeso en los análisis, debido a que el fungicida mancozeb contiene un 20% de manganeso (FAO 1980) y es aplicado de forma semanal en fincas bananeras mediante fumigaciones aéreas para combatir la Sigatoka (Barraza et al., 2011; Bravo et al., 2013). Además, aprovechamos este muestreo de agua para analizar algunos metales adicionales. Los resultados de este informe fueron también publicados en un artículo científico (Figura 1; van Wendel de Joode et al., 2016a; véase el recuadro en la siguiente página).



## **Concentraciones de manganeso en agua de consumo humano en pueblos cercanos a fincas bananeras con fumigación aérea de mancozeb: Resultados del Programa Infantes y Salud Ambiental (ISA).**

van Wendel de Joode, B; Barbeau, B; Bouchard, MF; Mora, AM; Skytt, A; Córdoba, L; Quesada, R; Lundh, T; Lindh, CH; Mergler, D. 2016. Environ Pollut. 215: 247-57. doi: 10.1016/j.envpol.2016.04.015. PMID: 27208757.

### **Resumen**

Concentraciones elevadas de manganeso (Mn) en el agua para consumo han sido reportadas en todo el mundo. Aunque el manganeso originado naturalmente en el agua subterránea es generalmente la principal fuente, también se puede dar la contaminación antropogénica provocada por fungicidas que contienen Mn como el mancozeb.

El objetivo principal de este estudio fue examinar los factores asociados con Mn y etilentiourea (ETU), un producto de degradación de mancozeb, en muestras de agua para consumo de las comunidades situadas cerca de las plantaciones de plátano con fumigación aérea con mancozeb. Se obtuvieron muestras de agua para consumo (n= 126) de 124 casas de las mujeres que participan en el Programa Infantes y Salud Ambiental (ISA) que viven cerca de plantaciones de banano a gran escala. Repetimos el muestreo en 30 lugares. Las concentraciones de Mn, hierro (Fe), arsénico (As), plomo (Pb), cadmio (Cd) y etilentiourea (ETU), un producto de degradación de mancozeb, fueron medidas en muestras de agua. Sólo seis por ciento de las muestras tenían concentraciones detectables de ETU (límite de detección (LOD) = 0.15 µg/L), mientras que el 94% de las muestras tenían concentraciones detectables de Mn (LOD= 0.05 µg/L). Las concentraciones de Mn fueron superiores a 100 y 500 µg/L en 22% y el 7% de las muestras, respectivamente. Mn fue más alto en las muestras de los pozos privados y de fincas bananeras. La distancia entre la fuente de agua y la plantación de banano más cercana se asoció inversamente con las concentraciones de Mn, con una disminución del 61.5% (IC del 95%: -97.0, -26.0) en concentraciones de Mn por cada aumento de 1 km de distancia. Las concentraciones de Mn en agua transportada por cisternas desde un pueblo a otro fueron casi 1000 veces mayores que el Mn de agua obtenida desde los grifos en las casas suministrados por el mismo pozo sin ser transportado, lo que indica contaminación ambiental de Mn. Mn elevado en el agua para consumo puede explicarse en parte por la fumigación aérea de mancozeb; sin embargo, el Mn originado naturalmente en las aguas subterráneas y en la agricultura intensiva también puede contribuir. La evaluación del riesgo por mancozeb en agua para consumo debe de considerar al Mn como un peligro para salud. Los resultados de este estudio evidencian la necesidad de directrices por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) respecto al Mn contenido en el agua para consumo.





## ¿POR QUÉ EL MUESTREO DE AGUA?

En las muestras que recolectamos hicimos diferentes mediciones, para saber cómo es la calidad del agua, la cual se usa para tomar y cocinar con respecto a las concentraciones de:

### ETU

Etilentiourea (ETU) es un producto de degradación (residuo) del fungicida mancozeb. En un estudio anterior, encontramos que mujeres embarazadas que vivían más cerca de fincas bananeras tenían cantidades más altas de ETU en su orina en comparación con mujeres que vivían a una distancia mayor (van Wendel de Joode et al., 2014). El ETU ha sido asociado con una alteración en las hormonas de tiroideas en un estudio que fue realizado en México en aplicadores de mancozeb (Steenland et al., 1997) y en un estudio realizado en los Estados Unidos se encontró que el contacto con mancozeb se asociaba con hipotiroidismo (Goldner et al., 2010) También el mancozeb y su producto de degradación ETU han sido asociados con cáncer de tiroides en estudios realizados en ratas (US-EPA 2005). En altas concentraciones el ETU ha sido asociado con malformaciones en animales de laboratorio (Khera 1987). Las hormonas tiroideas son importantes para el crecimiento infantil y el sistema nervioso. En un estudio que realizamos en el cantón de Talamanca, encontramos que niños con concentraciones más altas de ETU en su orina, les costaba más aprender cosas nuevas (van Wendel de Joode et al., 2016b).



IRET

### MANGANESO

El manganeso (Mn) es un metal que se encuentra de forma natural en el suelo y en algunos alimentos, pero también se encuentra en el fungicida mancozeb fumigado por las avionetas; donde una quinta parte del fungicida es manganeso (Mora et al., 2014; van Wendel de Joode et al., 2016a). El manganeso (Mn) es un nutriente importante que nuestro cuerpo necesita en pequeñas cantidades para la formación de los huesos, entre otras cosas. Sin embargo, altas cantidades de manganeso pueden causar ciertos problemas a la salud tanto en adultos como niños; por ejemplo, se ha encontrado que el manganeso puede afectar el crecimiento y el desarrollo cognitivo de niños y niñas (Mora et al., 2015), pero otros estudios han encontrado diferentes resultados.

### METALES

Medimos algunos metales pesados en el agua como: hierro, arsénico, cadmio y plomo.



## ¿QUÉ HICIMOS?

### LAS ACTIVIDADES QUE REALIZAMOS PARA EL MUESTREO DE AGUA

Escogimos diferentes comunidades del cantón de Matina para hacer mediciones y análisis de agua para consumo humano por las siguientes razones:

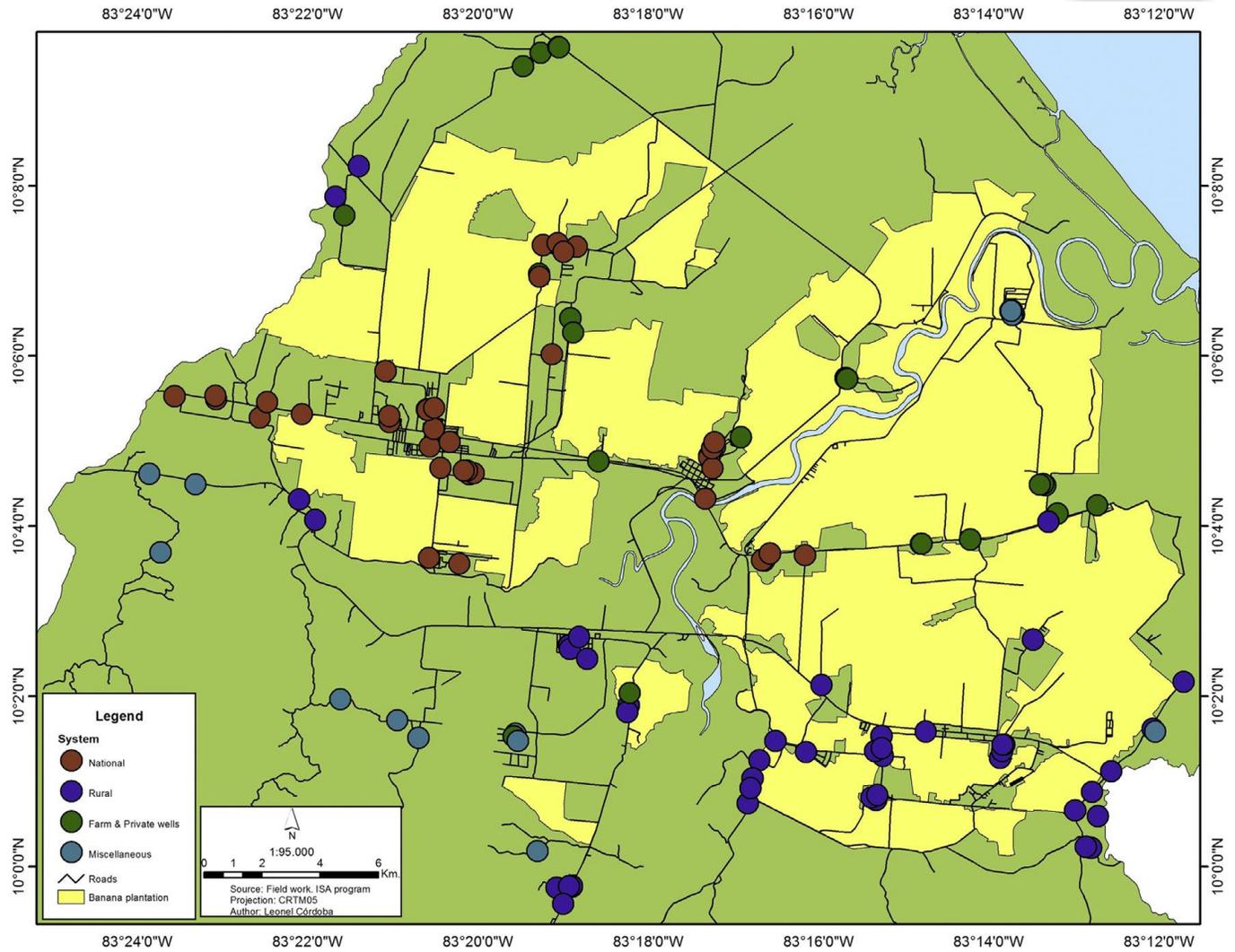
#### 2011-

- Recolectamos 126 muestras de agua para consumo humano, usada por las mujeres participantes en el estudio, en 37 poblados del cantón. Tomamos una segunda muestra en 30 lugares, haciendo un total de 156 muestras.
- Las muestras fueron tomadas del grifo en las casas de las mujeres; el agua provenía de diferentes sistemas: de los acueductos del Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AyA); de los acueductos comunales (ASADAS, CAAR), de pozos artesanales propios, de agua proveniente de pozos administrados por empresas bananeras, de conexiones privadas a ríos o nacientes y de agua de lluvia.
- Para cada muestra preguntamos el origen del agua, si se percibían problemas en la cantidad, sabor y olor. En el caso de los pozos artesanales propios observamos cómo estaba construido, si había problemas de contaminación alrededor y cómo las personas limpiaban el pozo.



#### 2012-

- Presentamos los resultados de agua a la oficina cantonal del AyA. Acordamos entregar los resultados de las muestras que faltaban por analizar.
- También profundizamos los muestreos de agua en la comunidad de 4 Millas, como parte de una tesis de licenciatura llamada “Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón” por Claudia Hernández (2016) con su respectivo Informe Técnico ISA-03, disponibles en [www.isa.una.ac.cr](http://www.isa.una.ac.cr).
- Devolvimos los primeros resultados de los muestreos que realizamos en los acueductos comunales, para eso nos reunimos con cada asociación comunal del acueducto (ASADA).
- También realizamos la devolución de los resultados a las mujeres que participan en el estudio.



**Figura 1. Ubicación de los lugares donde se tomaron las muestras de agua para consumo humano dentro del cantón de Matina. Color amarillo: plantaciones bananeras. Fuente de agua: rojo= Acueductos y Alcantarillados, azul= ASADAS, verdes= pozos de bananeras y artesanales privados, gris= fuentes varias. Fuente: van Wendel de Joode et al., 2016a.**



Para trabajar sobre la calidad de agua que consumen las personas en las comunidades de Matina, nos basamos en las principales leyes y normas de nuestro país relacionadas con la protección de agua que velan por proteger la salud humana:

➤ **Constitución Política (Artículo 50):**

*“Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Por ello, está legitimada para denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del daño causado. El Estado garantizará, defenderá y preservará ese derecho”.*

➤ **Ley 7554: Ley Orgánica del Ambiente (Artículos 59 al 72):**

Señala lineamientos generales y específicos de acuerdo con el recurso hídrico.

*“Para evitar la contaminación del agua, la autoridad competente regulará y controlará que el manejo y el aprovechamiento no alteren la calidad y la cantidad de este recurso, según los límites fijados en las normas correspondientes” (Artículo 64).*

➤ **Ley 7788: Ley de Biodiversidad (Artículo 105):**

Se refiere a la posibilidad que tiene todo individuo de accionar en defensa y protección de la biodiversidad entre estos el recurso hídrico, y las posibles infracciones a las que podría someterse.

*“Toda persona estará legitimada para accionar en sede administrativa o jurisdiccional, en defensa y protección de la biodiversidad” incluyendo el agua.*

➤ **Ley 5395: Ley General de Salud (Artículo 265 y 273):**

Define el agua como un bien de utilidad pública y su utilización para el consumo humano con prioridad sobre cualquier otro uso.

*“Se prohíbe contaminar los abastos de agua, así como dañar, obstruir parcial o totalmente, los sistemas de abastecimiento de agua potable destinada a la población”.*

➤ **Ley 7317: Ley de Conservación de la Vida Silvestre (Artículo 132)**

Establece la protección de los recursos hídricos, y este se aplica a toda aquella persona física o jurídica que vierta en las aguas nacionales sustancias contaminantes provenientes de casas de habitación, o de sus actividades de producción de bienes de consumo, servicios y comercio.

