



Informar a los pobladores de El Descanso (Breña Tres), sobre la calidad física, química y microbiológica de sus fuentes de agua, Nandaime, Granada, 2016

To inform the inhabitants of El Descanso (Breña Tres) about the physical, chemical, and microbiological quality of their water sources, Nandaime, Granada. 2016

Rojas Cerda, Kathia Vanessa; Altamirano Espinoza, Maximina

 Kathia Vanessa Rojas Cerda
kathia.rojas@cira.unan.edu.ni
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,
Managua, Nicaragua

 Maximina Altamirano Espinoza
maximina.altamirano@cira.unan.edu.ni
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,
Managua, Nicaragua

Revista Torreón Universitario
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua,
Nicaragua
ISSN: 2410-5708
ISSN-e: 2313-7215
Periodicidad: Cuatrimestral
vol. 10, núm. 28, 2021
revis.torreon.faremc@unan.edu.ni

Recepción: 14 Mayo 2020
Aprobación: 20 Abril 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/387/3872112011/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.5377/rtu.v10i28.11533>

El autor o los autores de los artículos, ensayos o investigaciones conceden a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua) los derechos de edición (copyright) del trabajo enviado, por consiguiente la Universidad cuenta con el derecho exclusivo para publicar el artículo durante el periodo completo de los derechos de autor.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Resumen: Este estudio se realizó en la comunidad El Descanso (Breñas Tres), la cual cuenta con una población de 140 habitantes, siendo la agricultura la principal actividad económica. La fuente de abastecimiento de agua es subterránea, constituyendo la agricultura un riesgo potencial de contaminación del acuífero por agroquímicos empleados. Esto a su vez, es un peligro latente para la salud de la población, ya que desconocen la calidad del agua. La ONU estableció en el 2010 como derecho fundamental del ser humano el acceso al agua; sin embargo, no basta con suplir suficiente cantidad de agua, sino que también es necesario que sea de buena calidad para asegurar la salud humana; de modo que el presente estudio evaluó las condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas de los pozos de esta zona; a la vez se analizó la persistencia de los plaguicidas organoclorados y organofosforados en medios hídricos. A partir del 2011, el gobierno estableció como requisito para todo pozo el análisis de arsénico total para hacer uso del agua, de ahí que también este análisis fuera incluido en esta investigación. Se monitorearon once pozos excavados y un pozo perforado. Como resultados analíticos obtenidos se muestra que las aguas tienen buena calidad respecto a los parámetros fisicoquímicos, plaguicidas y arsénico total para consumo humano de acuerdo a las normas de calidad utilizadas; sin embargo, su calidad en cuanto a los indicadores de contaminación microbiológica no es apta para consumo humano ya que se detectaron concentraciones de Coliformes Totales y *Escherichia Coli* en las tres fuentes monitoreadas.

Palabras clave: Calidad del Agua, arsénico total, plaguicidas, *Escherichia Coli*.

Abstract: A study on the water quality was performed in the community El Descanso (Breñas Tres), which has a population of 140 members; agriculture is currently their main economic activity. The water supply is underground, providing agriculture with a potential risk of aquifer contamination by agrochemicals used. At the same time, is a latent danger for the population health, because people don't know on the daily drinking water. On the other hand, the ONU has established access to water as a fundamental right of human beings in 2010; however, it

isn't enough to supply a lot water, but it also needs to be of good quality for the assurance of human health; for this reason, this study assessed the physiochemicals and bacteriological conditions of wells in this area; both organochlorinated and organophosphorous pesticides were analyzed. With this in mind, as of 2011, the government established as a mandatory requirement for every any the total arsenic analysis to make use of water; hence, this analysis was also included in this research. Eleven excavated wells and a drilled well were monitored. Analytical results indicate the obtention of good quality water compared to the physiochemicals parameters, pesticides and total arsenic for human consumption in according to the quality standards used; however, it is quality in terms of microbiological contamination indicators is not suitable for human consumption due to concentrations of Total Coliforms and *Escherichia Coli* detected in the three monitored sources.

Keywords: Water quality, arsenic total, plaguicidas, *Escherichia Coli*.

