



Convenio de Colaboración UNA – TROCAIRE

Proyecto “Fortalecimiento de capacidades de entidades socias Trocaire para el desarrollo de medios de vida sostenibles y resilientes”

Informe del primer monitoreo de calidad del agua para consumo humano, mediante test de campo, en fuentes de comunidades atendidas por COPAMOV en el municipio Jícaro



Elaborado por: César Aguirre, Yader Barrera – UNA
Naun Carrasco - COPAMOV

Managua. Octubre, 2020

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

I.	MARCO DE REFERENCIA	3
II.	METODOLOGÍA.....	11
III.	RESULTADOS	12
	3.1. Comunidad Quebrada Arriba.....	12
	3.1. Comunidad El Quebracho	16
	3.2. Comunidad Guanacastillo.....	18
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20

I. MARCO DE REFERENCIA

Calidad del agua

Es el conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas del agua.

Calidad microbiológica del agua

La verificación de la calidad microbiológica del agua por lo general se basa en el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal y usualmente se elige *Escherichia coli* o, alternativamente, coliformes termotolerantes. El monitoreo de agentes patógenos específicos se puede incluir en ocasiones muy limitadas para verificar que un brote fue transmitido a través del agua. *Escherichia coli* proporciona pruebas concluyentes de reciente contaminación fecal y no debe estar presente en el agua de consumo humano. En ciertas circunstancias, se pueden utilizar indicadores adicionales, como bacteriófagos o esporas bacterianas.

Calidad Química del Agua

La evaluación de la idoneidad de la calidad química del agua de consumo humano se basa en la comparación de los resultados de los análisis con los valores de referencia.

La mayoría de los productos químicos pueden estar presentes en el agua de consumo humano y constituyen un peligro si se produce una exposición prolongada; sin embargo, algunas sustancias peligrosas generan preocupación debido a los efectos derivados de múltiples exposiciones en un periodo corto. Si la concentración del producto químico en cuestión tiene grandes fluctuaciones, (por ejemplo, nitratos/nitritos, que se asocian con la metahemoglobinemia en lactantes alimentados con biberón), incluso una serie de resultados analíticos no permitiría determinar ni describir completamente el riesgo que supone para la salud pública. Para controlar estos peligros, es preciso conocer los factores causantes, como el uso de fertilizantes en la agricultura y las tendencias de las concentraciones detectadas, ya que pueden indicar un posible problema importante en el futuro. Otros peligros pueden surgir de forma intermitente, generalmente asociados a actividades o circunstancias estacionales. Un ejemplo es la aparición de floraciones de cianobacterias tóxicas en aguas superficiales.

Tabla 1. Características del Agua

Físicas	Turbidez, color, olor, sabor, temperatura, sólidos, conductividad.
Químicas	pH, Dureza, Acidez, Alcalinidad, Fosfatos, Sulfatos, Fe, Mn, Cloruros, Oxígeno disuelto, Grasas y/o Aceites, Amoníaco, Hg, Ag, Pb, Zn, Cr, Cu, B, Cd, Ba, As, Nitratos, Nitritos, Pesticidas, DBO, DQO, otros.
Biológicas y microbiológicas	Algas, Hongos, Bacterias (patógenos), protozoarios (patógenos), Helmintos (patógenos, Coliformes fecales, Coliformes totales).

Identificación de aspectos de interés prioritario en el agua

Muchos componentes microbiológicos y químicos del agua de consumo humano pueden causar potencialmente efectos adversos en la salud humana. La detección de estos componentes, tanto en el agua cruda como en el agua que se provee a los consumidores es a menudo lenta, compleja y costosa, lo que limita la capacidad de alerta temprana y la asequibilidad. La confianza en la determinación de la calidad del agua por sí sola no es suficiente para proteger la salud pública. Además, no es factible, en términos prácticos y económicos, analizar todos los parámetros de calidad del agua de consumo humano, por lo que el uso de los esfuerzos de monitoreo y de los recursos se debe planificar cuidadosamente y dirigir a las características claves o significativas.

Norma de calidad del agua potable

Son los valores de referencia admisibles para algunas características presentes en el agua potable, que proporcionan una base para estimar su calidad. En el establecimiento de valores de referencia para muchos productos químicos, con el fin de dar cuenta de las variaciones en la exposición a diferentes fuentes (por ejemplo, agua, alimentos), en diferentes partes del mundo se consideran diversas proporciones de la ingesta diaria tolerable asignada al agua de consumo humano. Donde se disponga de datos de exposición pertinentes, se alienta a que las autoridades desarrollen valores de referencia específicos que se adapten a las circunstancias y condiciones locales.