*“Prohíbese arrojar aguas servidas, aguas negras, desechos o cualquier sustancia contaminante en manantiales, ríos, quebradas, arroyos permanentes o no permanentes, lagos, marismas y*





*embalses naturales o artificiales, esteros, turberas, pantanos, humedales, aguas dulces, salobres o saladas, en sus cauces o en sus respectivas áreas de protección”.*

➤ **Ley 1634: Ley General de Agua Potable (Artículo 16)**

*“Prohíbe las instalaciones, edificaciones o labores comprendidas en las zonas cercanas a fuentes de abastecimiento, plantas purificadoras o cualquier otra parte del sistema, que perjudiquen en forma alguna los trabajos de operación o distribución o las condiciones físicas, químicas o bacteriológicas del agua”.*

➤ **Ley 7779: Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos (Artículos 12 y del 28 al 33)**

El Ministerio de Agricultura y Ganadería elaborará un Plan Nacional de Manejo y Conservación de suelos para las tierras de uso agroecológico, el cual tendrá por objeto, entre otros, el manejo adecuado de la fertilidad del suelo, la manutención de la materia orgánica y la reducción de la contaminación. En el plan se refiere también al manejo de lixiviados y desechos de origen vegetal y animal y a que toda actividad que implique riesgo de contaminación de los suelos deberá basarse en una planificación que evite o minimice el riesgo de contaminación de los suelos.



IRET

**La interpretación de los resultados de las muestras de agua que presentamos en este informe se basa en lo que establece el Reglamento para la calidad del agua potable en Costa Rica: el Decreto N° 32327-S (La Gaceta, 2005)**

En este reglamento se establecen los niveles adecuados o máximos que deben tener aquellas características del agua para que no representen un riesgo para la salud humana o inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua.

Para interpretar estos resultados vemos si las cantidades que encontramos se encuentran por abajo o por arriba del valor máximo permitido:

**El valor máximo permitido** es la cantidad de una sustancia en la que se considera que puede haber un riesgo para la salud (Decreto N° 32327-S, La Gaceta, 2005).



## ¿QUÉ ENCONTRAMOS?

### 1. SISTEMAS DEL INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (AYA)

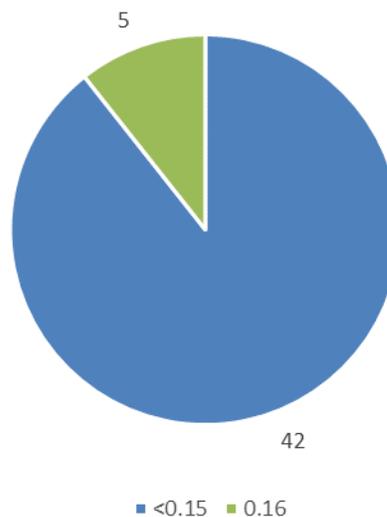
Muchas de las mujeres del estudio toman agua de los acueductos que tiene el AyA en las diferentes comunidades. El AyA tiene tres sistemas de agua que se describen a continuación. Los resultados específicos de los muestreos de agua realizados en estos sistemas se encuentran en el **Anexo 1**.

#### LOS TRES SISTEMAS DE AGUA JUNTOS

En total tomamos **50 muestras** de los acueductos que abastece el AyA (42 en el primer muestreo y ocho en segundo muestreo).

#### ETU

Analizamos 47 de las 50 muestras por ETU. En **cinco** de las 47 muestras detectamos pequeñas cantidades de ETU (0.16 µg/L en cada una de las cinco muestras), justamente por encima del límite de detección (0.15 µg/L) (Figura 2). **Todas las muestras de agua con ETU detectado provenían del Sistema de Agua 2.**



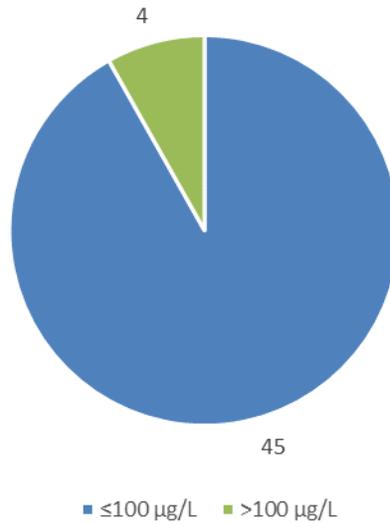
**Figura 2. Muestras de agua con niveles de ETU detectable (0.16 µg/L) y no detectable (<0.15 µg/L), para los tres Sistemas de Agua del AyA.**

#### MANGANESO

Detectamos manganeso en 49 de las 50 muestras (rango de 0.06-475.20 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Cuatro** muestras tenían cantidades por encima de la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) (Figura 3). **Ninguna** muestra tenía cantidades de manganeso



por encima de lo máximo permitido según el Reglamento de Calidad de Agua Potable (más de 500 µg/L).



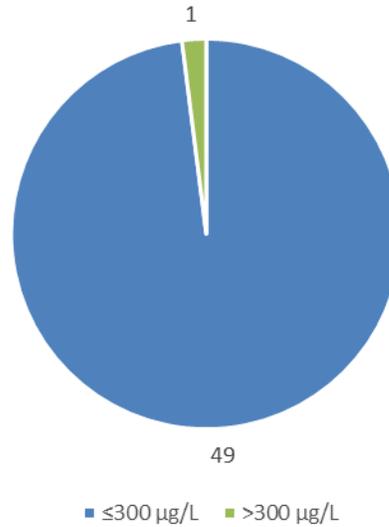
**Figura 3. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L), para los tres Sistemas de Agua del AyA.**



IRET

#### HIERRO

Detectamos hierro en las 50 muestras (rango de 38.00-344.36 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. **Una** muestra (344.36 µg/L) tenía una cantidad de hierro por **encima** de lo máximo permitido según el Reglamento de Calidad de Agua Potable (más de 300 µg/L) (Figura 4). Esta muestra provenía del Sistema de Agua 2.



**Figura 4. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido (>300 µg/L), para los tres Sistemas de Agua del AyA.**



#### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en las 50 muestras (rango de 0.28-1.52 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. **Ninguna** muestra tenía cantidades de arsénico por encima de lo máximo permitido según el Reglamento de Calidad de Agua Potable (más de 10 µg/L).

#### CADMIO

Detectamos cadmio en seis de las 50 muestras (rango de 0.04-0.09 µg/L). El límite de detección fue de 0.02 µg/L. **Ninguna** muestra tenía cantidades de cadmio por encima de lo máximo permitido según el Reglamento de Calidad de Agua Potable (más de 3 µg/L).

#### PLOMO

Detectamos plomo en 29 de las 50 muestras (0.06-0.66 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Ninguna** muestra tenía cantidades de plomo por encima de lo máximo permitido según el Reglamento de Calidad de Agua (más de 10 µg/L).

## SISTEMA DE AGUA 1

A través de este sistema, el AyA da agua a las comunidades de Bataan, Davao, Ramal 7, La Lola, Los Almendros, 26 Millas, 27 Millas y 28 Millas (Figura 5).

Para ello, el AyA obtiene el agua de un pozo en 28 Millas y un pozo en Davao, así como de una naciente que se encuentra en La Lola y una naciente en 28 Millas.

En este sistema tomamos en total **26 muestras** (22 en el primer muestreo, cuatro en el segundo muestreo), y obtuvimos los siguientes resultados:

### ETU

Analizamos 24 de las 26 muestras por ETU. En **ninguna** de las muestras encontramos ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en las 26 muestras (rango de 0.07-8.08 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. Pero **ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la recomendada (más de 100 µg/L) y máxima permitida (más de 500 µg/L).



**Figura 5. Tubo de agua de AyA, a) Comunidad El Jardín, Bataan; b) Comunidad Davao, Bataan.**

### HIERRO

Detectamos hierro en las 26 muestras (rango de 38.00-170.97 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en las 26 muestras (rango de 0.28-0.74  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.06  $\mu\text{g/L}$ . **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10  $\mu\text{g/L}$ ).

### CADMIO

Detectamos cadmio en tres de las 26 muestras (rango de 0.04-0.09  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.02  $\mu\text{g/L}$ . **Ninguna** muestra tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 3  $\mu\text{g/L}$ ).

### PLOMO

Detectamos plomo en 16 muestras (rango de 0.06-0.66 (rango de 0.04-0.09  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.05  $\mu\text{g/L}$ . **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10  $\mu\text{g/L}$ ).

#### SISTEMA DE AGUA 2

Las comunidades que obtienen agua de este acueducto del AyA son Goly, Luzón, Matina y Santa Marta (Figura 6). El AyA obtiene el agua de un pozo ubicado en la comunidad de Luzón.



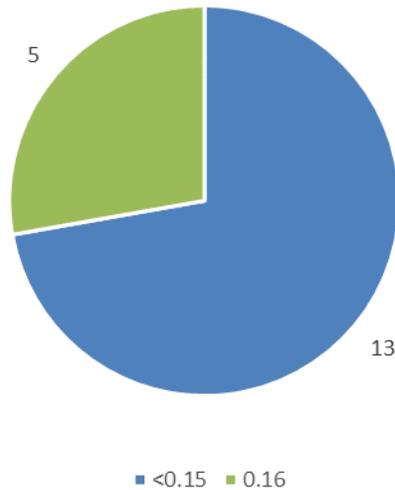
**Figura 6. Tanques AyA, Matina.**

En el Sistema de Aguas 2, tomamos **19 muestras** (16 en el primer muestreo y 3 en el segundo muestreo) en las casas de las mujeres del estudio que viven en estas comunidades y obtuvimos los siguientes resultados:



## ETU

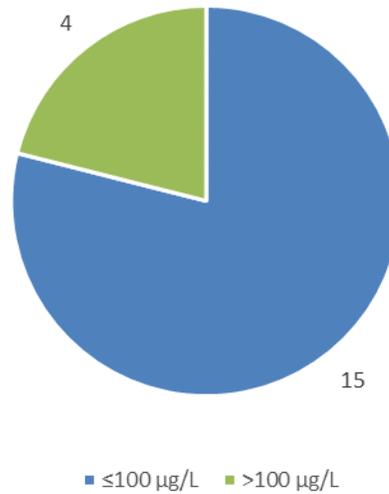
Se midió ETU en 18 de las 19 muestras. Encontramos ETU en **cinco** de las 18 muestras que fueron analizadas por ETU, justamente por encima del límite de detección (0.16 µg/L) (Figura 7). El límite de detección fue de 0.15 µg/L.



**Figura 7. Muestras de agua con niveles de ETU detectable (0.16) y no detectable (<0.15), para el Sistema de Aguas 2 del AyA.**

## MANGANESO

Detectamos manganeso en las 19 muestras que fueron analizadas (rango de 4.68-475.20 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Cuatro** muestras (113.66, 115.91, 338.07, 475.20 µg/L) tenían cantidades por **encima** de lo recomendado (más de 100 µg/L) (Figura 8). **Ninguna** muestra tenía cantidades por **encima** de lo máximo permitido (más de 500µg/L).

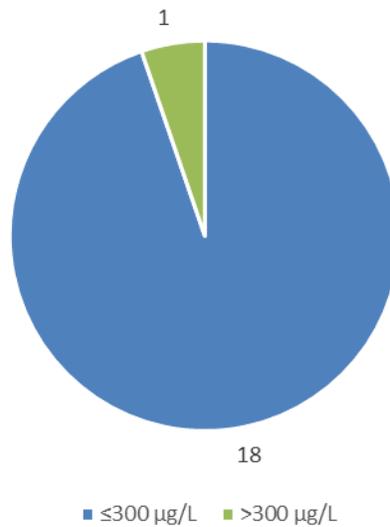


**Figura 8. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L), para el Sistema de Agua 2 del AyA.**



#### HIERRO

Detectamos el hierro en las 19 muestras (rango de 108.17-344.36 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. Del total de muestras, **una** muestra (344.36 µg/L) tenía una cantidad de hierro por encima de lo máximo permitido (más de 300 µg/L) (Figura 9).



**Figura 9. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido (>300 µg/L), para el Sistema de Agua 2 del AyA.**



### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en todas las 19 muestras (rango 0.88-1.52 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

Detectamos cadmio en dos de las 19 muestras que tomamos (0.04 µg/L ambas). El límite de detección fue de 0.02 µg/L. Las cantidades detectadas en las dos muestras estaban **por debajo** lo máximo permitido (más de 3 µg/L).

### PLOMO

Detectamos plomo en nueve de las 19 muestras (rango de 0.08-0.52 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

---

#### SISTEMA DE AGUA 3

Este sistema suministra agua a la comunidad de Estrada. Para ello obtiene el agua de un pozo que se encuentra en Zent. En este sistema tomamos **cinco muestras** (cuatro en el primer muestreo y una en el segundo muestreo) y obtuvimos los siguientes resultados:



### ETU

En las cinco muestras que tomamos **no encontramos** el ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en cuatro de las cinco muestras (0.06, 0.07, 0.08, 0.16 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) y máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos el hierro en las cinco muestras (rango de 167.52-221.12 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en las cinco muestras (rango de 0.45-0.66 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).



### CADMIO

Detectamos cadmio en una de las cinco muestras que tomamos (0.04 µg/L). El límite de detección fue de 0.02 µg/L. La cantidad detectada estaba por **debajo** lo máximo permitido (más de 3 µg/L).

### PLOMO

Detectamos plomo en cuatro de las cinco muestras (0.06, 0.13, 0.26, 0.28 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. Las cantidades detectadas estaban por **debajo** de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

## 2. ASOCIACIONES ADMINISTRADORAS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTOS COMUNALES (ASADAS)

Tomamos muestras de agua en acueductos que son administrados por nueve Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos Comunales (ASADAS).