La calidad del agua potable es una problemática que preocupa a los países de todo el mundo, sin importar el grado de desarrollo económico y científico que éstos tengan, por la repercusión que un agua contaminada tiene en la salud de la población (OMS, 2019) , siendo fundamental para el progreso y el bienestar humanos; por tanto, es esencial proporcionar acceso a agua salubre para promover la salud y reducir la pobreza (OMS, 2019) .

En Nicaragua, a pesar de la abundancia que existe tanto de agua superficial como de subterránea, coexiste la amenaza de contaminación de las fuentes de agua, la cual puede ser tanto de origen natural como antropogénica; tal es el caso de la contaminación natural por arsénico y la antropogénica por el uso de plaguicidas. El arsénico se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre por las actividades volcánicas como arsenopirita (FeAsS) y por el sistema de fallas geológicas el arsénico se lixivía al agua subterránea, siendo un peligro por su toxicidad y carcinogenicidad en humanos (Esparza, 2006) al ser ingerido y absorbido en el cuerpo humano pasa al torrente sanguíneo donde es distribuido en los diferentes órganos; depositándose principalmente en el hígado, riñón, corazón, pulmón y piel (Bocanegra, Bocanegra, & Alvares, 2002) . De igual manera, los plaguicidas son fuentes de contaminación antropogénica tanto para los cuerpos de agua, como para los suelos, hortalizas y frutas (OMS, 2011) .

En el país se han establecido como requisitos para evaluar la calidad de las aguas, la realización de análisis de parámetros fisicoquímicos e indicadores microbiológicos (Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes y *Escherichia Coli*); dependiendo de las actividades realizadas en las áreas circundantes a los pozos de agua, se realizaban análisis de plaguicidas y de metales pesados, en específico arsénico, plomo y cadmio. Sin embargo, a partir de 2011, INAA estableció que, para todo pozo, ya fuese excavado o perforado para uso comunitario, el análisis de arsénico era un requisito obligatorio para esa fuente de agua. Fue a partir de 2014, que el Gobierno de Nicaragua a través de ENACAL, el Nuevo FISE y el MINSA han dado cumplimiento imperativo a esta disposición; por lo antes mencionado, esta investigación se planteó el informar a los pobladores de El Descanso (Breña Tres), municipio de Nandaime sobre la calidad física, química y microbiológica de sus fuentes de agua.

1.1 Objetivos de la investigación

1.1.1 Objetivo general

Informar a los pobladores de El Descanso (Breña Tres), municipio de Nandaime sobre la calidad física, química y microbiológica de sus fuentes de agua.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Cuantificar los parámetros físicos, químicas y microbiológicas en las fuentes de agua subterránea de la comunidad de El Descanso (Breña Tres), municipio de Nandaime.
2. Determinar la calidad para consumo humano de las fuentes de agua subterránea en la comunidad El Descanso (Breña Tres).
3. Comunicar a los pobladores de El Descanso (Breña Tres), municipio de Nandaime sobre la calidad de sus fuentes de agua subterránea.

1.2 Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la comunidad El Descanso, que es una comarca localizada en la zona Breña Tres, en el municipio de Nandaime, Departamento de Granada. Se encuentra ubicada a 67 kilómetros de Managua (Figura 1), a orillas de la carretera Panamericana Sur, en dirección al NO (Jinotepe). Cuenta con una población de aproximadamente 140 habitantes, siendo la agricultura la principal actividad económica, en donde los cultivos de arroz, caña y maíz son los primordiales. También se dedican a la ganadería, sin embargo, esta actividad es de autoconsumo.

Esta comunidad no cuenta con Centro de Salud, ni con sistema de agua potable y alcantarillado (recopilados de (bvsde)); en este aspecto, la población se suministra de agua a través de un pozo perforado y 10 pozos excavados; algunos de estos pozos son compartidos entre las casas de la misma familia. La mayoría de las casas cuenta con letrinas y algunas con sumidero.

