

INFORME TÉCNICO

ISA-03

Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en la Comunidad
de 4 Millas de Matina, Limón

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

www.isa.una.ac.cr

Claudia Hernández Víquez

Este informe forma parte de un proyecto de graduación para optar por el
grado de Licenciatura en Gestión Ambiental con énfasis en Tecnologías
Limpias

Tutora: Berna van Wendel de Joode

Universidad Nacional

Octubre, 2013

CONTENIDO

Contexto de este proyecto	3
¿Por qué la comunidad de 4 Millas?	3
¿Qué hicimos?	4
Las actividades que realizamos en la comunidad de 4 Millas fueron:	4
¿En qué nos basamos? marco legal	8
¿Qué encontramos?	10
1. Usos del agua	10
2. Resultados de las muestras de agua	12
Agua de los pozos	12
En el agua de lluvia	17
En el agua del pozo ubicado en la playa	18
¿Qué nos dicen estos resultados?	19
¿Qué recomendamos?.....	20

CONTEXTO DE ESTE PROYECTO

El Programa Infantes y Salud ambiental (ISA) (www.isa.una.ac.cr), trabaja en la comunidad de 4 Millas como parte de un estudio sobre los efectos que pueden tener los plaguicidas y sus residuos sobre el crecimiento y el sistema nervioso de niños y niñas cuyas madres estuvieron en contacto con estos plaguicidas durante el embarazo. También estudiamos el agua de consumo humano para entender cómo los plaguicidas se desplazan en el ambiente y si el agua es una posible ruta de contacto. Este proyecto se ejecutó como parte de un trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Gestión Ambiental con énfasis en Tecnologías Limpias.

¿POR QUÉ LA COMUNIDAD DE 4 MILLAS?

Escogimos a la comunidad de 4 Millas para hacer mediciones análisis de agua de consumo humano por las siguientes razones:

2009- Un diagnóstico inicial con preguntas a miembros de la comunidad, nos permitió conocer que:

- El acceso al agua para consumo humano es únicamente a través de pozos artesanales.
- Algunos habitantes de la comunidad señalaron como uno de sus problemas principales y preocupación, la calidad del agua de dichos pozos.
- Algunas personas mencionaron estar preocupadas por la posible contaminación de las fuentes de agua producto de las fumigaciones aéreas, ya que habían observado la muerte de peces en los canales de riego después de aplicaciones de plaguicidas.

2011- Realizamos un primer muestreo de agua en el Cantón de Matina. Encontramos que 3 de las 4 muestras analizadas en 4 Millas, pasaron el nivel máximo permitido de manganeso dispuesto en la norma nacional.

2012- Presentamos los resultados de agua a la oficina cantonal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). El AyA nos recomendó profundizar el estudio en una de las comunidades que presentara concentraciones más altas y de donde el agua se obtuviera de pozo artesanales.

¿QUÉ HICIMOS?

LAS ACTIVIDADES QUE REALIZAMOS EN LA COMUNIDAD DE 4 MILLAS FUERON:

2011 – Presentamos a la Asociación de Desarrollo los resultados de las 4 muestras de agua tomadas en la comunidad de 4 Millas. Presentamos los objetivos del estudio, las actividades que realizaríamos y acordamos el seguimiento de reuniones y talleres con la Asociación y con la comunidad.

2012 – De setiembre a octubre:

- Colocamos todas las casas de la comunidad de 4 millas en un mapa (en total 189 casas) de las cuales 147 casas tenían un pozo propio.
- De las 147 casas con pozo propio, entrevistamos al azar a 55 personas para conocer cómo las personas manejan el pozo y usan el agua.