En total tomamos **60 muestras** (46 el primer muestreo y 14 el segundo muestreo) de los acueductos comunales (ASADAS).

Los resultados de los muestreos que hicimos a estos acueductos se pueden observar en el Anexo 1.

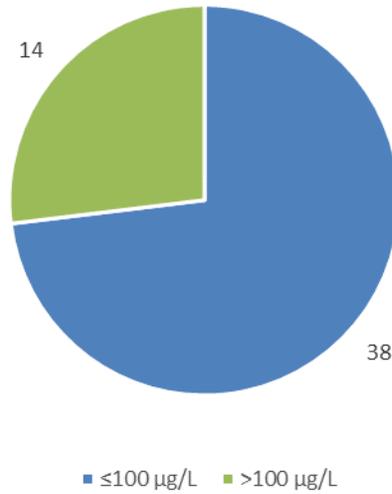


### ETU

Analizamos 58 de las 60 muestras por ETU. En las muestras que tomamos detectamos ETU en **una muestra** (0.25 µg/L). El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en 52 de las 60 muestras (rango de 0.10-229.76 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. Además, **14 muestras** (rango de 133.56-229.76 µg/L) tenían cantidades de manganeso **mayores** a lo recomendado (más de 100 µg/L) (Figura 10) y **ninguna** de las muestras tenía una cantidad de manganeso por encima de lo máximo permitido (más de 500 µg /L).



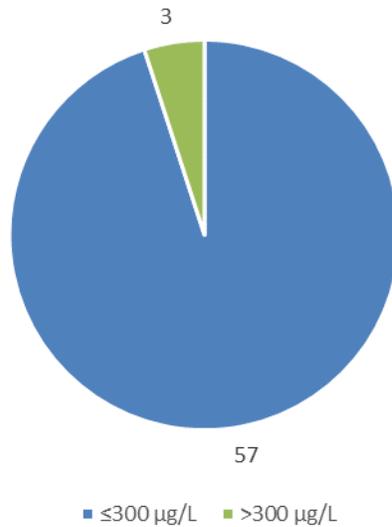
**Figura 10. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L), para las ASADAS.**



IRET

#### HIERRO

Detectamos hierro en las 60 muestras (rango de 14.50-1199.11 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. **Tres** muestras (302.96, 689.47, 1199.11 µg/L) tenían cantidades de hierro por encima de lo máximo permitido (más de 300 µg /L) (Figura 11).

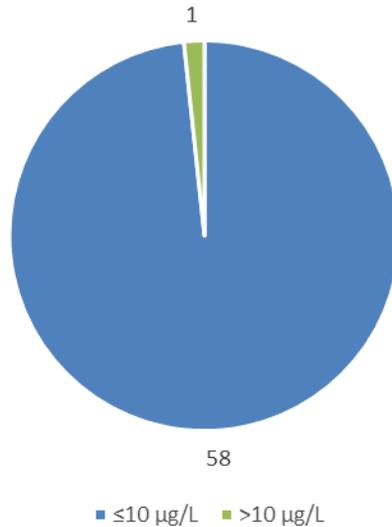


**Figura 11. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido (>300 µg/L), para las ASADAS.**



## ARSÉNICO

Medimos y detectamos arsénico en 59 muestras (rango de 0.16-14.09  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.06  $\mu\text{g/L}$ . **Una** muestra tenía una cantidad (14.09  $\mu\text{g/L}$ ) por encima de lo máximo permitido (más de 10  $\mu\text{g/L}$ ) (Figura 12). Esta muestra provenía de una casa conectada a la ASADA de Lomas del Toro.



**Figura 12. Muestras de agua con niveles de arsénico por encima de lo máximo permitido ( $>10 \mu\text{g/L}$ ), para las ASADAS.**

## CADMIO

Detectamos cadmio en ocho de las 60 muestras (rango de 0.04-0.12  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.02  $\mu\text{g/L}$ . **Ninguna** muestra tenía cantidades de cadmio por encima de lo máximo permitido (más de 3  $\mu\text{g/L}$ ).

## PLOMO

Detectamos plomo en 33 de las 60 muestras (rango de 0.06-0.87  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.05  $\mu\text{g/L}$ . **Ninguna** muestra tenía cantidades de plomo por encima de lo máximo permitido (más de 10  $\mu\text{g/L}$ ).



## ASADA BARBILLA

El acueducto de Barbilla se abastece de una naciente. Nosotros tomamos **2 muestras** de agua proveniente de este acueducto directamente del tubo en las casas y encontramos que:

### ETU

**No** detectamos ETU en estas muestras. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en las dos muestras (0.11, 0.28 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. Pero **ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) y máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos hierro en las dos muestras (48.24, 48.36 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. Pero **ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en las dos muestras (0.55, 0.58 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. Pero **ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en las muestras que tomamos. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

### PLOMO

Detectamos plomo en las dos muestras (0.16, 0.31 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. Pero **ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

## ASADA B LINE

La mayoría de las viviendas en B-line obtienen el agua de un pozo que administra la ASADA (Figura 13).



**Figura 13. Tanque de Agua, ASADA B-line.**

Nosotros tomamos **cinco muestras** de agua en este acueducto, directamente del tubo de las viviendas. En los resultados obtuvimos que:

### ETU

Se midió ETU en cuatro de las cinco muestras. **No** detectamos ETU en estas muestras. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en las cinco muestras (rango de 7.40-13.98 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Ninguna** de las cinco muestras tenía cantidades por encima de las cantidades recomendadas (más de 100 µg/L) y de lo máximo permitido (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos el hierro en las cinco muestras (rango de 78.31-110.17 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. **Ninguna** de las cinco muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).



### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en las cinco muestras (rango de 0.21-0.32 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en las muestras que tomamos. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

### PLOMO

Detectamos plomo en tres de las cinco muestras (0.06, 0.12, 0.21 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. Pero **ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

---

### ASADA BOSTON



La ASADA de Boston se abastece de una quebrada. En este acueducto tomamos **diez muestras** de agua directamente del tubo en las viviendas. Una de las personas indicó no tomar del agua del tubo (aunque sí la usa para cocinar) porque cuando llueve el agua es turbia y por eso compra agua embotellada; otras dos personas mencionaron también que cuando llueve el agua se pone sucia. De las diez muestras que tomamos encontramos que:

### ETU

Se midió ETU en nueve muestras. **No** detectamos ETU en estas muestras. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en las diez muestras (rango de 0.15-1.75 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) y máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos el hierro en las 10 muestras (rango de 41.52-83.26 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

Medimos y detectamos arsénico en nueve muestras (rango de 0.16-0.48 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. **Ninguna** de estas muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).



### CADMIO

Detectamos cadmio en una de las diez muestras (0.10 µg/l). El límite de detección fue de 0.02 µg/L, pero esta muestra **no tenía** una cantidad por encima de la cantidad máxima permitida (más de 3 µg/L).

### PLOMO

Detectamos plomo en dos de las diez muestras (0.07, 0.08 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

---

### ASADA BRISTOL/BALTIMORE

En las comunidades de Bristol y Baltimore tomamos **dos muestras** directamente del tubo de las viviendas. Estas comunidades toman el agua de una quebrada.

Los resultados que obtuvimos de estas muestras son:

### ETU

**No** detectamos ETU en estas muestras. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en las dos muestras (14.91, 89.31 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) y máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos el hierro en las dos muestras (253.66, 1199.11 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. **Una** (1199.11 µg/L) de las muestras tenía una cantidad por encima de lo máximo permitido (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

En las dos muestras detectamos arsénico (0.16, 0.23 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en las muestras que tomamos. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.





## PLOMO

Detectamos plomo en una de las dos muestras (0.30 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de plomo en la muestra fue **inferior** a la cantidad máxima permitida (menos de 10 µg/L).

---

## ASADA CORINA

La ASADA de Corina distribuye el agua que capta de una naciente, algunas casas también reciben agua de la quebrada “Agua Fría”. Nosotros tomamos **siete muestras** de agua de este acueducto y los resultados que obtuvimos son:

## ETU

**No** detectamos ETU en estas muestras. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

## MANGANESO

Detectamos manganeso en las siete muestras (rango de 0.20-4.80 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) y máxima permitida (más de 500 µg/L).



## HIERRO

Detectamos el hierro en las siete muestras (rango de 14.50-83.21 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

## ARSÉNICO

En las siete muestras detectamos arsénico (rango de 0.18-0.36 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

## CADMIO

**No** detectamos cadmio en las muestras que tomamos. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

## PLOMO

Detectamos plomo en una de las siete muestras (0.07 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad fue **inferior** a la cantidad máxima permitida (menos de 10 µg/L).

## ASADA LARGA DISTANCIA

El agua que utiliza este acueducto es tomada de un pozo ubicado en Lomas del Toro (Figura 14).



Figura 14. Oficinas ASADA de Larga Distancia.

En este acueducto tomamos **13 muestras** de agua en las casas de las mujeres que participan en el estudio. En estas muestras encontramos que:

### ETU

**No** detectamos el ETU en ninguna de las 13 muestras. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos el manganeso en las 13 muestras (rango de 5.62-229.76 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Doce** (rango de 133.56-229.76 µg/L) de las 13 muestras tenían cantidades por encima de las cantidades recomendadas (más de 100 µg/L) (Figura 15); **ninguna** de las 13 muestras tenía cantidades por encima de lo máximo permitido (más de 500 µg/L).

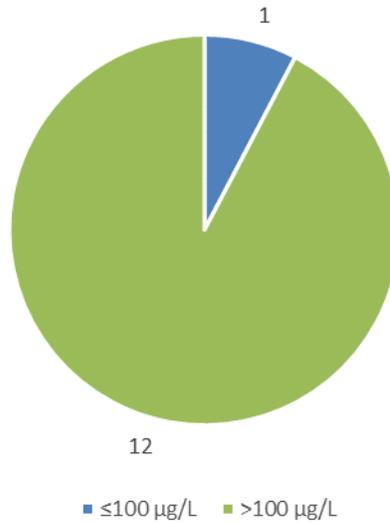


Figura 15. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L), para la ASADA de Larga Distancia.



#### HIERRO

Detectamos el hierro en las 13 muestras (rango de 131.27-689.47 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. **Dos** (302.96, 689.47 µg/L) de las 13 muestras tenían cantidades de hierro por encima de lo máximo permitido (más de 300 µg/L) (Figura 16).

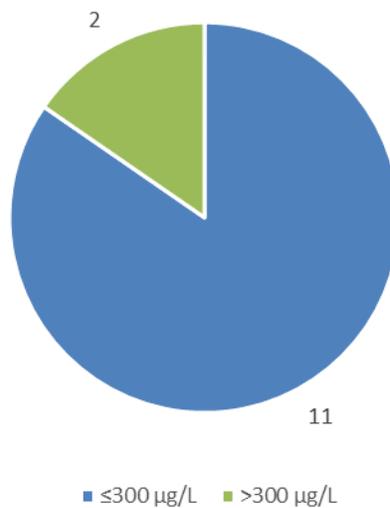
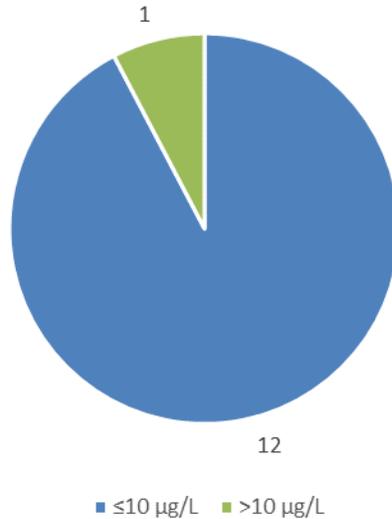


Figura 16. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido (>300 µg/L), para la ASADA de Larga Distancia.



## ARSÉNICO

El arsénico fue detectado en las 13 muestras (rango de 1.09-14.09  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.06  $\mu\text{g/L}$ . **Una** de las 13 muestra tenía una concentración (14.09  $\mu\text{g/L}$ ) mayor a lo máximo permitido (más de 10  $\mu\text{g/L}$ ) (Figura 17).



**Figura 17. Muestras de agua con niveles de arsénico por encima de lo máximo permitido (>10  $\mu\text{g/L}$ ), para la ASADA de Larga Distancia.**

## CADMIO

Detectamos cadmio en **una** de las 13 muestras (0.04  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.02  $\mu\text{g/L}$ . El límite de detección fue de 0.02  $\mu\text{g/L}$ , pero esta muestra **no tenía** una cantidad por encima de la cantidad máxima permitida (más de 3  $\mu\text{g/L}$ ).

## PLOMO

El plomo fue detectado en cuatro de las 13 muestras (0.06, 0.09, 0.11, 0.43  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.05  $\mu\text{g/L}$  **Ninguna** de estas muestras tenía cantidades mayores a la cantidad máxima permitida (más de 10  $\mu\text{g/L}$ ).



## ASADA SAHARA

La ASADA de Sahara obtiene el agua de dos pozos ubicados en la comunidad. En el acueducto de Sahara tomamos **dos muestras** de agua y encontramos que:

### ETU

**No** encontramos el ETU en las muestras de agua. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos el manganeso en las dos muestras (90.47, 192.8 µg/L). El límite de detección fue 0.05 µg/L. **Una** de las muestras tenía una cantidad de manganeso (192.8 µg/L) **mayor** a lo que se recomienda en el país (más de 100 µg /L). La cantidad de manganeso fue **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 500 µg /L).