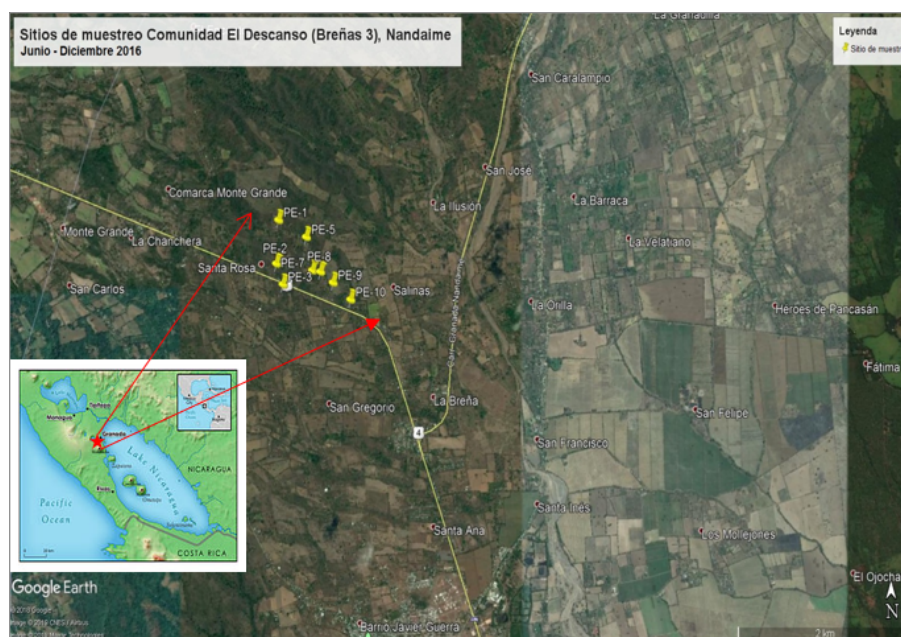


FIGURA 1
Ubicación del Área de Estudio (Google Earth, 2018)

2. METODOLOGÍA

Se realizó una recopilación bibliográfica sobre la información disponible de esta comunidad en diferentes instituciones. Posteriormente, un equipo de profesionales del CIRA/UNAN-Managua realizó una gira de reconocimiento en la comunidad. En esta primera gira, se conversó con los habitantes, enfocándose a su percepción de la calidad de sus fuentes de agua. A la vez, se procedió a tomar los datos generales de cada una de las fuentes de agua, conformándose una base de datos con la siguiente información: dueño del pozo, tipo de pozo, coordenadas del pozo, profundidad del pozo, protección del pozo; y si en algún momento habían presentado algún tipo de enfermedad hídrica (diarrea, alergias).

Con la información disponible, se procedió a elaborar el diseño del muestreo (Tabla 1), para lo cual, se consideró: a) la actividad desarrollada en el área de estudio; b) las potenciales fuentes de contaminación cercanas a la fuente de agua; c) el estado físico del pozo; y d) la información proporcionada por el líder familiar.

El 08 de noviembre del 2016, se realizó el muestreo de agua en la comunidad El Descanso (Breña Tres), siguiendo el diseño de muestro establecido.

TABLA 1
Diseño del muestreo.

Parámetro	Cantidad de Muestras	Tipo de fuente monitoreada	Pozos monitoreados
Fisicoquímico	1	Pozo excavado (PE)	PE-1
MB (CT, CTT, <i>E. Coli</i>)	3	Pozo excavado (PE)	PE-1, PE-6 y PE-9
Arsénico total	11	10 pozos excavados (PE) y un pozo perforado (PP)	PE-1, PE-2, PP-1, PE-3, PE-4, PE-5, PE-6, PE-7, PE-8, PE-9, PE-10
Plaguicidas organoclorados y organofosforados	2	Pozo excavado (PE)	PE-1 y PE-6

2.1 Metodología de toma y preservación de muestras, medición de parámetros de campo

Se seleccionaron los once pozos existentes al momento en la comunidad (10 pozos excavados y un pozo perforado). Todos los puntos muestreados fueron geo referenciados usando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS map 62 s, GARMIN).

A la vez, a cada punto de muestreo se le midieron los valores de pH, potencial redox (Eh), temperatura (T) y conductividad eléctrica (CE). Para esto, se utilizaron los siguientes equipos: un pH-metro, medidor de potencial redox (Thermo Scientific H00862) y conductímetro de campo (OAKTON 620151). Todos los equipos de campo fueron debidamente calibrados previo a su utilización en el muestreo, siguiendo el protocolo establecido en el MUMCCEC-UM-04-01.