Parámetros Físico-Químicos

Cloro

El cloro ha sido usado ampliamente como desinfectante para el control de micro organismos en aguas de consumo, aguas residuales, piscinas, lodos, etc., así como agente oxidante para la oxidación de hierro y manganeso; para el control de olores y sabores, oxidación de sulfuros, remoción de amoníaco y color orgánico, y oxidación de cianuros.

A pesar que existen varios desinfectantes, en Nicaragua el cloro, en diferentes presentaciones, es un factor importante en la lucha contra las enfermedades transmitidas por agua, quizás el único utilizado para desinfectar suministros de agua (exceptuando el agua embotellada), debido a que es barato, eficaz y persiste en forma residual previniendo una recontaminación. Por tanto, la ausencia de cloro residual en el agua de un sistema de distribución podría indicar una contaminación posterior al tratamiento inicial con cloro, si es que lo hubo. No obstante, el cloro residual es muy inestable y su contenido puede disminuir rápidamente, particularmente en temperaturas tropicales; es por ello que la medición de cloro es recomendable realizarla inmediatamente después de obtenida la muestra.

Los valores de cloro libre o residual en Nicaragua considerados como aceptables se encuentran en el rango de 0.5 mg/l hasta 5.0 mg/l. Estudios realizados demuestran que la desinfección con cloro es mayoritariamente usada en tuberías públicas; mientras que el cloro en las otras tecnologías de suministro es escaso o la cantidad administrada es insuficiente para ser detectada.

Dureza

La dureza del agua está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y nitratos de calcio y magnesio; se representa calculando la cantidad de iones Ca^{+2} y Mg^{+2} que se encuentran en un volumen medido de agua. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la clasificación de la dureza del agua se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de la Dureza por concentración de Carbonato de Calcio (CaCO_3)

Concentración CaCO_3	
Aguas Blandas	0 - 60 mg/L
Aguas moderadamente duras	61 - 121 mg/L
Aguas muy duras	más de 180 mg/L

Diversas publicaciones indican que la dureza no tiene efectos negativos para la salud y el medio ambiente, pero sí provoca inconvenientes tales como el riesgo de obstrucción de las tuberías debido a que la cal se deposita e incrusta sobre las superficies y recipientes con las cuales entra en contacto; asimismo, el uso de aguas duras obliga a utilizar más agua y jabón, ya que impide que se haga espuma, causando atraso y más gasto. Sin embargo, Mora et al. (2000) reportaron una relación entre los cálculos en las vías urinarias y su relación con el consumo de calcio en el agua de bebida en Costa Rica, concluyendo que el consumo prolongado de aguas que presentaban concentraciones mayores de 120 mg/l de CaCO_3 representa un factor de riesgo para el padecimiento de este tipo de enfermedad.

Alcalinidad

La alcalinidad de un agua puede definirse como su capacidad para neutraliza ácidos, como su capacidad para reaccionar con iones hidrógeno, como su capacidad para aceptar protones o como la medida de su contenido total de sustancias alcalinas. En aguas naturales la alcalinidad es debida generalmente a la presencia de tres clases de iones: Bicarbonatos, Carbonatos, Hidróxidos. La determinación de la alcalinidad total y de las distintas formas de alcalinidad es importante en los procesos de coagulación química, ablandamiento, control de corrosión y evaluación de la capacidad tampón del agua.

pH

La acidez de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar bases, su capacidad para reaccionar con iones hidroxilo, su capacidad para ceder protones o como la medida de su contenido total de sustancias ácidas. En aguas naturales la acidez puede ser producida por el CO_2 , por la presencia de H^+ libres, por la presencia de acidez mineral proveniente de ácidos fuertes como sulfúrico, nítrico, clorhídrico, etc., y por la hidrolización de sales de ácido fuerte y base débil.

La escala del pH va de 0 (intensamente ácido) hasta 14 (intensamente alcalino); el agua absolutamente pura tiene un pH de 7.0. Mientras que el pH de un manantial puede ser afectado

por la edad del agua y las sustancias químicas que afluyen a él, es por eso que en su mayoría tienen un pH alcalino; sin embargo, con el transcurrir del tiempo la formación y descomposición de material orgánico forma dióxido de carbono (CO₂) y el pH tiende a ser ácido. Pero, la presencia de considerable materia orgánica no descompuesta tiende a incrementar el pH incluso a valores superiores a 9.0.

No obstante, la relevancia del pH no sólo se debe a su relación con la eficacia en la desinfección sino también en su efecto sinérgico con algunos metales; en este sentido, si aguas con pH ácido se mezclan con metales tales como el aluminio, los hace más tóxicos de lo que son individualmente.