### HIERRO

Detectamos hierro en las dos muestras que tomamos (75.70, 146.67 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. **Ninguna** de las dos muestras tenía una cantidad de hierro mayor a lo máximo permitido (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

En ambas muestras detectamos arsénico (2.45, 2.79 µg/L). El límite de detección fue 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico de estas muestras fue **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

**No** detectamos el cadmio en las muestras que tomamos en el acueducto. El límite de detección fue 0.02 µg/L.

### PLOMO

Detectamos el plomo en las dos muestras (0.10, 0.11 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de plomo de estas muestras fue **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

## ASADA VENECIA

El acueducto de Venecia toma el agua de un pozo y da agua a las comunidades de Venecia, Cuba Creek y la Maravilla (Figura 18).



Figura 18. Pozo de la ASADA de Venecia.

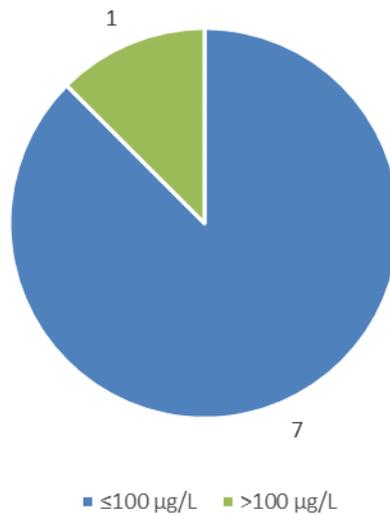
Nosotros tomamos **ocho muestras** en el acueducto de Venecia en la casa de las mujeres que participan en el estudio y obtuvimos los siguientes resultados:

### ETU

**No** detectamos ETU en ninguna de las muestras. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos el manganeso en las ocho muestras (rango de 0.53-162.90 µg/L). El límite de detección fue 0.05 µg/L. **Una** de las ocho muestras tenía una cantidad (162.90 µg/L) por **encima** de las cantidades recomendadas (más de 100 µg/L) (Figura 19), pero **inferior** a lo máximo permitido (más de 500 µg/L).



**Figura 19. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L), para la ASADA de Venecia.**



IRET

#### HIERRO

Detectamos el hierro en las ocho muestras (rango de 86.86-126.41 µg/L). El límite de detección fue 10.00 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades de hierro por encima de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

#### ARSÉNICO

El arsénico fue detectado en las ocho muestras (rango de 0.75-1.02 µg/L). El límite de detección fue 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico de estas muestras fue **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

#### CADMIO

Detectamos el cadmio en tres de las ocho muestras (0.04, 0.04, 0.10 µg/L). El límite de detección fue 0.02 µg/L. Las muestras con cantidades detectables tenían una concentración de 0.10 µg/L, **inferior** a la cantidad máxima permitida de 3 µg/L.

#### PLOMO

El plomo fue detectado en siete de las ocho muestras que tomamos (rango de 0.10-0.82 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. Estas muestras tenían cantidades de plomo **inferiores** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

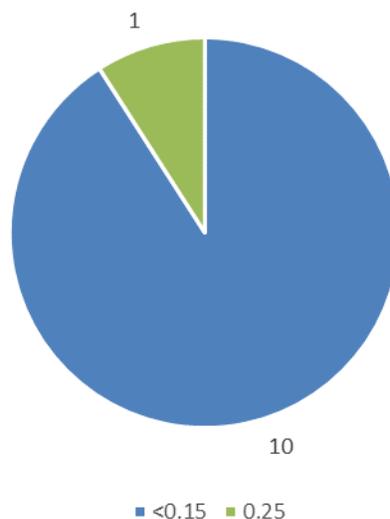


## ASADA ZENT

La ASADA de Zent distribuye agua a las comunidades de Brisas de Zent, Zent Nuevo y Zent Viejo. Es agua que proviene de un pozo ubicado en Zent Nuevo, de profundidad desconocida por los miembros de las ASADAS. Tomamos **once muestras** en los tubos de las casas que reciben agua de este acueducto y obtuvimos los siguientes resultados:

### ETU

Encontramos el ETU en una de las once muestras (25 µg/L) (Figura 20). El límite de detección fue 0.15 µg/L.



**Figura 20. Muestras de agua con niveles de ETU detectable (0.25 µg/L) y no detectable (<0.15 µg/L), para la ASADA de Zent.**

### MANGANESO

El manganeso fue detectado en tres de las once muestras que tomamos (0.10, 0.20, 0.26 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. Todas las muestras tenían cantidades de manganeso **inferiores** a la cantidad máxima recomendada (más de 100 µg/L) y máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

En las once muestras que tomamos detectamos el hierro (rango de 138.70-191-57 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. Todas las muestras tenían cantidades de hierro **inferiores** a la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).



### ARSÉNICO

El arsénico fue detectado en las once muestras (rango de 0.24-0.29 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. Las cantidades de arsénico de estas muestras fueron **inferiores** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

Detectamos el cadmio en tres de las once muestras (0.04, 0.04, 0.12 µg/L). El límite de detección fue de 0.02 µg/L. Las muestras con cantidades detectables fueron **inferiores** a la cantidad máxima permitida (más de 3 µg/L).

### PLOMO

El plomo fue detectado en las once muestras que tomamos (rango de 0.10-0.87 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. Estas muestras tenían cantidades de plomo **inferiores** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

## 3. COMITÉ ADMINISTRADOR DE ACUEDUCTO RURAL (CAAR) LA ESPERANZA



El acueducto de La Esperanza se abastece de una quebrada llamada “La Peligrosa”, además, aún existen viviendas que se abastecen de pozos propios. Nosotros tomamos **dos muestras** de agua en casas cuya agua provenía del Comité Administrador de Acueducto Rural (CAAR).

### ETU

**No** detectamos ETU en ninguna de las muestras que tomamos. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en ambas muestras (0.42, 1.00 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. Las cantidades de manganeso fueron **inferiores** a la cantidad máxima recomendada (más de 100 µg/L) y máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos el hierro en las dos muestras (48.39, 52.80 µg/L). El límite de detección del hierro fue de 10.00 µg/L. Ambas muestras tenía una cantidad de hierro **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

El arsénico fue detectado en las dos muestras (0.15, 0.16 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. Las dos muestras tenían cantidades de arsénico **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).



#### CADMIO

**No** detectamos el cadmio en las dos muestras que tomamos. El límite de detección fue 0.02 de  $\mu\text{g/L}$ .

#### PLOMO

**No** detectamos el plomo en las dos muestras. El límite de detección fue 0.05  $\mu\text{g/L}$ .

### 4. OTRAS FUENTES

También tomamos agua de pozos artesanales propios que pertenecen a las mujeres que participan del estudio y también pozos de las compañías bananeras.

Los resultados de lo que encontramos en estos pozos se pueden observar en el Anexo 1.

#### POZOS PRIVADOS DE FINCAS BANANERAS

Algunas mujeres del estudio viven en comunidades donde el agua para consumo es obtenida de algún pozo que administra la compañía bananera.

En las comunidades de Bananita, Frubasa y Saborío tomamos **seis muestras** y obtuvimos los siguientes resultados (Anexo 1).



#### BANANERA BANANITA

Tomamos muestras del agua de **cuatro** casas que se encuentran en la bananera Bananita, cuyo pozo se encuentra a una profundidad desconocida y obtuvimos los siguientes resultados:

#### ETU

**No** detectamos ETU en ninguna de las muestras. El límite de detección fue de 0.15  $\mu\text{g/L}$ .

#### MANGANESO

Detectamos manganeso en las cuatro muestras (1152.46, 1209.00, 1340.46, 1389.96  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.05  $\mu\text{g/L}$ . Las cuatro muestras tenían una cantidad de manganeso por **arriba** de la cantidad máxima recomendada (más de 100  $\mu\text{g/L}$ ) y máxima permitida (más de 500  $\mu\text{g/L}$ ). La concentración más baja encontrada (1152.46  $\mu\text{g/L}$ ) era más del **doblo** de la cantidad máxima permitida.

#### HIERRO

Detectamos hierro en las cuatro muestras (1039.11, 1487.90, 1840.11, 2496.32  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 10.00  $\mu\text{g/L}$ . Las cuatro muestras tenían una cantidad de hierro por **arriba** de la cantidad máxima permitida (más de 300  $\mu\text{g/L}$ ). La concentración más baja encontrada (1139.11  $\mu\text{g/L}$ ) era **más de tres veces** la cantidad máxima permitida.



### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en las cuatro muestras (3.87, 5.03, 5.67, 6.83 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

Detectamos cadmio en una de las cuatro muestras (0.04 µg/L). El límite de detección fue de 0.02 µg/L. El límite de detección fue 0.02 de µg/L. La muestra con una cantidad detectable fue **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 3 µg/L).

### PLOMO

Detectamos plomo en las cuatro muestras (0.07, 0.08, 0.12, 0.72 10 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Ninguna** de las muestras tenía cantidades por encima de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### BANANERA FRUBASA 1



Tomamos **una muestra** de agua proveniente de la finca Frubasa, la cual toma el agua de un pozo de profundidad desconocida. En esta muestra obtuvimos que:

### ETU

**No** detectamos ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en la muestra (233.10 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. Esta muestra estaba por arriba de la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) pero **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos hierro en la muestra (281.66 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. La cantidad de hierro que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en la muestra (6.24 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.



## PLOMO

**No** detectamos plomo en esta muestra. El límite de detección fue de 0.05 µg/L.

## BANANERA SABORÍO

---

Tomamos **una muestra** de agua proveniente de la finca Saborío, la cual toma el agua de un pozo de profundidad desconocida. En esta muestra obtuvimos que:

## ETU

**No** detectamos ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

## MANGANESO

Detectamos manganeso en la muestra (157.81 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. Esta muestra estaba por **arriba** de la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) pero **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 500 µg/L).

## HIERRO

Detectamos hierro en la muestra (889.11 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. La muestra tenía una cantidad de hierro por **arriba** de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).



## ARSÉNICO

Detectamos arsénico en la muestra (1.55 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

## CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

## PLOMO

**No** detectamos plomo en esta muestra. El límite de detección fue de 0.05 µg/L.

---

## CONEXIÓN A RIO O NACIENTE

En algunas comunidades el agua que se usa en la casa es tomada de una tubería conectada a una naciente o río. Este es el caso de viviendas en las comunidades de Colonia Puriscaleña, San Miguel, Corina, y Espabel.

Los resultados de las **nueve muestras** que tomamos en estas comunidades se pueden observar en el Anexo 1.



## COMUNIDAD COLONIA PURISCALEÑA

---

Tomamos **una muestra** de agua en la comunidad de Colonia Puriscaleña. De esta muestra obtuvimos que:

### ETU

**No** detectamos ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en la muestra (1.19 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de manganeso en esta muestra **no** estaba por arriba de la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) ni la máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos hierro en la muestra (53.23 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. La cantidad de hierro que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en la muestra (0.08 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

### PLOMO

Detectamos plomo en la muestra (0.08 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de la muestra era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

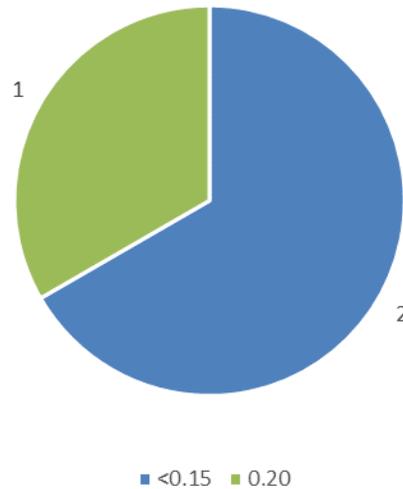
## COMUNIDAD SAN MIGUEL

---

En la comunidad de San Miguel tomamos **tres muestras**. En estas muestras encontramos que:

### ETU

Detectamos ETU en una de las tres muestras con una concentración de 0.20 µg/L (Figura 21). El límite de detección fue de 0.15 µg/L.



**Figura 21. Muestras de agua con niveles de ETU detectable (0.20 µg/L) y no detectable (<0.15 µg/L), para la comunidad de San Miguel.**



#### MANGANESO

Detectamos manganeso en las tres muestras (6.65, 8.06, 31.11 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de manganeso era **inferior** a la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) y a la máxima permitida (más de 500 µg/L).

#### HIERRO

Detectamos hierro en las tres muestras (57.44, 125.27, 126.27 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. La cantidad de hierro que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

#### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en dos de las tres muestras (0.12, 0.16 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

#### CADMIO

Detectamos cadmio en dos de las tres muestras (0.04 µg/L ambas). El límite de detección fue de 0.02 µg/L. Las muestras con cantidades de cadmio detectable fueron **inferiores** a la cantidad máxima permitida (más de 3 µg/L).



### PLOMO

Detectamos plomo en dos de las tres muestras (0.04, 0,14, 0.34  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.05  $\mu\text{g/L}$ . La cantidad de la muestra era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10  $\mu\text{g/L}$ ).

### COMUNIDAD CORINA

---

En la comunidad de Corina tomamos **una muestra** de agua. De esta muestra obtuvimos los siguientes resultados:

### ETU

**No** detectamos el ETU. El límite de detección fue de 0.15  $\mu\text{g/L}$ .

### MANGANESO

Detectamos manganeso en la muestra (3.60  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.05  $\mu\text{g/L}$ . La cantidad de manganeso era **inferior** a la cantidad recomendada (más de 100  $\mu\text{g/L}$ ) y a la máxima permitida (más de 500  $\mu\text{g/L}$ ).



### HIERRO

Detectamos hierro en la muestra (79.00  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 10.00  $\mu\text{g/L}$ . La cantidad de hierro que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 300  $\mu\text{g/L}$ ).

### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en la muestra (0.38  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.06  $\mu\text{g/L}$ . La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10  $\mu\text{g/L}$ ).

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de 0.02  $\mu\text{g/L}$ .

### PLOMO

**No** detectamos plomo en esta muestra. El límite de detección fue de 0.05  $\mu\text{g/L}$ .



COMUNIDAD ESPABEL

En Espabel tomamos **cuatro muestras** de agua. En estas muestras encontramos que:

ETU

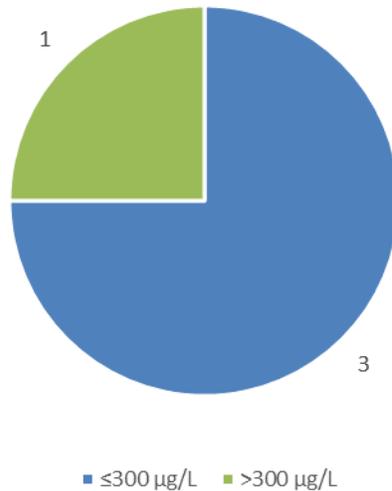
**No** detectamos el ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

MANGANESO

Detectamos manganeso en las cuatro muestras muestra (0.84, 2.70, 3.25, 19.64 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de manganeso era **inferior a** la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) y a la máxima permitida (más de 500 µg/L).

HIERRO

Detectamos hierro en las cuatro muestras (48.30, 60.34, 69.61, 331.07 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. **Una** de las muestras presentaba la cantidad de hierro (331.07 µg/L) por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L) (Figura 22).



**Figura 22. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido (>300 µg/L), para la comunidad de Espabel.**

ARSÉNICO

Detectamos arsénico en tres de las cuatro muestras (0.21, 0.39, 0.42 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).



## CADMIO

Detectamos cadmio en una de las cuatro muestras (0.04 µg/L). El límite de detección fue de 0.02 µg/L. La muestra con cantidad de cadmio detectable fue **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 3 µg/L).

## PLOMO

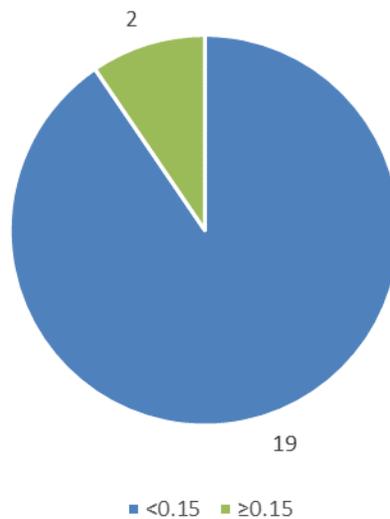
Detectamos plomo en dos de las cuatro muestras (0.07, 0.06 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de plomo era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

## POZOS ARTESANALES PRIVADOS

En las comunidades también tomamos muestras en viviendas que tienen su propio pozo. En total tomamos **21 muestras** en pozos artesanales privados y obtuvimos los siguientes resultados:

## ETU

Detectamos ETU en dos de las 21 muestras (Figura 23), localizadas en las comunidades de Luzón (0.19 µg/L) y Goly (0.16 µg/L (Figura 23)). El límite de detección fue de 0.15 µg/L.



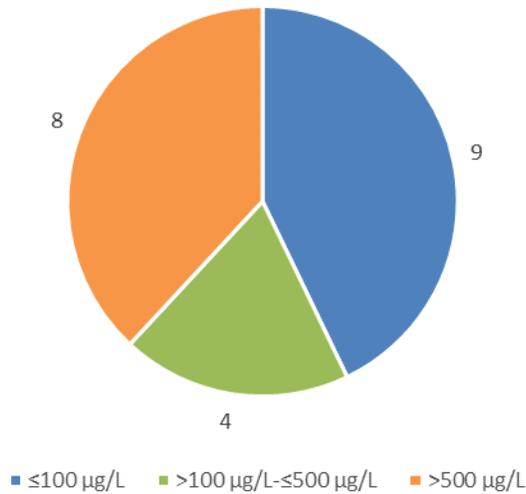
**Figura 23. Muestras de agua con niveles de ETU detectable (≥0.15 µg/L) y no detectable (<0.15µg/L), para los pozos artesanales privados.**

## MANGANESO

Detectamos manganeso en las 21 muestras (rango de 0.27-1904.97 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Cuatro** de las muestras (15 Millas, Goshen, Luzón, Punta Caliente) tenían cantidades por encima de la recomendada (más de 100 µg/L) y **ocho** muestras (en las comunidades de 4 Millas (5) y Goshen (3)) por encima de la máxima permitida (más de 500 µg/L)



(Figura 24). La muestra con mayor cantidad de manganeso (1904.97  $\mu\text{g/L}$ ) era **casi cuatro veces** más alta que la cantidad máxima permitida.

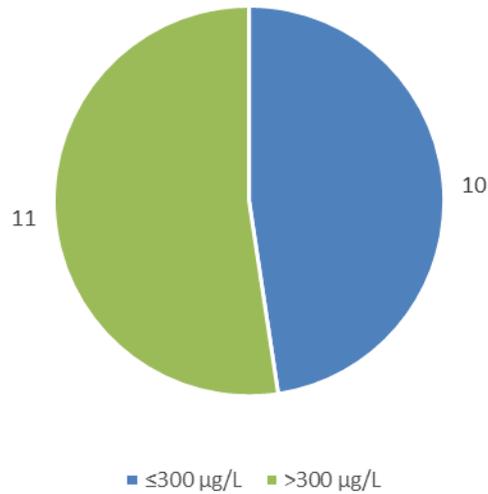


**Figura 24. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable ( $>100$   $\mu\text{g/L}$ ) y por encima del máximo permitido ( $\geq 500$   $\mu\text{g/L}$ ), para los pozos artesanales privados.**



#### HIERRO

Detectamos hierro en las 21 muestras (rango de 49.81-3104.61  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 10.00  $\mu\text{g/L}$ . **Once** muestras (4 Millas (4), Goshen (3), Luzón (2), 15 Millas (1), Punta Caliente (1)) tenían cantidades de hierro que estaban por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 300  $\mu\text{g/L}$ ) (Figura 25). La muestra con mayor cantidad de hierro (3104.61  $\mu\text{g/L}$ ) era diez veces más alta que la cantidad máxima permitida.



**Figura 25. Muestras de agua con niveles de hierro por encima del máximo permitido (>300 µg/L), para los pozos artesanales privados.**



#### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en las 21 muestras (rango de 0.08-3.75 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. Todas las muestras presentaron una cantidad de arsénico que **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

#### CADMIO

Detectamos cadmio en **una** de las 21 muestras (0.04 µg/L), la cual se muestreo en la comunidad de Luzón. El límite de detección fue de 0.02 µg/L. La cantidad detectada en la muestra estaba por debajo lo máximo permitido (más de 3 µg/L).

#### PLOMO

Detectamos plomo en once de las 21 muestras (rango de 0.06-1.11 µg/L), en las comunidades de Goshen (3), Luzón (2), Punta Caliente (2), 4 Millas (1), 15 Millas (1), 23 Millas (1) y Bananita (1). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de la muestra era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

## COMUNIDAD BANANITA

---

En la comunidad de Bananita tomamos **una** muestra (Figura 26). En esta muestra de agua:

### ETU

**No** detectamos el ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en la muestra (6.26 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de manganeso era **inferior** a la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) y a la máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos hierro en la muestra (248.11 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. La cantidad de hierro que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).



**Figura 26. Pozo artesanal privado de la comunidad de Bananita.**



### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en la muestra (0.09 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

### PLOMO

Detectamos plomo en esta muestra (1.10 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de la muestra era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### COMUNIDAD GOLY

---

En la comunidad de Goly tomamos **una muestra**. En esta muestra de agua:

### ETU

Detectamos ETU en la muestra, con una concentración de 0.16 µg/L. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.



IRET

### MANGANESO

Detectamos manganeso en la muestra (2.64 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de manganeso era **inferior a** la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) y a la máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos hierro en la muestra (138.36 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. La cantidad de hierro que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en la muestra (0.08 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

### PLOMO

**No** detectamos plomo en esta muestra. El límite de detección fue de 0.05 µg/L.



COMUNIDAD GOSHEN

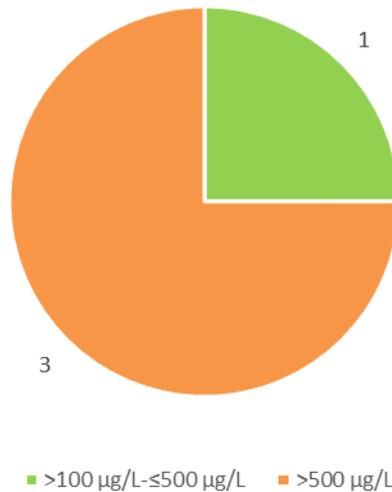
Tomamos **cuatro** muestras en la comunidad de Goshen (Figura 29) y encontramos que:

ETU

**No** detectamos el ETU en ninguna de las muestras. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

MANGANESO

Detectamos manganeso en las cuatro muestras (391.30, 507.46, 550.60, 596.56 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Una** muestra tenía una cantidad de manganeso era superior a la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) y **tres** presentaban una cantidad mayor que a la máxima permitida (más de 500 µg/L) (Figura 27).



**Figura 27. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L) y por encima del máximo permitido (>500 µg/L), para los pozos artesanales privados muestreados de la comunidad de Goshen.**

HIERRO

Detectamos hierro en las cuatro muestras (247.51, 596.70, 2263.11, 3104.61 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. **Tres** de las muestras tenía una cantidad de hierro arriba de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L) (Figura 28). De estas dos de las muestras presentaban concentraciones **hasta siete** (2263.11 µg/L) y **diez veces** (3104.61 µg/L) más de la cantidad permitida.

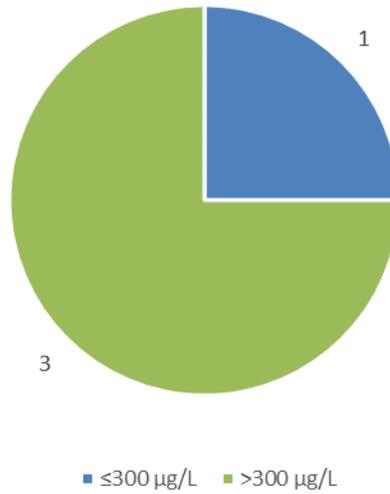


Figura 28. Muestras de agua con niveles de hierro por encima del máximo permitido (>300 µg/L), para los pozos artesanales privados muestreados de la comunidad de Goshen.



#### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en las cuatro muestras (0.45, 1.25, 2.64, 3.75 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

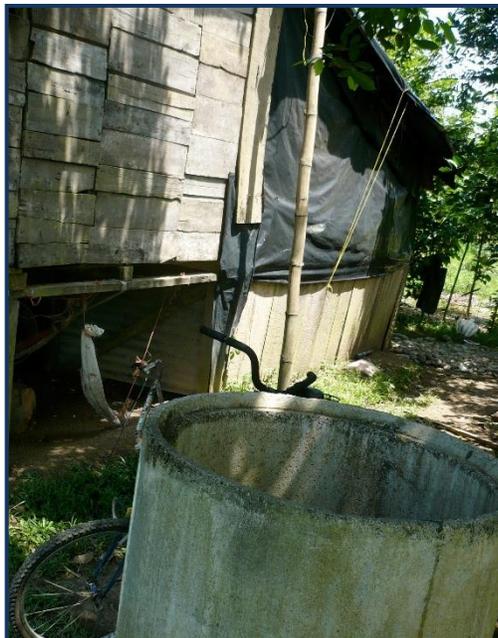


Figura 29. Pozo artesanal privado en la comunidad de Goshen



## CADMIO

**No** detectamos cadmio en estas muestras. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

## PLOMO

Detectamos plomo en tres de las cuatro muestras (0.06, 0.10, 0.96 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de la muestra era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

## COMUNIDAD 23 MILLAS

---

En la comunidad de 23 Millas tomamos **una muestra** (Figura 30) y encontramos que:

## ETU

**No** detectamos el ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

## MANGANESO

Detectamos manganeso en la muestra (81.13 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de manganeso era **inferior** a la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) y a la máxima permitida (más de 500 µg/L).



IRET

## HIERRO

Detectamos hierro en la muestra (270.66 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. La cantidad de hierro que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).



IRET

**Figura 30. Pozo artesanal privado de la comunidad de 23 Millas.**

#### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en la muestra ( $0.41 \mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de  $0.06 \mu\text{g/L}$ . La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de  $10 \mu\text{g/L}$ ).

#### CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de  $0.02 \mu\text{g/L}$ .

#### PLOMO

Detectamos plomo en esta muestra ( $0.15 \mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de  $0.05 \mu\text{g/L}$ . La cantidad de la muestra era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de  $10 \mu\text{g/L}$ ).

#### COMUNIDAD LUZÓN

---

En la comunidad de Luzón tomamos **tres muestras** (Figura 34) y encontramos que:

#### ETU

Detectamos ETU en una de las tres muestras, con una concentración de  $0.19 \mu\text{g/L}$  (Figura 31). El límite de detección fue de  $0.15 \mu\text{g/L}$ .