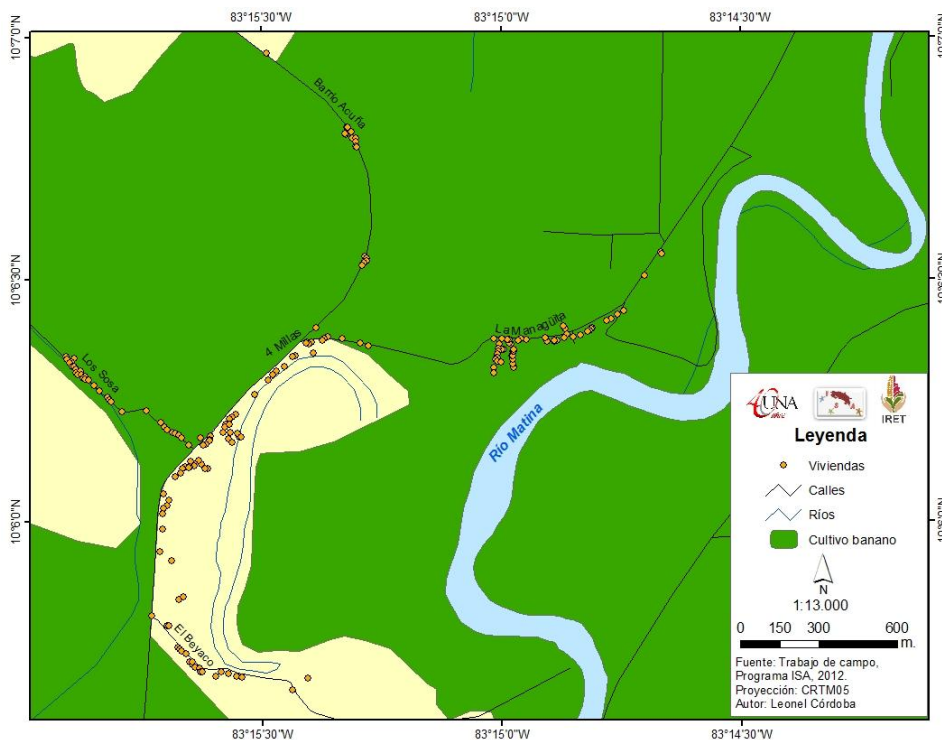


Figura 1. Mapa del pueblo de 4-Millas (Leonel Córdoba)

2012 – 2013

Para tener resultados de la calidad de agua de la comunidad de 4 Millas, sacamos al azar una sub-muestra de 25 de las 55 personas. Para estas 25 personas, recolectamos muestras de agua de los pozos que usaron en octubre y noviembre del 2012. Repetimos el muestreo en 20 de los 25 pozos en el mes de abril del 2013.



Figura 2. Toma de muestras de agua en las casas seleccionadas aleatoriamente, comunidad de 4 Millas.

Adicionalmente, tomamos tres muestras de agua de lluvia y una muestra de un pozo ubicado en la playa, en el mes de abril del 2013.

En las muestras de agua se midió:

- Metales pesados como el cobre, manganeso, hierro, magnesio, sodio, potasio, calcio, zinc, arsénico (Laboratorio de análisis ambiental, EDECA, Universidad Nacional);
- Metales disueltos y metales totales, por ejemplo el manganeso (Laboratorio de análisis ambiental, EDECA, Universidad Nacional);
- Características físicas del agua como la turbiedad, el color, la temperatura, alcalinidad, pH, conductividad, sulfatos, cloruros y nitrato (Laboratorio de análisis ambiental, EDECA, Universidad Nacional);
- Características microbiológicas, como bacterias fecales (Laboratorio de Microbiología de Alimentos, Universidad de Costa Rica);
- Plaguicidas (Laboratorio de Residuos de Plaguicidas (LAREP), IRET, Universidad Nacional).

2012 -2013 Desde el mes de agosto del 2012 realizamos talleres con la Asociación de Desarrollo y representantes de otros grupos comunitarios, para discutir la situación del agua en la comunidad, y estrategias para fortalecer la participación comunitaria y cómo devolveríamos los resultados a la comunidad. Las metodologías usadas en estos talleres fueron desarrollados por la la Comunidad de Práctica sobre el enfoque ecosistémico en América Latina y el Caribe (CoPEH-LAC) (www.una.ac.cr/copehlac).



Figura 3. Participantes de los talleres con la Asociación de Desarrollo y representantes de otros grupos comunitarios que fueron organizados como parte de las actividades del Programa ISA y la Comunidad de Práctica sobre el enfoque ecosistémico en América Latina y el Caribe (CoPEH-LAC).

Para trabajar sobre la calidad de agua que consumen las personas en la comunidad de 4 Millas, 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 Orgánica del Ambiente (Artículos 59 al 72):**

Señala lineamientos generales y específicos de acuerdo al 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 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 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 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 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 de Uso, Manejo y Conservación del Suelo (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.

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.

¿QUÉ ENCONTRAMOS?

1. USOS DEL AGUA

De las preguntas que hicimos al azar a 55 personas de la comunidad, obtuvimos información acerca de cómo las personas usan y manejan el pozo y agua que consumen.