De manera general la alcalinidad, pH y dureza del agua que pueden afectar la calidad de la misma, para el consumo humano y el uso agrícola. Cuando se encuentra en ciertas concentraciones y combinaciones, la alcalinidad, pH y dureza, éstas pueden incrementar las incidencias de enfermedades cardíacas y otras dolencias.

Nitritos y nitratos

El nitrato es encontrado naturalmente en el suelo y agua, pero generalmente en muy bajas concentraciones (en fuentes naturales y subterráneas es menor a 1 mg/L). Esta es una forma natural de presentación del Nitrógeno, elemento esencial para la vida de todas las especies; en moderadas concentraciones, los nitratos son componentes inofensivos de los alimentos y agua.

Sin embargo, el nitrato es altamente soluble y es transportado fácilmente cuando fuentes contaminantes entran en contacto con el agua. Fuentes comunes de contaminación por nitrato incluyen pilas sépticas, basureros, fertilizantes, estiércol, y material vegetal en descomposición. La lluvia o el riego permite que cuando el agua penetra arrastre el nitrato hasta las aguas subterráneas y/o a las aguas superficiales. En vista que éste es fácilmente movilizado en agua, es considerado como un indicador de que una fuente de contaminación está afectando las fuentes de agua.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), señala que los nitratos son peligrosos a la salud en concentraciones superiores a 50 mg/l. Esta sustancia es uno de los más frecuentes contaminantes del agua en áreas rurales e indican la posible presencia de otros contaminantes más peligrosos procedentes de la agricultura, tales como bacterias o pesticidas.

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 05 007-98/ 2000), la suma de nitritos y nitratos no debe superar los 10.0 mg/l para que el agua pueda ser de consumo humano; cuando se encuentran valores superiores al límite se recomiendan tratamientos convencionales para potabilizarla, de lo contrario se puede utilizar para riego de cultivos.

El nitrato probablemente tiene un papel en la protección del tracto gastrointestinal contra una variedad de patógenos gastrointestinales, ya que el óxido nitroso y el nitrito acidificado tienen propiedades antibacterianas. Puede tener otras funciones fisiológicas beneficiosas. Por lo tanto,

puede haber un beneficio de la absorción de nitratos exógenos, por lo que es necesario equilibrar los riesgos potenciales con los beneficios potenciales.

La importancia de estudiar la existencia de nitratos se debe a que su presencia en altas concentraciones interrumpe los procesos normales de la sangre. Cuando se ingiere nitratos con el agua, ellos se transforman en nitritos en el intestino, los cuales se absorben hacia la sangre; los nitritos oxidan al hierro de la hemoglobina. Los niños menores de seis meses que tomen agua con una alta concentración de nitratos y/o nitritos mayor a la permitida (50 mg/l o 10mg/l de nitrato-N), podrían enfermarse gravemente, y de no ser atendidos oportunamente podrían fallecer debido a la enfermedad conocida como síndrome de bebé azul.

Amonio

El amonio es uno de los subproductos de la descomposición abonos nitrogenados y de la materia orgánica; por tanto, puede encontrarse en el suelo y el agua. Sin embargo, la actividad microbial en el suelo lo puede convertir en nitrato y nitrito, sustancias que pueden representar un riesgo para la salud, principalmente en lugares donde se acumulan altas cantidades de estiércol y otros materiales orgánicos, así como en fincas donde se usan altas cantidades de abonos nitrogenados; por tanto, su presencia es indicativo de presencia de fuentes contaminantes.

Fosfatos

El Fósforo es un elemento esencial en el crecimiento de plantas y animales; en forma de fosfato se encuentra en aguas naturales en baja concentración, 1-15 mg/L. Sin embargo, de acuerdo a la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 05 007-98/ 2000), concentración de fosfato no debe ser superior a 0.1 mg/l. El proceso de contaminación más común resulta de la utilización de fosfatos como fertilizantes en los cultivos agrícolas, la descomposición de la materia orgánica y el arrastre de detergentes hechos a base de fosfatos, hacia las fuentes de agua.

El proceso de contaminación más común resulta de la utilización de fosfatos y nitratos como fertilizantes en los cultivos agrícolas, la descomposición de la materia orgánica de la basura y los detergentes hechos a base de fosfatos, que son arrastrados o arrojados al río.

Sin embargo, en la actualidad es considerado como una de las causas de la eutrofización de las aguas, por efluentes urbanos y la contaminación agraria o atmosférica; estas pueden aportar cantidades importantes de N y P con importantes consecuencias sobre la composición, estructura y dinámica de los ecosistemas. En ecosistemas terrestres, las plantas que pasan a dominar son especies herbáceas ecológicamente pioneras, incapaces de competir en ambientes pobres en nutrientes; en ecosistemas acuáticos proliferan algas verdes; mientras que en los océanos puede provocar una marea roja o marea blanca; la explosión demográfica de una sola especie de alga en muchos casos provoca la intoxicación de la fauna mayor.