Para la colecta de cada una de las muestras conforme el parámetro a ser analizado, se siguió el protocolo establecido para la toma de muestras de los laboratorios de Aguas Naturales (PROC-AN-01), Microbiología (PROC-MB-04), Contaminantes Orgánicos (PROC-CO-01) y Contaminantes Metálicos

(PROC-CM-02); a la vez, para cada muestra se completó el formato de colecta de muestras (FOR-CIRA-ATACC-27) y el formato de cadena de custodia (FOR-CIRA-ATACC-28) empleado en el CIRA/UNAN-Managua, el cual garantiza la calidad y trazabilidad analítica de las muestras desde su colecta hasta su ingreso al laboratorio correspondiente; todo esto conforme el sistema de gestión de calidad de los laboratorios del CIRA/UNAN-Managua.

2.2 Metodología para la determinación de arsénico total en agua

El arsénico total se determinó en todas las fuentes de agua de la comunidad, usando la técnica de generación de hidruros por medio de un espectrofotómetro de Absorción Atómica Varian SpectrAA-240FS acoplada a un VGA 77. La metodología de digestión y análisis es del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW, 2005), siguiendo las recomendaciones y procedimientos de los métodos 3114B (Espectroscopia de absorción atómica; método continuo de generación de hidruros (VGA- 77) y 3030F (Digestión con ácido clorhídrico), respectivamente. El límite de detección del método es de 0,99 µg/L. Cada muestra fue analizada por duplicado, y con cada lote de muestras se analizaron muestras controles. Los porcentajes de recuperación estuvieron en el rango de 90 y 96 %.

2.3 Metodología para la determinación de plaguicidas organoclorados (OGI's) y organofosforados (OP's) en Agua

La determinación de estos compuestos se realizó en las fuentes de agua cercanas a un área con alta actividad agrícola. Las muestras se analizaron mediante el Procedimiento Operativo Normalizado para Determinar Plaguicidas Organoclorados y Organofosforados en Agua (MPON-CO-01 y MPON-CO-03), mediante la técnica de separación a través de columnas por cromatografía de gases en un equipo Clarus 500.

2.4 Metodología para la determinación de parámetros microbiológicos en el agua

Se monitorearon tres pozos, cuyas aguas fueron analizadas siguiendo la metodología establecida en el Standard Methods (APHA, 2005), aplicando la técnica de Fermentación en Tubos Múltiples (FTM) y los resultados fueron expresados como Número más Probable en cien mililitros de muestra analizada (NMP/100 mL).

3. RESULTADOS

En la Tabla 2 se reportan los datos generales de las fuentes de agua monitoreadas en la comunidad de El Descanso (Breña Tres), municipio de Nandaime.

TABLA 2
Datos generales y codificación de los sitios de muestreo.

Punto de muestro	Código de muestro	Coordenadas		Elevación (msnm)	Tipo de fuente
		N	E		
Felipa Castillo	PE-1	1304101	601537	182	PE
Porfirio Gutiérrez	PE-2	1303678	601517	233	PE
Agustín Lara	PP-1	nm	nm	nm	PP
Oscar Masis Miranda	PE-3	1303479	601590	225	PE
Rosa Angélica Obregón R.	PE-4	nm	nm	nm	PE
Elda Martínez	PE-5	1303938	601851	205	PE
La Breña Tres	PE-6	nm	nm	nm	PE
Paula González Lazo	PE-7	1303615	601921	nm	PE
Cándida Rosa Gaitán	PE-8	1303603	602012	203	PE
Juan José Ramos	PE-9	1303499	602154	203	PE
María de La Cruz Potosme	PE-10	1303336	602354	191	PE

PE: pozo excavado PP: pozo perforado nm: no medida

4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Se abordará primeramente con las mediciones realizadas en campo y posteriormente con los resultados analíticos de laboratorio. Las mediciones de los parámetros de campo, realizados simultáneamente con la toma de muestras de agua se reportan en la Tabla 3.

TABLA 3
Parámetros de campo.