Algunos de los resultados que obtuvimos:

- El agua generalmente es sacada con bomba (50 de las 55 personas entrevistadas, un 91%), y en menor cantidad sacan el agua de forma manual (5 de las 55 personas, un 9%).
- La mayor cantidad de familias entrevistadas beben el agua de su pozo artesanal: 45 de las 55 entrevistadas, un 82%).

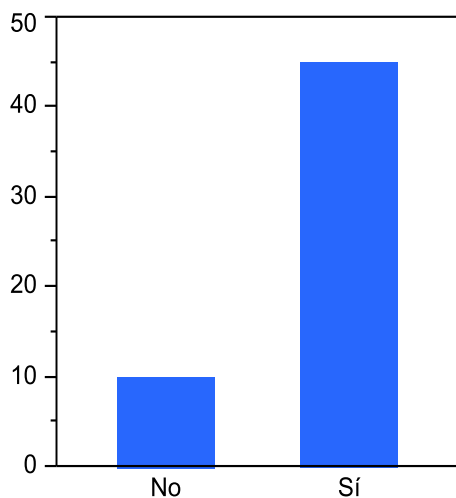


Figura 4. Personas que indicaron beber el agua sí o no.

- De las 10 personas que indicaron no beberlo, tres compran agua embotellada, **cuatro personas reportaron consumir agua de lluvia**, dos consumen de otro pozo (vecino), y una trae agua de otro acueducto a través de familiares.
- Todas las personas indicaron usar el agua de pozo para limpiar, lavar y bañarse.
- Casi la mitad de las personas indicó limpiar el pozo una vez al año (24 de las 50 personas que contestaron esta pregunta, un 48%), 21 (42%) personas varias veces al

año, y 5 (10%) personas indicaron limpiar su pozo mensualmente.

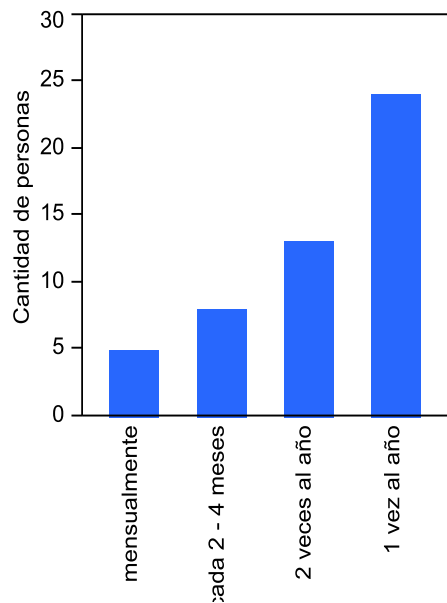


Figura 5. Frecuencia con que limpian el pozo.

- Casi la mitad de las personas que preguntamos, indican añadir cloro al agua de su pozo.
- Menos personas hierven el agua antes de tomarla: solamente siete de los 55 entrevistados (13%).

2. RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA

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).

En los muestreos que hicimos encontramos que el manganeso y los coliformes fecales tenían valores que estaban arriba de lo máximo permitido por el Ministerio de Salud.

AGUA DE LOS POZOS

MANGANESO

Manganeso es un metal. Nuestro cuerpo necesita pequeñas cantidades de manganeso.

Sin embargo, en cantidades grandes puede ser dañino y afectar nuestro sistema nervioso.

En los dos muestreos que hicimos, **más de la mitad** de las muestras tenían cantidades por encima de las cantidades máximas permitidas (es decir más de 0.5 mg/L).