Hierro

Este elemento no es considerado un peligro para la salud, ya que este metal transporta el oxígeno, como parte de la hemoglobina en la sangre; en condiciones normales se encuentra en concentraciones de 1 a 10 mg/L. Sin embargo, en aguas con pH entre 6 y 8 se pueden presentar concentraciones de hasta 50 mg/L, cuando los bicarbonatos se encuentran por debajo de 61 mg/L. El hierro causa problemas en suministros de agua provenientes de aguas subterráneas afectadas por suelos y minerales ricos en óxido férrico y sulfuro de hierro, pirita; en vista que estas aguas contienen cantidades apreciables de CO₂, producidas por la oxidación bacteriana de la materia orgánica con la cual el agua entra en contacto, se puede disolver cantidades apreciables de carbonato ferroso.

Altas concentraciones de hierro pueden ocasionar la no aceptabilidad del agua por parte de los usuarios, debido a que le da un olor y sabor penetrante, y por la capacidad de colorear la ropa.

Arsénico

Es un mineral que se produce naturalmente; los humanos estamos expuestos al arsénico de origen natural en el agua que consumimos y los alimentos que ingerimos, aunque en este último caso es inofensivo debido a que se encuentra en forma orgánica. La mayor parte de la exposición a la forma inorgánica procede de las fuentes de agua. Según estudio de la OMS sobre la calidad del agua de bebida en Nicaragua (2005), alrededor del 8 % de los pozos perforados y 3 % de los pozos protegidos analizados presentaron inaceptables concentraciones de este metal. Los suministros que presentan la mayor concentración de arsénico total se encuentran en el área norte del país, donde alrededor de 9 % de los pozos perforados y 4 % de los pozos protegidos presentan concentraciones por encima de 10 µg/l. Un hallazgo revelador fue que 8 % de los suministros de agua en el departamento de Nueva Segovia y el 5.4 % de los suministros en Madriz presentaron elevados niveles de arsénico (> 10 µg/l); siendo los manantiales superficiales los que presentaron concentraciones mayores a 10 µg/l.

El Arsénico se acumula en el organismo humano y su exposición crónica está asociada con enfermedades de la piel y cáncer; de hecho, la Agencia de Protección Ambiental (EPA, USA) lo tiene clasificado como un carcinogénico humano del grupo A (ha sido demostrado clínicamente mediante ensayos en ratones). Según Gorby (1994) y Edmunds (1996) citados por Altamirano (2005), en humanos las membranas mucosas presentan irritación, en los ojos se manifiesta con conjuntivitis y en la nariz con rinitis y hasta perforación del tabique nasal; en el sistema nervioso se producen alteraciones en las extremidades cuyas manifestaciones son dolor, punzadas y picazón, debilidad muscular cercana a la parálisis, encefalopatía y cefaleas crónicas.

Si bien no hay consenso en lo que se refiere a definir envenenamiento por Arsénico, más aún si altas concentraciones de este elemento en el suministro de una comunidad no necesariamente se asocian con alta sintomatología de intoxicación por arsénico; muchos estudios sugieren que la malnutrición y hepatitis B acentúan los efectos de una ingesta elevada de Arsénico, condiciones

estas últimas de alta prevalencia en Nicaragua. Hacer frente a la contaminación del agua potable representa la mejor oportunidad para reducir la exposición a Arsénico.

Parámetros Bacteriológicos

El análisis bacteriológico del agua es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación del agua. El más frecuente y principal riesgo asociado con el agua de consumo humano, es el relacionado con enfermedades debido a contaminación fecal. Por ello, el análisis microbiológico del agua subraya la calidad del saneamiento o higiene del suministro de agua y requiere de la determinación de organismos (mediante aislamiento y enumeración) que indiquen una contaminación fecal.

Coliformes totales: Son organismos que se encuentran en el tracto intestinal de los organismos de sangre caliente y son excretados en grandes cantidades. El propósito del análisis bacteriológico del agua es indicar su contaminación con aguas negras o heces fecales, en el momento del muestreo, y por ende la posibilidad de que pueda transmitir enfermedades al consumirla. Estas bacterias causan disentería en los seres humanos.

Los coliformes no solamente provienen de los excrementos humanos sino también pueden originarse en animales de sangre caliente, animales de sangre fría y en el suelo. Por lo tanto, la presencia de coliformes en aguas superficiales indica contaminación proveniente de residuos humanos, animales o erosión del suelo separadamente, o de una combinación de las tres fuentes.