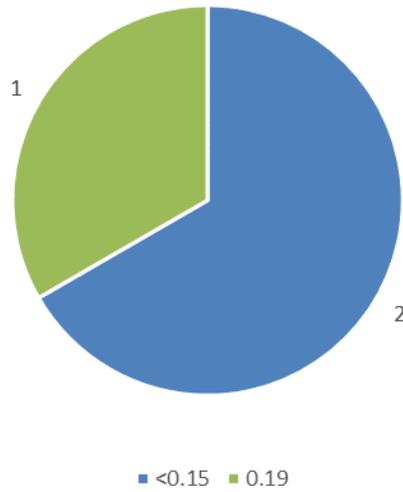


Figura 31. Muestras de agua con niveles de ETU detectable (0.19 µg/L) y no detectable (<0.15µg/L), para los pozos artesanales privados muestreados en la comunidad de Luzón.



#### MANGANESO

Detectamos manganeso en las tres muestras (29.54, 85.95, 297.52 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Una** muestra tenía una cantidad de manganeso superior a la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) (Figura 32) pero **inferior** a la máxima permitido (más de 500 µg/L).

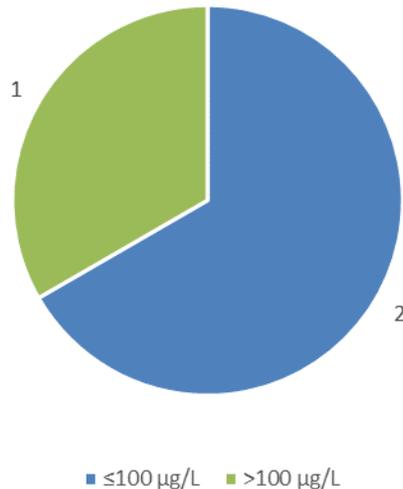
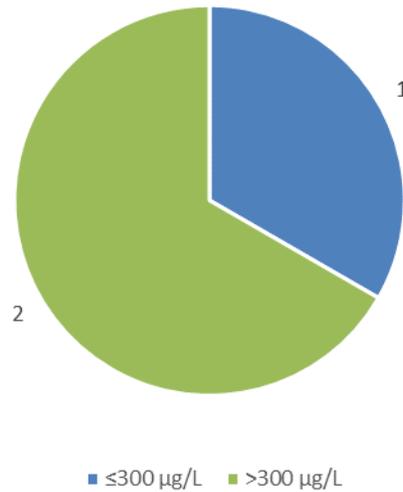


Figura 32. Muestras de agua con niveles de manganeso por encima de lo máximo recomendable (>100 µg/L), para los pozos artesanales privados de la comunidad de Luzón.



## HIERRO

Detectamos hierro en las tres muestras (185.46, 566.91, 781.16  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 10.00  $\mu\text{g/L}$ . **Dos** de las muestras tenía una cantidad de hierro arriba de la cantidad máxima permitida (más de 300  $\mu\text{g/L}$ ) (Figura 33). Una de las muestras presentaba concentraciones **más del doble** (781.16  $\mu\text{g/L}$ ) de la cantidad permitida.



IRET

**Figura 33. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido (>300  $\mu\text{g/L}$ ), para los pozos artesanales privados de la comunidad de Luzón.**

## ARSÉNICO

Detectamos arsénico en las tres muestras (0.28, 0.31, 0.45  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.06  $\mu\text{g/L}$ . La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10  $\mu\text{g/L}$ ).



**Figura 34. Pozo artesanal privado en la comunidad de Luzón**

#### CADMIO

Detectamos cadmio en una de las tres muestras (0.04  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.02  $\mu\text{g/L}$ . La cantidad de cadmio en la muestra detectada estaba muy por debajo lo máximo permitido (más de 3  $\mu\text{g/L}$ ).

#### PLOMO

Detectamos plomo en dos de las tres muestras (0.13, 0.19  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.05  $\mu\text{g/L}$ . La cantidad de la muestra era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10  $\mu\text{g/L}$ ).

#### COMUNIDAD SAHARA

---

En la comunidad de Sahara tomamos **una muestra** y encontramos que:

#### ETU

**No** detectamos el ETU. El límite de detección fue de 0.15  $\mu\text{g/L}$ .

#### MANGANESO

Detectamos manganeso en la muestra (30.70  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.05  $\mu\text{g/L}$ . La cantidad de manganeso era **inferior** a la cantidad recomendada (más de 100  $\mu\text{g/L}$ ) y a la máxima permitida (más de 500  $\mu\text{g/L}$ ).



### HIERRO

Detectamos hierro en la muestra (169.50 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. La cantidad de hierro que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en la muestra (0.43 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

### PLOMO

**No** detectamos plomo en esta muestra. El límite de detección fue de 0.05 µg/L.

### COMUNIDAD PUNTA CALIENTE

---

En la comunidad de Punta Caliente tomamos **dos muestras** y encontramos que:

### ETU

**No** detectamos el ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en las dos muestras (41.70, 417.00 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. **Una** de las muestras tenía una cantidad de manganeso (417.00 µg/L) que era **superior** a la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) pero **inferior** a la máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos hierro en las dos muestras (201.40, 347.47 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. **Una** de las muestras tenía una cantidad de hierro superior a la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en las dos muestras (0.16, 0.30 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.





## PLOMO

Detectamos plomo en las dos muestras (0.15, 1.11  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.05  $\mu\text{g/L}$ . La cantidad de la muestra era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10  $\mu\text{g/L}$ ).

## COMUNIDAD 4 MILLAS

En la comunidad de 4 Millas tomamos **5 muestras** y encontramos que:

### ETU

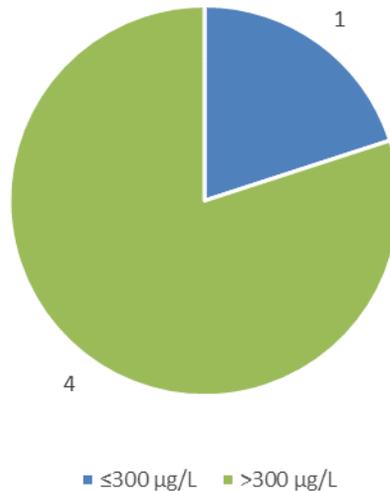
**No** detectamos el ETU. El límite de detección fue de 0.15  $\mu\text{g/L}$ .

### MANGANESO

Detectamos manganeso en las cinco muestras (rango de 1093.46-1904.97  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.05  $\mu\text{g/L}$ . Las cinco muestras mostraron cantidades de manganeso eran **superiores** a la cantidad recomendada (más de 100  $\mu\text{g/L}$ ) y la máxima permitida (más de 500  $\mu\text{g/L}$ ). Las muestras presentaban desde **dos veces** (1093.46  $\mu\text{g/L}$ ) y hasta **casi cuatro veces** la cantidad máxima permitida (1904.97  $\mu\text{g/L}$ ).

### HIERRO

Detectamos hierro en las cinco muestras (rango de 296.60-2879.11  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 10.00  $\mu\text{g/L}$ . **Cuatro** de las muestras tenía una cantidad de hierro superior a la cantidad máxima permitida (más de 300  $\mu\text{g/L}$ ) (Figura 35). La muestra con una mayor cantidad de hierro (2879.11  $\mu\text{g/L}$ ) tenía concentraciones hasta **casi diez veces** la cantidad máxima permitida.



**Figura 35. Muestras de agua con niveles de hierro por encima de lo máximo permitido ( $>300$   $\mu\text{g/L}$ ), para los pozos artesanales privados de la comunidad de 4 Millas.**

## ARSÉNICO

Detectamos arsénico en las cinco muestras (0.32-3.01  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.06  $\mu\text{g/L}$ . La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10  $\mu\text{g/L}$ ).



Figura 36. Pozo privado en la comunidad de 4 Millas.



## CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de 0.02  $\mu\text{g/L}$ .

## PLOMO

Detectamos plomo en una de las cinco muestras (0.11  $\mu\text{g/L}$ ). El límite de detección fue de 0.05  $\mu\text{g/L}$ . La cantidad de la muestra era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10  $\mu\text{g/L}$ ).

En la comunidad de 4 Millas (Figura 36), hicimos un muestreo adicional como parte de la tesis de licenciatura llamada “Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón” (Anexo 2, Informe Técnico ISA-04).

## COMUNIDAD 15 MILLAS

---

En la comunidad de 15 Millas tomamos **una muestra** (Figura 37). En esta muestra encontramos que:

### ETU

**No** detectamos el ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en la muestra (490.96 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de manganeso era **superior** a la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) pero inferior la máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos hierro en la muestra (519.71 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. La cantidad de hierro que encontramos estaba por **arriba** de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).



Figura 37. Pozo artesanal privado de la comunidad de 15 Millas



### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en la muestra (1.37 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

### PLOMO

Detectamos plomo en esta muestra (0.12 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de la muestra era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### COMUNIDAD DE LA ESPERANZA

---

En la comunidad de La Esperanza tomamos **una muestra**. En esta muestra encontramos que:

### ETU

**No** detectamos el ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en la muestra (0.27 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de manganeso era **inferior** a la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) y a la máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos hierro en la muestra (183.22 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. La cantidad de hierro que encontramos estaba por **abajo** de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en la muestra (0.19 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

### PLOMO

**No** detectamos plomo en esta muestra. El límite de detección fue de 0.05 µg/L.





## COMUNIDAD DE BRISTOL

En la comunidad de Bristol tomamos **una muestra**. En esta muestra encontramos que:

### ETU

**No** detectamos el ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en la muestra (0.70 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de manganeso era **inferior** a la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) y a la máxima permitida (más de 500 µg/L).

### HIERRO

Detectamos hierro en la muestra (49.81 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. La cantidad de hierro que encontramos estaba por **abajo** de la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en la muestra (0.88 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. La cantidad de arsénico que encontramos **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

### PLOMO

**No** detectamos plomo en esta muestra. El límite de detección fue de 0.05 µg/L.

---

## AGUA DE LLUVIA

También hay familias en algunas comunidades que toman agua llovida, como es el caso de algunos hogares en Larga Distancia.

En la comunidad de Larga Distancia tomamos **una muestra** de agua llovida y obtuvimos que:

### ETU

**No** detectamos el ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

### MANGANESO

Detectamos manganeso en la muestra (1.92 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de manganeso era **inferior** a la cantidad recomendada (más de 100 µg/L) pero inferior a la máxima permitido (más de 500 µg/L).





### HIERRO

Detectamos hierro en la muestra (16.93 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. La cantidad de hierro era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 300 µg/L).

### ARSÉNICO

**No** detectamos arsénico en la muestra. El límite de detección fue de 0.06 µg/L

### CADMIO

**No** detectamos cadmio en esta muestra. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

### PLOMO

Detectamos plomo en esta muestra (6.30 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de la muestra era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

---

#### AGUA DISTRIBUIDA POR CISTERNA

Algunas personas viviendo dentro de los cuadrantes de las bananeras Banasol (4 muestras) y Agrodisa (2 muestras), así como la comunidad Punta Caliente (1 muestra), reciben el agua a través de cisternas, la cual proviene de Sistema 3 del AyA. Se tomaron siete muestras y obtuvimos los siguientes resultados:



#### ETU

Se midió el ETU en seis de las siete muestras (Agrodisa (4) y Banasol (2)), donde **no** se detectó ETU. El límite de detección fue de 0.15 µg/L.

#### MANGANESO

Detectamos manganeso en las siete muestras (rango de 38.18-79.92 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de manganeso fue **inferior** a la cantidad máxima recomendada (más de 100 µg/L) y la máxima permitida (más de 500 µg /L).

#### HIERRO

Detectamos hierro en las siete muestras (rango de 117.66-236.31 µg/L). El límite de detección fue de 10.00 µg/L. La cantidad de hierro fue **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 300 µg /L).

#### ARSÉNICO

Detectamos arsénico en las siete muestras (rango de 0.38-0.64 µg/L). El límite de detección fue de 0.06 µg/L. Todas las muestras presentaron una cantidad de arsénico que **no** estaba por arriba de la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).



## CADMIO

**No** detectamos cadmio en ninguna de las siete muestras. El límite de detección fue de 0.02 µg/L.

## PLOMO

Detectamos plomo en dos de las siete muestras en las comunidades de Banasol (0.10 µg/L) y Punta Caliente (0.08 µg/L). El límite de detección fue de 0.05 µg/L. La cantidad de la muestra era **inferior** a la cantidad máxima permitida (más de 10 µg/L).

## ¿QUÉ NOS DICEN ESTOS RESULTADOS?

### ETU

Detectamos pequeñas cantidades de ETU en algunas de las muestras tomadas de pozos artesanales en Goly, Luzón, Bataan, Los Almendros, 28 Millas, Ramal 7 y Davao y en el Sistema de Agua 2 del AyA (que suministra agua a las comunidades de Luzón, Matina y Santa Marta), indicando posibles contaminaciones con niveles bajos de ETU.

No está completamente claro qué nivel de ETU en agua para consumo humano es aceptable. En Costa Rica, no existe un nivel máximo recomendado para el ETU en agua.

Las cantidades de niveles detectadas no parecen formar un riesgo para la salud humana y están por debajo de lo que recomienda la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA 2018). Sin embargo, siguiendo los lineamientos de la Comunidad Europea las cantidades son más altas de lo que debe ser aceptado (European Commission 1998). La Comunidad Europea sigue el principio de precaución y considera que el agua potable debe estar libre de cualquier sustancia sintética, considerando que el agua es un recurso difícil de renovar.

El ETU es muy degradable en el agua y no es tan fácil medir este compuesto en el agua. Sin embargo, es importante considerar que en varias viviendas de diferentes zonas y fuentes se detectó el ETU, no hay claridad sobre dónde pudo haberse contaminado esta agua para consumo humano, por esta razón ante la presencia de este contaminante se recomienda realizar un monitoreo contante del agua.