Código de muestra	pH (Und)	T (°C)	Eh (mV)	CE (µS.cm-1)
PE-1	6,44	25,0	189,3	319,0
PE-2	6,84	27,4	270,9	nm
PP-1	7,45	25,0	292,0	nm
PE-3	7,04	25,0	289,8	nm
PE-4	7,02	27,7	257,6	nm
PE-5	7,31	27,7	262,4	nm
PE-6	6,43	27,4	288,4	374,0
PE-7	6,96	26,7	334,0	nm
PE-8	6,90	25,0	292,6	nm
PE-9	7,02	27,7	518,6	301,0
PE-10	6,90	25,0	447,4	nm

nm: no medida

4.1 Temperatura del agua

La temperatura es uno de los parámetros más importantes de la calidad del agua y afecta la química de esta ya que muchos parámetros se encuentran en función de ella, como son el pH y el oxígeno disuelto, por mencionar algunos. Las mediciones indican que la temperatura de las aguas subterráneas en esta comunidad es muy poco variable; con un rango de 25 a 27,7 °C (Tabla 3). Ninguno supera el rango establecido de 18 a 30 °C (CAPRE, 1994).

4.2 pH

El pH es un parámetro muy importante a ser medido en las aguas. Su valor determina la acidez o basicidad en un agua, así como su capacidad de servir como buffer en los cuerpos de agua, cuando se presenta un derrame de compuestos ácidos o alcalinos. Su escala de medición es logarítmica y va de 0 a 14 unidades de pH; donde un valor de pH igual a 7 es considerado neutro; mayor de 7 se considera básico y menor de 7 se considera como ácido. La escala de valores del pH también son indicadores de la presencia o ausencia de carbonatos y bicarbonatos en un agua; valor que es importante para determinar la dureza del agua. La normativa CAPRE (1994) recomienda un rango de pH entre 6,5 y 8,5 unidades de pH en aguas para consumo humano. Las unidades de pH medidas en el campo en las muestras provenientes de la comunidad El Descanso (Breña Tres) estuvieron entre 6,44 – 7,45 unidades de pH; por lo que nueve puntos muestreados cumplieron con el rango establecido para consumo humano, exceptuando dos sitios (PE-1 y PE-6) con valores de 6,43 y 6,44 unidades de pH respectivamente (Tabla 3).

4.3 Potencial REDOX

El potencial REDOX (Eh) es la medida expresada en voltios o milivoltios de la energía química de oxidación-reducción de un elemento que se oxida mientras que otro se reduce, los cuales están presentes en el agua, convirtiéndola en energía eléctrica. A manera general, se considera que el agua superficial aireada, generalmente tienen condiciones oxidantes (potencial REDOX positivos) mientras que en lugares con

limitaciones en el suministro de aire generalmente presentan condiciones reductoras (potencial REDOX negativos). Estos valores también se asocian con el pH y el oxígeno disuelto del agua subterránea.

El potencial REDOX medido en El Descanso fue 189,3 a 518,6 mV, con un promedio de 313 mV (Tabla 3). Los valores de potencial REDOX obtenidos fueron todos positivos, por lo que se puede inferir que las condiciones presentes en el acuífero son oxidantes.

4.4 Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica (CE) se reportan únicamente para tres sitios de muestreo, con valores de 319, 374 y 301 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, respectivamente. Es importante destacar que las tres fuentes analizadas se encuentran menor que el valor recomendado 400 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (CAPRE, 1994).

4.5 Parámetros Físicoquímicos

Los parámetros físicoquímicos se analizaron únicamente en una fuente de agua (PE-1). Los 23 parámetros analizados se encuentran dentro de los valores máximos admisibles establecidos por las normas (CAPRE, 1994).

Los resultados de parámetros físicoquímicos fueron comparados con los valores guías establecidos por la Norma de Calidad del Agua para Consumo Humano (CAPRE, 1994; OMS, 2011).

4.6 Resultados Indicadores microbiológicos

Dentro de estos indicadores, se realizaron tres análisis específicos para determinar la calidad bacteriológica de las aguas: Coliformes Totales (CT), Coliformes Termotolerantes (CTT) y *Escherichia Coli* (*E. coli*). Estos análisis se realizaron en tres fuentes de agua: Felipa Castillo (PE-1), La Breña Tres (PE-6) y Juan José Ramos (PE-9). Los resultados se reportan en la Figura 2. Estos parámetros se compararon con los valores guías establecidos por la Norma de Calidad del Agua para Consumo Humano (CAPRE, 1994) y los valores guías establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011).