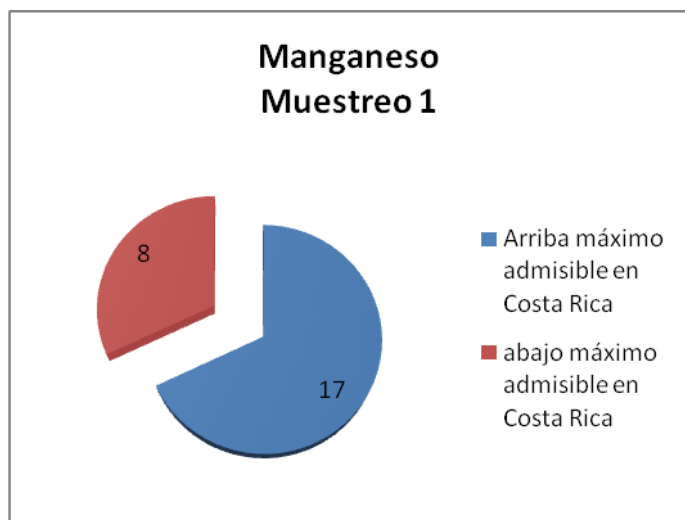


Figura 6a. 17 de las 25 muestras por encima de lo máximo permitido

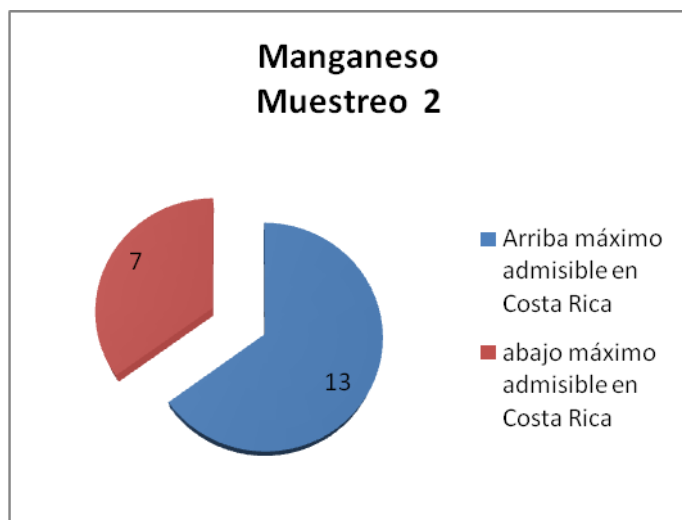
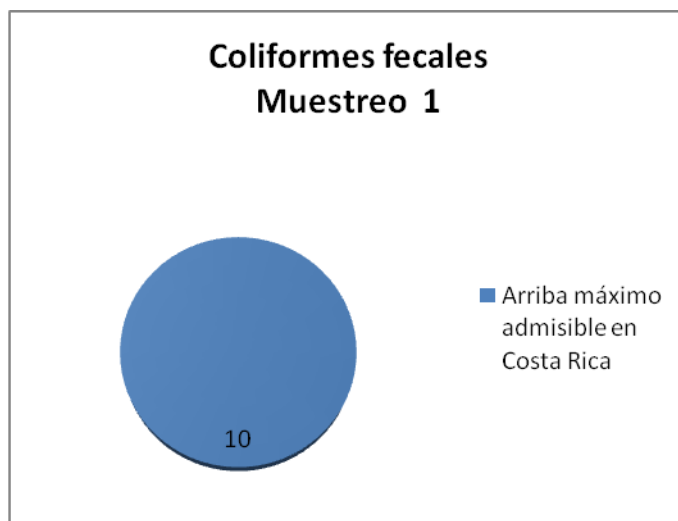


Figura 6b. 13 de las 20 muestras por encima de lo máximo permitido.

COLIFORMES FECALES

Para 10 muestras de agua de pozo hicimos analices adicionales por bacterias. **Todas** las 10 muestras tenían bacterias llamadas '**coliformes**'.

La presencia de coliformes en el agua generalmente indica una contaminación por heces. Los coliformes pueden causar diarrea.



10 de las 10 muestras por encima de lo máximo permitido

Aparte de los coliformes... encontramos Cafeína

En 4 de las 12 muestras detectamos cafeína, lo cual indica que existe una infiltración de las aguas negras hacia estos pozos.

PLAGUICIDAS

En 12 de los 25 pozos tomamos una muestra de agua adicional, para verificar si el agua contenía plaguicidas.

No existen límites de plaguicidas en agua de consumo en Centroamérica; por ello utilizamos el valor de referencia de 0.1 µg/L que establece la Unión Europea para cualquier plaguicida, y 0.5 µg/L por el total de plaguicidas (Council Directive 98/93/EC).

En las muestras del agua de pozo que analizamos encontramos tres tipos de plaguicidas.

ETOPROFOS

Encontramos que:

- **Cinco de las 12 muestras** (42%) tenían cantidades detectables de **etoprofos**:
 - o Cuatro muestras tenían entre 0,01 – 0.05 µg/L.
 - o Una de las 12 muestras tenía una cantidad cuantificable: 0.1 µg/L

Etoprofos es un nematocida su clasificación según la Organización Mundial de la Salud (OMS) es 'extremamente peligroso' por su alta toxicidad inmediata.