### MANGANESO

Las cantidades de manganeso en el agua fueron mayores en los hogares donde el agua se obtiene por pozos artesanales en comparación con los hogares que tienen el agua del Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AyA), y aquellos cuya agua se obtiene de otras fuentes.

Las cantidades de manganeso fueron especialmente altas en agua proveniente del pozo de la Bananera Bananita, así como en pozos privados en las comunidades de Davao, Ramal-7, Goshen y 4-Millas.



IRET



## METALES

El hierro se detectó en 21 de las muestras por encima del nivel máximo permitido (300 µg/L) por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, encontrándose principalmente en pozos artesanales de comunidades como Goshen, Luzón, Ramal 7, Los Almendros, 4 Millas.

Una muestra de agua (en el acueducto de Larga Distancia) se detectó arsénico por encima de la cantidad máxima permitida (10 µg/L).

Estos resultados indican también la posibilidad de que exista una contaminación microbiológica del agua en algunas fuentes de agua, como es el caso de los pozos artesanales en la comunidad de 4 Millas (Anexo 2. Informe Técnico ISA-03).

No se hicieron análisis de plaguicidas en las muestras recolectadas, solamente en un muestreo más detallado realizado en la comunidad de 4 Millas. Se considera que los plaguicidas a través del agua no podrían afectar la salud, sin embargo, es importante que los acuíferos no se contaminen con estas sustancias.

Los resultados obtenidos para el ETU, manganeso, hierro podrían indicar que en algunas zonas el agua no es de calidad para consumo humano (Anexo 2. Informe Técnico ISA-03).



## ¿QUÉ RECOMENDAMOS?

Dado los resultados encontrados en las muestras analizadas (con concentraciones que superaron las cantidades máximas permitidas de manganeso, ETU y el hierro en algunas fuentes), se recomienda extender y dotar de sistemas de acueducto a aquellas comunidades donde principalmente el acceso al agua para consumo humano sigue siendo a través de pozos propios artesanales.

Estos pozos son a menudo extremadamente vulnerables a la contaminación por su construcción y localización. No solamente los plaguicidas podrían ser un riesgo de contaminación, la presencia de animales y tanques sépticos también representan un riesgo de contaminación para esas fuentes de agua.

Es igualmente importante garantizar un monitoreo constante de la calidad de agua que toman las comunidades del cantón de Matina a través de sus ASADAS, sistemas de AyA, y viviendas que aún siguen conectadas a fuentes como nacientes, pozos, incluso agua de lluvia, con el fin de garantizar que posibles contaminaciones con estas sustancias no pongan en riesgo la salud de la población.



## ANEXOS

### ANEXO 1. RESULTADOS DE LABORATORIO

Muestreo	Nombre sistema	Pueblo	ETU (µg/L)	Mn (µg/L)	Fe (µg/L)	As (µg/L)	Cd (µg/L)	Pb (µg/L)
1	Sistema 1 (AyA)	26 Millas	<0.15	2.45	54.38	0.55	<0.02	<0.05
1	Sistema 1 (AyA)	27 Millas	<0.15	0.15	40.25	0.64	<0.02	0.16
1	Sistema 1 (AyA)	28 Millas	<0.15	0.30	52.80	0.65	0.09	0.66
1	Sistema 1 (AyA)	28 Millas	<0.15	0.44	46.81	0.64	<0.02	0.21
1	Sistema 1 (AyA)	28 Millas	<0.15	0.20	40.90	0.52	<0.02	0.08
1	Sistema 1 (AyA)	28 Millas	<0.15	0.31	41.38	0.42	<0.02	<0.05
1	Sistema 1 (AyA)	28 Millas	<0.15	0.12	47.26	0.62	<0.02	0.08
2	Sistema 1 (AyA)	28 Millas	<0.15	0.20	41.79	0.71	<0.02	<0.05
2	Sistema 1 (AyA)	28 Millas	<0.15	0.48	51.36	0.36	0.04	0.45
2	Sistema 1 (AyA)	28 Millas	<0.15	0.17	43.15	0.74	0.04	0.06
1	Sistema 1 (AyA)	Bataan	<0.15	0.34	46.11	0.71	<0.02	0.08
1	Sistema 1 (AyA)	Bataan	<0.15	2.10	49.80	0.66	<0.02	0.13
1	Sistema 1 (AyA)	Bataan	<0.15	0.20	42.50	0.69	<0.02	<0.05
1	Sistema 1 (AyA)	Bataan	<0.15	0.20	45.90	0.60	<0.02	<0.05
1	Sistema 1 (AyA)	Bataan	<0.15	1.50	42.60	0.71	<0.02	0.15
1	Sistema 1 (AyA)	Bataan	<0.15	0.20	38.00	0.52	<0.02	0.23
1	Sistema 1 (AyA)	Bataan	<0.15	1.13	48.88	0.70	<0.02	0.08
1	Sistema 1 (AyA)	Bataan	<0.15	0.18	43.37	0.68	<0.02	<0.05
1	Sistema 1 (AyA)	Davao	-	6.78	89.12	0.45	<0.02	0.22
1	Sistema 1 (AyA)	Davao	<0.15	0.07	170.97	0.28	<0.02	0.45
2	Sistema 1 (AyA)	Davao	<0.15	1.34	46.99	0.70	<0.02	<0.05
1	Sistema 1 (AyA)	Los Almendros	<0.15	0.20	47.00	0.65	<0.02	<0.05
1	Sistema 1 (AyA)	Ramal 7	<0.15	2.80	53.80	0.63	<0.02	0.13
1	Sistema 1 (AyA)	Ramal 7	<0.15	8.08	52.34	0.47	<0.02	0.16
1	Sistema 1 (AyA)	Ramal 7	-	1.93	82.71	0.55	<0.02	<0.05
1	Sistema 1 (AyA)	Ramal 7	<0.15	0.43	42.31	0.63	<0.02	<0.05
1	Sistema 2 (AyA)	Goly	<0.15	18.15	146.32	1.07	<0.02	0.38
1	Sistema 2 (AyA)	Goly	<0.15	18.96	153.62	1.20	<0.02	0.20
1	Sistema 2 (AyA)	Goly	<0.15	4.68	108.17	1.06	<0.02	0.23
1	Sistema 2 (AyA)	Goly	0.16	74.98	171.72	1.30	<0.02	<0.05
1	Sistema 2 (AyA)	Goly	<0.15	475.20	122.80	1.21	<0.02	<0.05
1	Sistema 2 (AyA)	Goly	<0.15	64.54	151.82	1.14	<0.02	<0.05
2	Sistema 2 (AyA)	Goly	0.16	64.83	165.31	1.34	0.04	<0.05
1	Sistema 2 (AyA)	Luzón	-	338.07	344.36	1.15	<0.02	0.52
2	Sistema 2 (AyA)	Luzón	<0.15	52.77	180.76	1.50	0.04	0.16
1	Sistema 2 (AyA)	Luzón	<0.15	25.87	183.71	1.52	<0.02	0.17
1	Sistema 2 (AyA)	Luzón	<0.15	29.45	151.76	1.30	<0.02	<0.05
1	Sistema 2 (AyA)	Matina	0.16	82.53	187.91	1.23	<0.02	<0.05
1	Sistema 2 (AyA)	Matina	<0.15	52.03	155.47	1.18	<0.02	<0.05





IRET

Muestreo	Nombre sistema	Pueblo	ETU (µg/L)	Mn (µg/L)	Fe (µg/L)	As (µg/L)	Cd (µg/L)	Pb (µg/L)
2	Sistema 2 (AyA)	Matina	<0.15	67.24	165.52	1.29	<0.02	<0.05
1	Sistema 2 (AyA)	Santa Marta	<0.15	12.30	143.50	1.33	<0.02	0.11
1	Sistema 2 (AyA)	Santa Marta	0.16	5.10	150.70	1.32	<0.02	<0.05
1	Sistema 2 (AyA)	Santa Marta	0.16	115.91	171.72	1.33	<0.02	<0.05
1	Sistema 2 (AyA)	Santa Marta	<0.15	113.66	160.72	0.88	<0.02	0.08
1	Sistema 2 (AyA)	Santa Marta	<0.15	94.28	150.87	1.21	<0.02	0.33
1	Sistema 3 (AyA)	Estrada	<0.15	0.16	208.82	0.61	<0.02	0.13
1	Sistema 3 (AyA)	Estrada	<0.15	0.07	172.37	0.46	<0.02	0.28
1	Sistema 3 (AyA)	Estrada	<0.15	<0.05	167.52	0.47	<0.02	<0.05
2	Sistema 3 (AyA)	Estrada	<0.15	0.08	184.12	0.45	0.04	0.26
1	Sistema 3 (AyA)	San José Creek	<0.15	0.06	221.12	0.66	<0.02	0.06
1	ASADA Barbilla	Barbilla	<0.15	0.28	48.24	0.55	<0.02	0.16
1	ASADA Barbilla	Barbilla	<0.15	0.11	48.36	0.58	<0.02	0.31
1	ASADA Línea B	B-line	<0.15	7.40	86.66	0.24	<0.02	0.21
1	ASADA Línea B	B-line	<0.15	10.54	92.07	0.32	<0.02	0.06
1	ASADA Línea B	B-line	<0.15	9.81	78.66	0.22	<0.02	0.12
1	ASADA Línea B	B-Line	-	13.98	110.17	0.24	<0.02	<0.05
1	ASADA Línea B	B-line	<0.15	9.84	78.31	0.21	<0.02	<0.05
1	ASADA Boston	Boston	<0.15	0.40	50.50	0.41	<0.02	0.07
1	ASADA Boston	Boston	<0.15	0.32	52.37	0.46	<0.02	0.08
1	ASADA Boston	Boston	-	0.15	56.54	0.42	<0.02	<0.05
1	ASADA Boston	Boston	<0.15	0.60	42.50	0.36	<0.02	<0.05
1	ASADA Boston	Boston	<0.15	0.20	58.20	0.40	<0.02	<0.05
1	ASADA Boston	Boston	<0.15	0.47	57.08	0.43	<0.02	<0.05
1	ASADA Boston	Boston	<0.15	1.75	41.52	0.16	<0.02	<0.05
2	ASADA Boston	Boston	<0.15	0.37	59.61	0.48	<0.02	<0.05
2	ASADA Boston	Boston	<0.15	0.17	59.96	0.38	<0.02	<0.05
2	ASADA Boston	Boston	<0.15	0.71	83.26	-	0.10	<0.05
1	ASADA Bristol	Bristol	<0.15	89.31	1199.11	0.23	<0.02	0.30
1	ASADA Bristol	Bristol	<0.15	14.91	253.66	0.16	<0.02	<0.05
1	ASADA Corina	Corina	<0.15	4.80	69.40	0.29	<0.02	0.07
1	ASADA Corina	Corina	<0.15	1.45	78.22	0.21	<0.02	<0.05
1	ASADA Corina	Corina	<0.15	0.30	14.50	0.24	<0.02	<0.05
1	ASADA Corina	Corina	<0.15	0.20	19.10	0.28	<0.02	<0.05
1	ASADA Corina	Corina	<0.15	0.39	49.75	0.18	<0.02	<0.05
2	ASADA Corina	Corina	<0.15	2.72	76.53	0.36	<0.02	<0.05
2	ASADA Corina	Corina	<0.15	0.83	83.21	0.20	<0.02	<0.05
1	ASADA Larga Distancia	Cuba Creek	<0.15	5.62	131.27	1.09	<0.02	<0.05
1	ASADA Larga Distancia	Larga Distancia	<0.15	206.66	281.71	3.94	<0.02	<0.05
1	ASADA Larga Distancia	Larga Distancia	<0.15	160.57	177.16	3.41	<0.02	<0.05
1	ASADA Larga Distancia	Larga Distancia	<0.15	188.42	224.01	3.72	<0.02	<0.05
2	ASADA Larga Distancia	Larga Distancia	<0.15	156.47	174.86	3.18	<0.02	<0.05