4.6.1 Coliformes Totales (CT)

Los Coliformes Totales (CT) se detectaron en las tres fuentes estudiadas con valores de: 7.90E+03, 1.30E+04 y 2.30E+04 NMP/100 mL para PE-1, PE-6 y PE-9, respectivamente (Figura 2).

La presencia de este indicador en las fuentes de agua, se asocia a contaminación de origen fecal, ya sea de origen animal o humano. Se considera como un indicador de la limpieza e integridad de las fuentes de agua (OMS, 2011). La presencia de estos indicadores hace que el agua no sea apta para consumo humano; y debe de ser sometida a un tratamiento de cloración para su consumo.

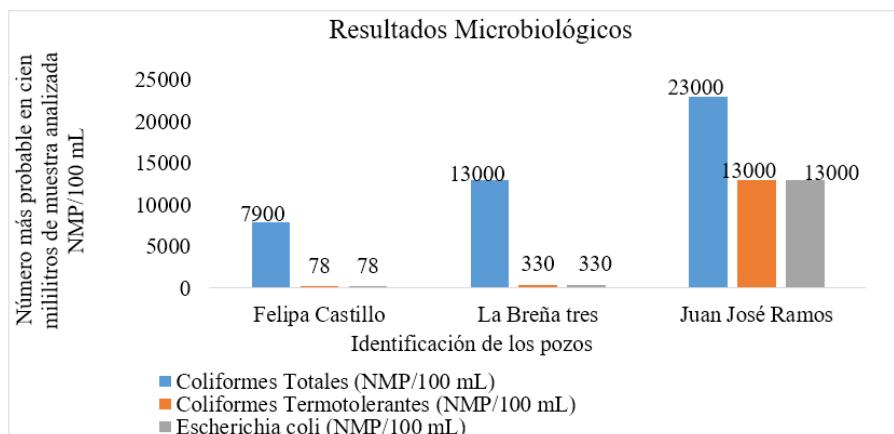


FIGURA 2

Resultados microbiológicos en 10 pozos excavados y un perforado comunidad El Descanso (Breñas Tres).

4.6.2 *Coliformes Termotolerantes*

Estos indicadores al igual que los anteriores, denotan la presencia de material fecal de origen humano o animal. Las concentraciones detectadas en los tres sitios monitoreados se reportan en la Figura 2. La presencia de estos indicadores hace que el agua no sea apta para consumo humano; y debe de ser sometida a un tratamiento para su consumo.

4.6.3 *Escherichia coli*

Se registró presencia de *Escherichia coli* en los tres pozos estudiados: Felipa Castillo, La Breña Tres y Juan José Ramos, resultando con valores de $7.80E+01$, $3.30E+02$ y $1.30E+04$ NMP/100 mL, respectivamente (Figura 2). La *Escherichia coli* es un tipo de bacteria que se encuentra comúnmente en los intestinos de animales y los seres humanos. La presencia de *Escherichia coli* en el agua es una fuerte indicación de la contaminación fecal (GIDAHATARI, 2016), de origen humano. Algunas fuentes de contaminación de estas bacterias en las aguas subterráneas son las letrinas y conducciones de alcantarillado (OMS, 2006). Las concentraciones de esta bacteria en los tres sitios estudiados superando los valores establecidos para consumo humano indicados en las normas (CAPRE, 1994) y en los valores guías establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011).

En el PE-1 (Figura 3), la presencia de este indicador podría estar relacionada a la infiltración de agua contaminada por heces y orina provenientes del corral de ganado, ya que dicha fuente de agua se encuentra localizada dentro de un corral de ganado vacuno y porcino. Además, Este pozo se ubica aguas abajo de una letrina, lo que podría estar contaminando esta fuente de agua.



FIGURA 3
Pozo identificado como Felipa Castillo (profundidad 60 varas).