Coliformes fecales: Los microorganismos que tienen las mismas propiedades de los coliformes totales, a una temperatura de 44 o 44.5 °C, también se les denomina coliformes termorresistentes o termotolerantes (CAPRE, 1994). Los coliformes fecales son un subconjunto del grupo de coliformes totales; *Escherichia coli* es el mayor subconjunto que predomina en este grupo. Se distinguen en el laboratorio por su habilidad o capacidad para crecer a elevadas temperaturas (44.5 °C). Ambos coliformes, los fecales y *E. coli*, son mejores indicadores de la presencia de contaminación fecal reciente, que los coliformes totales, pero no distinguen entre contaminación humana y animal.

Debido al riesgo de enfermedades causadas por estos microorganismos, las aguas de consumo deben estar libres de coliformes totales y coliformes fecales u organismos termotolerantes.

Tabla 3. Resumen de los peligros que representan las concentraciones en el agua de algunos parámetros

Parámetro	Efectos en la salud
Cloro	No se han observado efectos adversos específicos relacionados con el tratamiento en personas y animales expuestos al cloro del agua de consumo humano.
Dureza	Concentraciones mayores de 120 mg/l de CaCO ₃ representa un factor de riesgo para el padecimiento de cálculos en las vías urinarias (Mora et al. 2000).

Parámetro	Efectos en la salud	
	<p>La dureza del agua puede ocasionar daño renal por la acumulación de componentes químicos que arrastra. Los principales son Calcio, Magnesio, Hierro, Bario y Manganeso (Silva, 2006).</p> <p>Según el coeficiente de Person, y con significancia del 95 % se considera que hay correlación entre la dureza del agua con la morbilidad por causa de cáncer de colon (correlación: negativa y débil), y vejiga (correlación: negativa y débil), insuficiencia renal crónica (correlación: positiva y media), litiasis renal (correlación: positiva y media) y osteoporosis (correlación: negativa y débil); además con la mortalidad por causa de insuficiencia renal crónica (correlación: positiva y media).</p> <p>Una dureza del agua mayor a 400 ppm se asocia con una mayor prevalencia de litiasis. La dureza extrema del agua empleada para el consumo humano y el antecedente familiar de la enfermedad son factores de riesgo que requieren investigaciones futuras (Medina, et al, 2002)</p>	
Alcalinidad	No representa peligro para la salud humana	
pH	No se han reportado efectos en la salud humana. Es uno de los parámetros operacionales más importantes de la calidad del agua.	
Nitritos	Oxidan al hierro de la hemoglobina	Los niños menores de seis meses que tomen agua con una alta concentración de nitratos y/o nitritos mayor a la permitida (50 mg/l o 10mg/l de nitrato-N), podrían enfermarse gravemente, y de no ser atendidos oportunamente podrían fallecer debido a la enfermedad conocida como síndrome de bebé azul
Nitratos	Interrumpe los procesos normales de la sangre	
Amonio	<p>Procede de procesos metabólicos, agropecuarios e industriales. La ganadería intensiva puede generar altas concentraciones de este contaminante en aguas superficiales.</p> <p>El amoniaco es un indicador de posible contaminación del agua con bacterias, aguas residuales o residuos de animales.</p> <p>Puede reducir la eficiencia de la desinfección, ocasionar la formación de nitrito en sistemas de distribución, obstaculizar la eliminación de manganeso en los filtros y producir problemas de olor y sabor.</p>	
Fosfatos	No se han registrado implicaciones en la salud humana por consumo de agua con niveles de fosfatos.	
Hierro	No se han registrado implicaciones en la salud humana por consumo de agua con niveles de hierro.	
Arsénico	Los signos de arsenicismo crónico, incluidos las lesiones dérmicas como la hiperpigmentación e hipopigmentación, la neuropatía periférica, el cáncer de vejiga y de pulmón, y la enfermedad vascular periférica, se han observado en las poblaciones que ingieren agua de consumo humano contaminada con arsénico.	
Coliformes totales	Causan enfermedades diarreicas en los seres humanos.	

II. METODOLOGÍA

El monitoreo de calidad se realizó en 4 fuentes de agua (pozos y mini acueductos), de 3 comunidades del municipio Jícaro: Quebrada Arriba (2), Quebracho (1), Guanacastillo (3); dichas fuentes fueron seleccionadas en vista que son utilizadas por beneficiarios/as de COPAMOV, en el abastecimiento de agua para tomar y uso doméstico.