Según el manual de plaguicidas del IRET-UNA (<http://www.ftm.una.ac.cr/plaguicidasdecentroamerica/>), conocimientos ambientales en Costa Rica por este plaguicida son:

- Determinado en el 2006 en aguas para consumo humano en la cuenca del Sixaola.
- También fue detectado en agua superficial de la cuenca del río Suerte y del área de Conservación Tortuguero entre 1993-1998 en concentraciones que representan un riesgo agudo bajo y un riesgo crónico extremadamente alto para organismos acuáticos.
- Determinado en el 2001 y 2007 en muestras de agua superficial de canales, quebrada y río de áreas de cultivo de piña en Pocora, Siquirres.
- Detectado en muestras de agua superficial cercanas a cultivos de piña del Caribe (2007). Detectado en el pelo de una población de perezosos que habita en el Caribe cerca de cultivos de banano y piña (2005-2007). También se ha detectado en muestras de agua superficial y de organismos acuáticos luego de eventos de mortalidad de fauna acuática en esa misma región.

EPOXICONAZOL

Encontramos que:

- **Tres de las 12** muestras (25%) contenían trazas de **epoxiconazole**
 - o Dos muestras con cantidades detectables: entre 0.04 y 0.05 µg/L
 - o Una muestra tenía una cantidad cuantificable: 0.2 µg/L

Epoxiconazole es un fungicida aplicado por fumigación aérea en banano;

- Su toxicidad inmediata es relativamente baja (clasificación III OMS).
- Según la Unión Europea, este plaguicida puede causar posibles efectos carcinógenos, posible riesgo de perjudicar la fertilidad, posible riesgo durante el embarazo, de causar daños al feto.

FENPROPIMORF

Encontramos que:

- **Una de las 12** muestras (8%) tenía **fenpropimorf**. El laboratorio en este momento no puede cuantificar la concentración exacta de este plaguicida.

Fenpropimorf es un fungicida aplicado por fumigación aérea en banano.

- Según la OMS no presenta un peligro agudo (OMS).
- Según la Unión Europea, este plaguicida puede causar efectos nocivos por ingestión, irritación de la piel, y forma un posible riesgo durante el embarazo de causar daños al feto.

OTROS INDICADORES

En los muestreos que hicimos encontramos:

- Tanto para el primero como el segundo muestreo, 3 de 5 muestras tuvieron una **conductividad** mayor a lo que recomienda el Ministerio de Salud (400 µ/cm).
- En el primer muestreo que hicimos, las cinco muestras tuvieron una **turbiedad** mayor a lo que recomienda el Ministerio de Salud (<1 UNT), mientras para el segundo muestreo solamente para dos de las cinco muestras de agua.
- Dureza total: una de las 11 muestras tenía un valor arriba del valor recomendado (400 mg/L CaCO₃).
- Sodio: una de las 31 muestras tenía un valor arriba del valor recomendado (25 mg/L).
- Potasio: dos de las 31 muestras tenían un valor arriba del valor máximo permitido (10 mg/L).

- Calcio: una de las 33 muestras tenía un valor arriba del valor recomendado (100 mg/L).

En los dos muestreos¹ que realizamos, otros valores como el **cloruro, el nitrato, el sulfato, el cobre, el magnesio, el zinc, el hierro, el arsénico** no sobrepasaron el valor recomendado por el Ministerio de Salud.

¹ En el muestreo inicial que realizamos en el 2011, encontramos que tres de las cuatro muestras tomadas tenían concentraciones de hierro relativamente altas, por encima de lo máximo permitido.


Tomamos 3 muestras de agua de lluvia y encontramos que:

- El **manganeso** estaba por encima de lo recomendado y por debajo de lo máximo permitido.
- Las tres muestras tenían bacterias llamadas **coliformes fecales**.
- **PLAGUICIDAS²**:
 - **Dos** de las tres muestras tenían el **nematicida casudafofos: 0.07 y 0.06 µg/L**
 - Las **tres** muestras tenían el **insecticida clorpirifos**, entre **0.02 y 0.05 µg/L**
 - Las **tres** muestras tenían el insecticida **buprofezin**, dos tenían **0.04 µg/L** y una tenía entre **0.005 y 0.02 µg/L**
 - **Una** de las tres muestras tenía el **fungicida difenoconazol: 0.2 µg/L**
 - **Una** de las tres muestras tenía el **fungicida epoxiconazol: 0.08 µg/L**
- Las tres muestras tenían una **turbiedad** mayor a la que recomienda el Ministerio de Salud.