Muestreo	Nombre sistema	Pueblo	ETU (µg/L)	Mn (µg/L)	Fe (µg/L)	As (µg/L)	Cd (µg/L)	Pb (µg/L)
2	ASADA Larga Distancia	Larga Distancia	<0.15	154.92	192.86	3.65	<0.02	<0.05
2	ASADA Larga Distancia	Larga Distancia	<0.15	164.37	230.01	3.66	0.04	0.09
1	ASADA Larga Distancia	Lomas del Toro	<0.15	198.21	224.71	3.62	<0.02	0.06
1	ASADA Larga Distancia	Lomas del Toro	<0.15	173.26	689.47	14.09	<0.02	0.11
1	ASADA Larga Distancia	Lomas del Toro	<0.15	229.76	282.22	3.15	<0.02	0.43
1	ASADA Larga Distancia	Lomas del Toro	<0.15	133.56	212.47	3.57	<0.02	<0.05
1	ASADA Larga Distancia	Lomas del Toro	<0.15	153.47	302.96	3.62	<0.02	<0.05
2	ASADA Larga Distancia	Lomas del Toro	<0.15	150.02	252.01	4.09	<0.02	<0.05
1	ASADA Sahara	Sahara	<0.15	192.80	75.70	2.79	<0.02	0.10
1	ASADA Sahara	Sahara	<0.15	90.47	146.67	2.45	<0.02	0.11
1	ASADA Venecia	La Flor (Gallo Manso)	<0.15	0.60	102.70	0.94	<0.02	0.25
1	ASADA Venecia	La Flor (Gallo Manso)	<0.15	0.70	96.10	0.86	0.10	0.11
1	ASADA Venecia	La Flor (Gallo Manso)	<0.15	0.80	112.80	0.95	<0.02	0.16
1	ASADA Venecia	La Flor (Gallo Manso)	<0.15	3.28	120.66	1.02	<0.02	0.24
2	ASADA Venecia	La Flor (Gallo Manso)	<0.15	0.53	126.41	1.00	0.04	0.12
1	ASADA Venecia	La Maravilla	<0.15	0.87	86.86	0.75	<0.02	<0.05
1	ASADA Venecia	Venecia	<0.15	162.90	123.10	0.96	<0.02	0.82
2	ASADA Venecia	Venecia	<0.15	9.18	111.81	0.99	0.04	0.10
1	ASADA Zent	Brisas de Zent	<0.15	<0.05	138.70	0.26	<0.02	0.17
1	ASADA Zent	Zent Nuevo	0.25	<0.05	191.57	0.25	<0.02	0.87
1	ASADA Zent	Zent Nuevo	<0.15	<0.05	167.32	0.27	<0.02	0.29
1	ASADA Zent	Zent Nuevo	<0.15	0.10	164.21	0.24	<0.02	0.19
2	ASADA Zent	Zent Nuevo	<0.15	0.20	167.17	0.27	0.12	0.28
1	ASADA Zent	Zent Viejo	<0.15	<0.05	155.56	0.28	<0.02	0.10
1	ASADA Zent	Zent Viejo	<0.15	0.26	170.92	0.29	<0.02	0.45
1	ASADA Zent	Zent Viejo	<0.15	<0.05	165.87	0.27	<0.02	0.26
1	ASADA Zent	Zent Viejo	<0.15	<0.05	166.57	0.28	<0.02	0.53
2	ASADA Zent	Zent Viejo	<0.15	<0.05	168.02	0.27	0.04	0.57
2	ASADA Zent	Zent Viejo	<0.15	<0.05	187.07	0.29	0.04	0.58
1	CAAR	La Esperanza	<0.15	1.00	52.80	0.16	<0.02	<0.05
1	CAAR	La Esperanza	<0.15	0.42	48.39	0.15	<0.02	<0.05
1	Pozo privado finca bananera	Bananita	<0.15	1152.46	1039.11	5.03	<0.02	0.07
1	Pozo privado finca bananera	Bananita	<0.15	1340.46	1840.11	5.67	<0.02	0.08
1	Pozo privado finca bananera	Bananita	<0.15	1389.96	2496.32	6.83	<0.02	0.12
2	Pozo privado finca bananera	Bananita	<0.15	1209.00	1487.90	3.87	0.04	0.72



Muestreo	Nombre sistema	Pueblo	ETU (µg/L)	Mn (µg/L)	Fe (µg/L)	As (µg/L)	Cd (µg/L)	Pb (µg/L)
1	Pozo privado finca bananera	Santa Marta	<0.15	233.10	281.66	6.24	<0.02	<0.05
1	Pozo privado finca bananera	Saborío	<0.15	157.81	889.11	1.55	<0.02	<0.05
1	Cuerpo de agua sin tratar	Colonia Puriscaleña	<0.15	1.19	53.23	0.08	<0.02	0.08
1	Cuerpo de agua sin tratar	Espabel Abajo	<0.15	2.70	48.30	0.21	<0.02	<0.05
1	Cuerpo de agua sin tratar	Espabel Abajo	<0.15	0.84	60.34	0.42	<0.02	0.07
2	Cuerpo de agua sin tratar	Espabel Abajo	<0.15	3.25	69.61	0.39	<0.02	<0.05
1	Cuerpo de agua sin tratar	Espabel Arriba	<0.15	19.64	331.07	<0.06	0.04	0.06
1	Cuerpo de agua sin tratar	San Miguel	0.20	6.65	57.44	<0.06	0.04	<0.05
1	Cuerpo de agua sin tratar	San Miguel	<0.15	8.06	126.27	0.12	<0.02	0.14
2	Cuerpo de agua sin tratar	San Miguel	<0.15	31.11	125.27	0.16	0.04	0.34
1	Cuerpo de agua sin tratar	Corina	<0.15	3.60	79.00	0.38	<0.02	<0.05
1	Pozo artesanal privado	15 Millas	<0.15	490.96	519.71	1.37	<0.02	0.12
1	Pozo artesanal privado	23 Millas	<0.15	81.13	270.66	0.41	<0.02	0.15
1	Pozo artesanal privado	4 Millas	<0.15	1317.46	296.60	1.34	<0.02	<0.05
1	Pozo artesanal privado	4 Millas	<0.15	1093.46	472.90	1.02	<0.02	<0.05
1	Pozo artesanal privado	4 Millas	<0.15	1599.96	2879.11	0.32	<0.02	0.11
2	Pozo artesanal privado	4 Millas	<0.15	1695.47	570.96	3.01	<0.02	<0.05
2	Pozo artesanal privado	4 Millas	<0.15	1904.97	540.56	1.68	<0.02	<0.05
1	Pozo artesanal privado	Bananita	<0.15	6.26	248.11	0.09	<0.02	1.10
1	Pozo artesanal privado	Goly	0.16	2.64	138.36	0.08	<0.02	<0.05
1	Pozo artesanal privado	Goshen	<0.15	507.46	247.51	1.25	<0.02	<0.05
1	Pozo artesanal privado	Goshen	<0.15	596.56	2263.11	2.64	<0.02	0.10
1	Pozo artesanal privado	Goshen	<0.15	391.30	596.70	0.45	<0.02	0.96
1	Pozo artesanal privado	Goshen	<0.15	550.60	3104.61	3.75	<0.02	0.06
1	Pozo artesanal privado	La Esperanza	<0.15	0.27	183.22	0.19	<0.02	<0.05
2	Pozo artesanal privado	Luzón	0.19	297.52	781.16	0.45	0.04	0.13
1	Pozo artesanal privado	Luzón	<0.15	29.54	185.46	0.28	<0.02	<0.05
1	Pozo artesanal privado	Luzón	<0.15	85.95	566.91	0.31	<0.02	0.19
1	Pozo artesanal privado	Punta Caliente	<0.15	417.00	201.40	0.30	<0.02	0.15
1	Pozo artesanal privado	Punta Caliente	<0.15	41.70	347.47	0.16	<0.02	1.11
1	Pozo artesanal privado	Sahara	<0.15	30.70	169.50	0.43	<0.02	<0.05
1	Pozo artesanal privado	Bristol	<0.15	0.70	49.81	0.88	<0.02	<0.05
1	Distribución por cisterna	Agrodisa	<0.15	61.49	135.21	0.47	<0.02	<0.05
1	Distribución por cisterna	Agrodisa	<0.15	61.94	164.97	0.60	<0.02	<0.05
1	Distribución por cisterna	Agrodisa	<0.15	38.18	131.97	0.38	<0.02	<0.05





Muestreo	Nombre sistema	Pueblo	ETU (µg/L)	Mn (µg/L)	Fe (µg/L)	As (µg/L)	Cd (µg/L)	Pb (µg/L)
2	Distribución por cisterna	Agrodisa	<0.15	79.92	236.31	0.52	<0.02	<0.05
1	Distribución por cisterna	Banasol	<0.15	73.88	195.11	0.57	<0.02	0.10
2	Distribución por cisterna	Banasol	<0.15	59.48	117.66	0.64	<0.02	<0.05
1	Distribución por cisterna	Punta Caliente	-	74.80	191.87	0.63	<0.02	0.08
1	Agua de lluvia	Larga Distancia	<0.15	1.92	16.93	<0.06	0.04	6.30

ETU=Etilentiourea, Mn=Manganeso, Fe=Hierro, As=Arsénico, Cd=Cadmio, Pb=Plomo.

## ANEXO 2. INFORME TÉCNICO ISA-03: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD DE 4 MILLAS DE MATINA. LIMÓN"

Informe Técnico 03. Evaluación de la calidad para consumo humano en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón. 2013. Claudia H:

[http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material\\_informativo/2013\\_ISA-03\\_Hernandez.pdf](http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material_informativo/2013_ISA-03_Hernandez.pdf)

Anexo 1-3:

[http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material\\_informativo/2013\\_ISA-03\\_Anexo\\_1-3.pdf](http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material_informativo/2013_ISA-03_Anexo_1-3.pdf)

Anexo 4-1

[http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material\\_informativo/2013\\_ISA-03\\_Anexo\\_4\\_1.pdf](http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material_informativo/2013_ISA-03_Anexo_4_1.pdf)

Anexo 4-2

[http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material\\_informativo/2013\\_ISA-03\\_Anexo\\_4\\_2.pdf](http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material_informativo/2013_ISA-03_Anexo_4_2.pdf)

Anexo 4-3

[http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material\\_informativo/2013\\_ISA-03\\_Anexo\\_4\\_3\\_peq.pdf](http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material_informativo/2013_ISA-03_Anexo_4_3_peq.pdf)

Anexo 4-4

[http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material\\_informativo/2013\\_ISA-03\\_Anexo\\_4\\_4.pdf](http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material_informativo/2013_ISA-03_Anexo_4_4.pdf)

Anexo 5

[http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material\\_informativo/2013\\_ISA-03\\_Anexo\\_5.pdf](http://www.isa.una.ac.cr/images/articulos/material_informativo/2013_ISA-03_Anexo_5.pdf)



IRET

## REFERENCIAS

- Barraza, D., Jansen. K., van Wendel de Joode, B., Wesseling, C. 2011. Pesticide use in banana and plantain production and risk perception among local actors in Talamanca, Costa Rica. *Environ Res* 111(5):708–717.
- Bravo, V., de la Cruz, E., Herrera, G., Ramírez, F. 2013. Uso de plaguicidas en cultivos agrícolas como herramienta para el monitoreo de peligros en salud. *Uniciencia* 27(1):351–376.
- Constitución Política de la República de Costa Rica. Asamblea Nacional Constituyente, San José, Costa Rica, 08 de noviembre de 1949
- Decreto Ejecutivo 32237-S: Reglamento para la Calidad del Agua Potable en Costa Rica. *Diario La Gaceta*, San José, Costa Rica, 10 de febrero del 2005.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2018. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables. EPA 822-F-18-001. U.S. EPA, Washington, DC.
- European Commission. 1998. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 1980. Manganese. Rome.
- Goldner, W., Sandler, D., Yu, F., Hoppin, J., Kamel, F., Le Van, T. 2010 Pesticide use and thyroid disease among women in the agricultural health study. *American Journal of Epidemiology*. 171(4): 455-464. <https://doi.org/10.1093/aje/kwp404>
- Hernández, C. 2016. Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón. Tesis. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica
- Khera KS. 1987. Neuronal degeneration caused by ethylenethiourea in neuronal monocell layers in vitro and in fetal rat brain in vivo. *Teratology*. 36(1):87-93. doi: 10.1002/tera.1420360112.
- Ley 1634: Ley General de Agua Potable. *Diario La Gaceta*, San José, Costa Rica, 18 de setiembre de 1953.
- Ley 5395: Ley General de Salud. *Diario La Gaceta*, San José, Costa Rica, 24 de febrero de 1974.
- Ley 7317: Ley de Conservación de la Vida Silvestre. *Diario La Gaceta*, San José, Costa Rica, 07 de diciembre de 1992.
- Ley 7554: Ley Orgánica del Ambiente. *Diario La Gaceta*, San José, Costa Rica, 13 de noviembre de 1995.
- Ley 7779: Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos. *Diario La Gaceta*, San José, Costa Rica, 30 de abril de 1998
- Ley 7788: Ley de Biodiversidad. *Diario La Gaceta*, San José, Costa Rica, 27 de junio de 1998.
- Mora, A.M., Van Wendel De Joode, B., Mergler, D., Córdoba, L., Cano, C., Quesada, R., et al. Blood and hair manganese concentrations in pregnant women from the Infants' Environmental Health Study (ISA) in Costa Rica. *Environ. Sci. Technol.* 48, 3467-3476. <http://dx.doi.org/10.1021/es404279r>.
- Steenland, K., Cedillo, L., Tucker, J., Hines, C., Sorensen, K., Deddens J et al. 1997. Thyroid hormones and cytogenetic outcomes in backpack sprayers using ethylenebis(dithiocarbamate) (EBDC) fungicides in Mexico. *Environ Health Perspect* 105:1126–1130.



- U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 2005a. Reregistration Eligibility Decision for Mancozeb List B Case No. 0643, EPA 738-R-04e012.
- van Wendel de Joode B, Mora AM, Córdoba L, Cano JC, Quesada R, Faniband M, et al. 2014. Aerial application of mancozeb and urinary ethylene thiourea (ETU) concentrations among pregnant women in Costa Rica: the Infants' Environmental Health study (ISA). *Environ Health Perspect* 122(12):1321– 1328, PMID: 25198283, <https://doi.org/10.1289/ehp.1307679>.
- van Wendel de Joode B, Mora AM, Lindh CH, Hernández-Bonilla D, Córdoba L, Wesseling C, et al. 2016b. Pesticide exposure and neurodevelopment in children aged 6–9 years from Talamanca, Costa Rica. *Cortex* 85:137–150, PMID: 27773359, <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.09.003>.
- van Wendel de Joode, B., Barbeau, B., Bouchard, MF., Mora, AM., Skytt, A., Córdoba, L., et al. 2016a. Manganese concentrations in drinking water from villages near banana plantations with aerial mancozeb spraying in Costa Rica: results from the Infants' Environmental Health Study (ISA). *Environ Pollut* 215:247–257, PMID: 27208757, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.04.015>.