El estudio tiene un carácter cualitativo, ya que consistió en estimar en las fuentes parámetros físico-químicos (mediante cintas HACH) y microbiológicos (utilizando Phatoscreen), los cuales están relacionados con la calidad del agua para consumo humano. La interpretación de resultados se hizo mediante la comparación con lo establecido en las normas CAPRE y normas de la OMS.

Además, utilizando una matriz de campo se recolectó la siguiente información: forma de construcción, profundidad, usos del agua, existencia de brocal, forma de extraer el agua (bomba de mecate o mecánica), distanciamiento de letrinas, protección de la fuente (tapa, caceta, etc.).

2.1. Parámetros monitoreados en agua en las fuentes de agua

Para el monitoreo de agua en las fuentes se seleccionaron parámetros físico-químicos y bacteriológicos, considerados importantes para determinar su aptitud para el consumo humano. Los resultados obtenidos fueron comparados con los límites establecidos por las normas CAPRE, la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON 05 007-98/ 2000), así como los sugeridos por la Organización Mundial de la Salud.

Parámetros	Test de campo
Físico-químico	
Cloro total y residual	HACH, Test Strips for 5-in-1
pH, Dureza, Solidos disueltos, Alcalinidad,	Multitester Hach, Test Stip 5 in 1
Nitrato y Nitrito	Cinta HACH
Fosfato	Idem
Hierro	Idem
Amonio	Idem
Arsénico	Idem
Bacteriológico	
Coliformes totales	Phatoscreen

III. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada una de las fuentes analizadas.

3.1. Comunidad Quebrada Arriba

Pozo N° 1

Esta fuente consiste de pozo excavado reciente, habilitado con una bomba de mecate; abastece de agua a unas 10 familias (30 personas), que utilizan el agua de la fuente para consumo y actividades domésticas. La existencia de viviendas y letrinas aguas arriba de la fuente puede representar un riesgo de contaminación por coliformes. Mientras que la presencia de áreas de cultivo en el área de captación de agua, representa un riesgo de contaminación por residuos agrícolas (fertilizantes, pesticidas, materia orgánica)

Características de la fuente



Presencia de Coliformes



Negativo



Coordenadas: 0600134, 1526337, altura 714 m.s.n.m.

Tabla 4. Análisis físico-químico y de presencia de coliformes, Fuente N° 1 Quebrada Arriba

Análisis	Muestreo		CAPRE	Observaciones/recomendaciones
	Julio 2020	Octubre 2020	Rango permisible	
Dureza mg/l	425	80	400 mg/l CaCO ₃	Según los valores de parámetros físico – químicos el agua es aceptable para el consumo. Para reducir nivel de dureza se recomienda el uso de filtros en los hogares.
Alcalinidad (ppm)	210	100	80 – 150 mg/l	
Ph	7	7.1	6.5-8.5	
Solidos disueltos	236	200		La presencia de fosfato y amonio en el primer monitoreo indica una posible contaminación por residuos de fertilizantes provenientes de áreas de cultivo aledañas y/o, por la descomposición de la materia orgánica. Es necesario promover sistemas agroforestales y productos orgánicos (bio-insumos) para reducir el riesgo de contaminación por fosfato, amonio y nitrato.
Nitrato (ppm)	1	0	50 mg/l	
Nitrito (ppm)	0	0	0.5 mg/l	
Fosfato (ppm)	40	5	30 mg/l	
Amonio (ppm)	0.5	0	0.50 mg/l	
Hierro (ppm)	0	-	0.3 mg/l	
Arsénico (ppb)	0	-	0.01 mg/l	
Presencia coliformes	NO	NO	NO	Aunque no hay presencia de coliformes en la fuente, se debe hacer un adecuado manejo del agua en los hogares para evitar contaminación.

1 mg/l equivale a ppm

Comunidad Quebrada Arriba

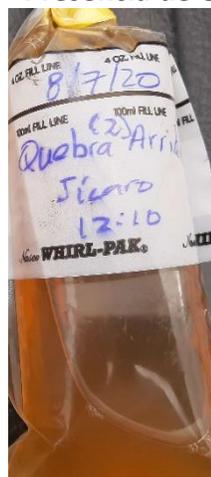
Pozo N° 2

Esta fuente consiste de pozo excavado reciente, habilitado con una bomba de mecate; abastece de agua a unas 6 familias (24 personas), que utilizan el agua de la fuente para consumo y actividades domésticas. La existencia de viviendas y letrinas alrededor de la fuente representan un riesgo de contaminación por coliformes. Mientras que la presencia de áreas de cultivo en el área de captación de agua, representa un riesgo de contaminación por residuos agrícolas (fertilizantes, pesticidas, materia orgánica)

Características de la fuente



Presencia de Coliformes



Negativo



Positivo



Coordenadas: 0600012, 1525910, altura 698 m.s.n.m.