² Véase anexos para más información sobre los plaguicidas encontrados

EN EL AGUA DEL POZO UBICADO EN LA PLAYA

Tomamos 1 muestra en un pozo ubicado en la playa y encontramos que:

- El **manganeso** estaba por encima de lo recomendado y por debajo de lo máximo permitido.
 - La muestra no tenía bacterias llamadas **coliformes fecales**.
 - Tenía una **turbiedad** mayor a la que recomienda el Ministerio de Salud.
 - No encontramos plaguicidas en esta muestra.
- 

¿QUÉ NOS DICEN ESTOS RESULTADOS?

- Las cantidades de manganeso en las muestras de **agua tomadas de los pozos** son altas y muchas veces están por encima de lo máximo permitido.
- Además el agua de los pozos contiene bacterias llamadas coliformes fecales.
- De acuerdo a estos resultados, consideramos que el agua de los pozos no es apto para tomar.
- La presencia de plaguicidas en una parte de las muestras de agua es preocupante desde una perspectiva ambiental.
- La presencia de estos, no solamente indica una posible contaminación por deriva causado por las aplicaciones aéreas de fungicidas como epoxiconazol y fenpropimorf; sino también indica una posible contaminación de aguas subterráneas por el nematicida etoprofos.
- En el **agua de lluvia** también encontramos coliformes fecales, posiblemente causado por una contaminación en el momento de recoger o almacenar el agua.
- Las concentraciones de manganeso en el agua de lluvia son menores y no llegan a las concentraciones máximas permitidas. Sin embargo, por ser agua de lluvia llama la atención que las cantidades siempre son considerables.
- Lo anterior posiblemente se debe a que las personas recogen el agua de lluvia de sus techos. Posiblemente, en el momento de que se realizan las fumigaciones aéreas de mancozeb, un fungicida que contiene alrededor de un 20% manganeso, el fungicida se deriva y contamina los techos de las casa de 4-Millas; las casas de 4-Millas se encuentran cercanas a las fincas bananeras. De la misma manera se puede explicar que encontramos otros fungicidas aplicados por vía aérea en el agua de lluvia como el difenoconazol, epoxiconazol, clorotalonil y pirimetanil.
- Aparte de los fungicidas, se detectaron también nematicidas e insecticidas usados en las bolsas celestes para proteger la fruta del banano. Posiblemente los plaguicidas se evaporan y luego se precipitan con el agua de lluvia. Otra posibilidad es que los plaguicidas se adhieren a polvo y que este polvo se deposita en los techos de las casas, y que el agua de lluvia se contamina en el momento de recogerlo.
- Las cantidades de plaguicidas que encontramos en el agua son relativamente bajas y probablemente no forman un riesgo para la salud humana. Sin embargo, comparando las

cantidades encontradas con las directrices de la Comunidad Europea (Ref), estas son relativamente altas y para varias muestras las cantidades sobrepasan el límite de 0.1 ug/L. La Comunidad Europea ha decidido seguir el principio de precaución y por lo tanto el agua debe ser libre de sustancias sintéticas sin considerar su toxicidad.

- La presencia de los plaguicidas indica que la actividad bananera contamina el ambiente de la comunidad de 4 Millas, incluyendo el agua.

¿QUÉ RECOMENDAMOS?

Recomendamos hervir el agua de pozo y lluvia antes de tomarla por mínimo 1 minuto para matar las bacterias y dejarlo enfriar de forma natural antes de consumirla.

También recomendamos filtrar el agua para disminuir su turbidez y que ésta sea más aceptable para consumirla.

Es importante que el agua de lluvia no caiga directamente del techo de la casa para disminuir su contaminación con posibles plaguicidas.

El manganeso no se puede eliminar hirviendo el agua, por lo que recomendamos presentar estos resultados a las autoridades como el Instituto de Acueductos y Alcantarillados y el Ministerio de Salud, con el fin de discutir sobre posibles soluciones y buscar una mejora en la calidad del agua para los habitantes de 4 Millas. Nosotros de la Universidad Nacional, representantes del Programa ISA podemos acompañar a los representantes de la comunidad para presentar estos resultados a las instituciones.

Anexos