El PE-9 (pozo de Juan José Ramos) del cual se abastecen un total de cinco familias, reportó el mayor valor de *Escherichia coli* ($1.30E+04$ NMP/100 mL). Durante gira de campo, se logró apreciar que el pozo se encuentra localizado en una zona baja, protegido por tablas de madera un poco deterioradas ya que se observan fisuras en ellas; las letrinas se ubican aguas arriba del pozo de suministro (Figura 4). Durante una visita a la zona de estudio el 01 de septiembre de 2019, se logró apreciar la construcción de un sumidero, a una distancia aproximada de cuatro metros del pozo (Figura 5). Todas estas fuentes de contaminación están incidiendo en la calidad del agua del pozo; de ahí que los resultados para los tres indicadores microbiológicos en este pozo sean los mayores de los tres pozos monitoreados (Figura 4)



FIGURA 4
Pozo de Juan José Ramos (profundidad de 48 varas).



FIGURA 5

Construcción de Sumidero con profundidad de 7 varas y a una distancia aproximada de 4 metros del PE-9.

4.6.4 Resultados de arsénico total y plaguicidas (organoclorados y organofosforados)

De los once pozos analizados, diez reportaron concentraciones menores que el límite de detección del método analítico ($0,99 \mu\text{g/L}$) y solamente el pozo perforado de Agustín Lara (PP-1) reportó una concentración de $1,35 \mu\text{g/L}$; sin sobrepasar esta concentración el valor máximo admisible para agua de consumo humano establecido en $10 \mu\text{g/L}$ (INAA, 2001), (OMS, 2011).

En cuanto a los análisis de plaguicidas organoclorados y organofosforados, éstos fueron realizados en dos muestras de agua (PE-1 y PE-6), sin detectarse ninguno de los 15 analitos de plaguicidas organoclorados, ni de los 12 analitos de organofosforados, en el momento en que fueron colectadas las muestras.

5. CONCLUSIONES

1. De acuerdo con la composición física y química de las fuentes de agua subterráneas de la comunidad El Descanso (Breña Tres), la calidad de éstas es apta para consumo humano.
2. En cuanto a la presencia de indicadores microbiológicos, las tres fuentes estudiadas no son aptas para consumo humano y requieren de un tratamiento previo para su uso.
3. Se advierte que la ubicación de los pozos con respecto a las fuentes de contaminación, afecta directamente la calidad de las aguas y por ende a la salud de los usuarios de estos pozos.
4. La falta de concientización social a los habitantes de esta comunidad en cuanto a la protección y limpieza de sus fuentes de suministro de agua afecta la calidad del agua de ingesta.

AGRADECIMIENTOS

A los Fondos para Proyectos de Investigación (FPI) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) y al Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN-Managua).

REFERENCIAS

- APHA. (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater. American Public Health Association, 21.
- Bocanegra, O. C., Bocanegra, E. M., & Alvares, A. A. (2002). ARSÉNICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS: SU IMPACTO EN LA SALUD. Obtenido de cofes.com.ar > Arsénico> Bocanegra2_Alvarez_pdAs_Estudio_Bocanegra
- CAPRE. (1994). Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano. Obtenido de ENACAL: http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/pdf/CAPRE_Normas_Regional.pdf
- Esparza, M. C. (2006). Presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública. International Congress: Natural Arsenic in Groundwaters of Latin America. Mexico.
- GIDAHATARI. (15 de febrero de 2016). ¿Qué pasa si el agua potable contiene “Escherichia coli”? Obtenido de <http://gidahatari.com/ih-es/que-pasa-si-el-agua-potable-contiene-escherichia-coli>
- INAA. (2001). Normas Técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización de agua. Normas NTOM 09003-99. Managua.
- OMS. (2006). Organización Panamericana de la Salud Guías para la Calidad del agua potable Vol.2.
- OMS. (2006). Aspectos microbiológicos. Obtenido de *Guías para la calidad del agua potable - Vol 1: Recomendaciones*: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gdwq3/es/
- OMS. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano, Cuarta edición que incorpora la primera ADENDA. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>
- OMS. (2011). Guidelines for drinking Water quality (3a edición). World Health Organization, 1.
- OMS. (20 de agosto de 2019). Agua, saneamiento e higiene. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/
- OMS. (20 de agosto de 2019). Salubridad y calidad del agua. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/es/
- SMWW. (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association (APHA), 21.