Tabla 5. Análisis físico-químico y de presencia de coliformes, Fuente N° 2 Quebrada Arriba

Análisis	Muestreo		CAPRE	Observaciones/recomendaciones
	Julio 2020	Octubre 2020	Rango permisible	
Dureza mg/l	280	180	400 mg/l CaCO ₃	Según los valores de parámetros físico – químicos el agua es aceptable para el consumo. La presencia de fosfato y amonio indica una posible contaminación por aguas grises y la descomposición de materia orgánica en áreas aledañas. En vista que el pozo se encuentra rodeado de viviendas, es necesario evitar el encharcamiento para reducir riesgo de filtración de contaminantes al pozo.
Alcalinidad (ppm)	210	210	80 – 150 mg/l	
Ph	7	7	6.5-8.5	
Solidos disueltos	276	478		
Nitrato (ppm)	2	3	50 mg/l	
Nitrito (ppm)	0	0	0.5 mg/l	
Fosfato (ppm)	40	5	30 mg/l	
Amonio (ppm)	0.25	0	0.50 mg/l	
Hierro (ppm)	0	-	0.3 mg/l	
Arsénico (ppb)	0	-	0.01 mg/l	
Presencia coliformes	NO	SI	NO	El agua de la fuente representa un riesgo para la salud; se debe usar filtro o clorar el agua de consumo en los hogares.

1 mg/l equivale a ppm

La presencia de coliformes en el segundo monitoreo indica está relacionada con el arrastre desde fuentes contaminantes en los alrededores del pozo, tales como letrinas y heces de animales que circulan en los patios de las viviendas.

3.1. Comunidad El Quebracho

Fuente Mini-acueducto por Gravedad

Esta fuente abastece a unas 200 familias (800 personas) de la comunidad El Quebracho. Consiste de un Mini-acueducto por Gravedad que se abastece de un manantial y un riachuelo. El agua es conducida por tubería y mangueras hacia las viviendas. Este sistema requiere de inversión en mantenimiento, que incluye la limpieza y eliminación de sedimentos del área de captación, construcción de tapa y respiradero, limpieza de la pila de captación.

Ambiente de la fuente



Presencia de Coliformes



Filtro: Negativo. Fuente: Positivo



Coordenadas: 0597968, 1525668, altura 669 m.s.n.m.

Tabla 6. Análisis físico-químico y de presencia de coliformes, fuente Quebracho

Análisis	Muestreo			CAPRE	Observaciones/recomendaciones
	Julio 2020	Filtro Griselda	Octubre 2020	Rango permisible	
Dureza mg/l	180	250	100	400 mg/l CaCO ₃	Según los valores de parámetros físico – químicos el agua es aceptable para el consumo. La presencia de fosfato y amonio indica una posible contaminación por residuos de productos agrícolas y descomposición de la materia orgánica, aguas arriba de la fuente.
Alcalinidad (ppm)	200	180	100	80 – 150 mg/l	
Ph	8.3	8.3	8	6.5-8.5	
Solidos disueltos	153	145	215		
Nitrato (ppm)	0	-	1	50 mg/l	
Nitrito (ppm)	0	-	0	0.5 mg/l	
Fosfato (ppm)	30	20	10	10 mg/l	
Amonio (ppm)	0.25	-	0	0.50 mg/l	
Hierro (ppm)	0	-	-	0.3 mg/l	
Arsénico (ppb)	0	0	-	0.01 mg/l	
Presencia coliformes	Si	No	Si	NO	El agua de la fuente representa un riesgo para la salud; se debe usar filtro o clorar el agua de consumo en los hogares.

En el primer monitoreo se hizo el muestreo de agua en la fuente, pero también se hizo en el agua del filtro en el hogar de Doña Griselda. Como puede apreciarse en los resultados, a diferencia de la fuente el resultado del agua filtrada no refleja presencia de coliformes; esto demuestra la eficiencia del filtro y lo valida como una práctica que debe ser utilizada en los hogares para reducir el riesgo de enfermedades diarreicas.

Por otro lado, las intensas lluvias del mes de octubre provocaron que se levantaran las losetas que servían de tapa a pila de almacenamiento y se taponara la tubería que lleva el agua a la comunidad. Esto evidencia la urgente necesidad de una rehabilitación integral del mini-acueducto.

3.2. Comunidad Guanacastillo

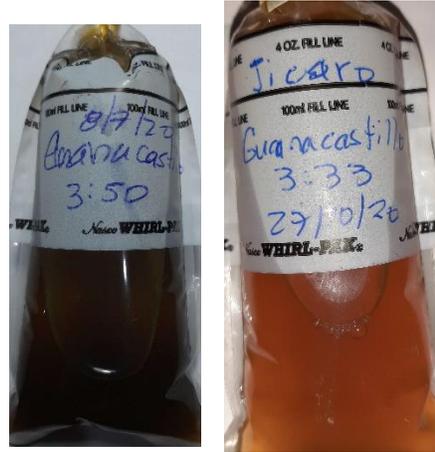
Miniacueducto por Bombeo Eléctrico

Esta fuente abastece a unas 400 familias de la comunidad Guanacastillo. Consiste de un Miniacueducto por Bombeo Eléctrico que se abastece de un manantial. El agua es conducida por bombeo eléctrico hacia una pila de almacenamiento, y de ahí hacia las viviendas mediante tubería. Este sistema pronto entrará en funcionamiento, una vez que se instale la bomba eléctrica.

Características de la fuente



Presencia de Coliformes



Positivo

Negativo (octubre)



Tabla 7. Análisis físico-químico y de presencia de coliformes, fuente Guancastillo

Análisis	CAPRE			Observaciones/recomendaciones
	Julio 2020	Octubre 2020	Rango permisible	
Cloro total (ppm)	0		1 mg/l	Según los valores de parámetros físico – químicos el agua es aceptable para el consumo. La presencia de fosfato y amonio indica una posible contaminación por residuos orgánicos e inorgánicos provenientes de áreas aledañas, por la descomposición de la materia orgánica o por residuos de agroquímicos usados en los cultivos. Aunque las pequeñas obras de captación de agua contribuyen a la infiltración de agua, es recomendable darles mantenimiento periódico para facilitar el flujo de agua y reducir la acumulación de contaminantes. Aunque no había presencia de coliformes en la fuente en el segundo monitoreo, se debe hacer un adecuado manejo del agua en los hogares para evitar contaminación.
Cloro residual (ppm)	0		0.5-1.0 mg/l	
Dureza mg/l	80	50	400 mg/l CaCO ₃	
Alcalinidad (ppm)	80	40	80 – 150 mg/l	
Ph	7.3	7	6.5-8.5	
Solidos disueltos	60			
Nitrato (ppm)	0	3	50 mg/l	
Nitrito (ppm)	0	0	0.5 mg/l	
Fosfato (ppm)	22	10	10 mg/l	
Amonio (ppm)	0.5	0.25	0.50 mg/l	
Hierro (ppm)	0.15	-	0.3 mg/l	
Arsénico (ppb)	0	-	0.01 mg/l	
Presencia coliformes	SI	NO	NO	

Coordenadas: 0589127, 1503387, altura 888 m.s.n.m.

La presencia de coliformes en el primer monitoreo representaba un riesgo para la salud; esto puede estar relacionado a la poca circulación/estancamiento del agua (proveniente del manantial) antes de la obra de captación en época seca. Por tanto, es importante mantener limpia el área de la fuente y la obra de captación; asimismo, se debe filtrar o clorar el agua de consumo en los hogares.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los valores de parámetros físico – químicos indican que el agua de las fuentes estudiadas es aceptable para el consumo, según Normas CAPRE/OMS.

Desde el punto de vista de la calidad biológica, el agua del Pozo 2 de Quebrada Arriba y del miniacueducto del Qubracho, representa riesgo para la salud debido a que están contaminadas con bacterias del grupo coliformes, las cuales son causantes de enfermedades diarreicas. Se recomienda usar técnicas de saneamiento del agua, tales como la cloración, filtrado o método SODI. Además, se recomienda evitar fuentes contaminantes en los alrededores de las fuentes, tales como charcas, letrinas, estiércol de animales.

La presencia de fosfato, amonio y/o nitrato en varias de las fuentes, muestra una tendencia de contaminación del agua por residuos orgánicos e inorgánicos, arrastrados por el agua de áreas aledañas. Se recomienda dar mantenimiento a la infraestructura de las bombas de mecate, tapar grietas, mantener limpios los canales de drenaje, para evitar la filtración de agua contaminada a la fuente. Asimismo, es necesario reducir el uso de fertilizantes fosfatados, la acumulación de residuos orgánicos y el vertido de aguas jabonosas en las cercanías de las fuentes de agua.

Compartir resultados con los actores involucrados en agua y saneamiento, a nivel local y municipal, para sensibilizarlos y conseguir su colaboración en esta temática.

Reforestar utilizando especies caducifolias nativas, implementar prácticas de conservación de suelos y agua, establecer sistemas agroforestales en áreas de recarga hídrica de las fuentes, para garantizar el caudal en las fuentes todo el año.