



Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM-Estelí

Calidad del agua de consumo humano en siete comunidades ubicadas en el área protegida "Paisaje Terrestre Protegido Mirafior-Moropotente", en el municipio de Estelí, 2015

Quality of drinking water in seven communities in the protected area "Terrestrial Protected Landscape Mirafior-Moropotente" in the city of Estelí, 2015

Artículo científico

Erenia Junieth Zamora Sevilla, Fanny Anita Montes Zeledón, Yubelky Lidamar Ruíz Talavera

Autor de correspondencia:

anitamontes90@gmail.com

Resumen

El objetivo del presente estudio fue "Evaluar la calidad de las fuentes de agua de consumo humano en siete comunidades del Paisaje Terrestre Protegido Mirafior-Moropotente", tomando en cuenta la presencia de arsénico, residuos de plaguicidas, coliformes fecales y parámetros fisicoquímicos, posteriormente proponer acciones para el buen uso y manejo del agua.

Esta investigación es de enfoque cuantitativa, el alcance de este estudio es descriptivo y de corte transversal dado que se recolectaron datos en un solo momento y en un tiempo único.

Para la obtención de la información se utilizaron técnicas, tales como: observación *in situ*, entrevista y técnicas de muestreo, asimismo se visitaron las comunidades: La Pita, El Coyalito, El Cebollal 1 y Cebollal 2, Puertas Azules, La Fortuna y La Perla y los puntos de abastecimientos de agua para su consumo. Se tomó como referencia la metodología que utilizan los del Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA) y las Normas (CAPRE) para determinar el valor admisible, recomendable y la vigilancia de la calidad del agua correspondiente a la concentración de

sustancias o densidad bacteriana a partir de la cual provoca rechazo por parte de los consumidores y donde existe un riesgo para la salud.

En las comunidades estudiadas se identificaron ocho fuentes de agua las cuales todas son utilizadas para el consumo humano y otras actividades. En siete de las fuentes de agua utilizadas se identificaron coliformes fecales en cantidades que sobrepasan los límites permisibles por las normas CAPRE, mientras que en una de las comunidades el resultado de coliformes fecales es negativo. En cambio en los parámetros fisicoquímicos analizados *in situ*, están dentro de los rangos admisibles por las normas CAPRE, para el agua de consumo humano.

Los análisis que se realizaron de plaguicidas organoclorados y organofosforados en las ocho fuentes de agua en estudio, solo en una de ellas se encontró resultados positivos de contaminación orgánica por la presencia de plaguicidas tóxicos como Endosulfan 1 (**24,96 ngl⁻¹**), Endosulfan 2 (**19,77ngl⁻¹**) Endosulfan Sulfato (**16,09 ngl⁻¹**) y Etil Paration (**133,76 ngl⁻¹**). En los resultados de laboratorio de metales pesados (Arsénico) demuestran que no existe presencia de contaminación inorgánica, cuyos niveles están en un valor admisible por la OMS.

En síntesis, la calidad de las de las fuentes agua analizadas en las siete comunidades del Paisaje Terrestre protegido, en el aspecto bacteriológico se encuentran con márgenes significativos de alteraciones en sus características naturales para consumo humano, por lo que es necesaria la aplicación de un tratamiento previo de filtración para poder alcanzar los rangos admisibles por las normas CAPRE. Sin embargo en el aspecto físicoquímico no hay alteraciones significativas que contradigan el valor admisible de las normas CAPRE.

La fuente de agua de la comunidad La Perla, presenta alteración por contaminación orgánica, esto debido a la presencia de plaguicidas organoclorado y organofosforado. En los análisis de metales pesados las fuentes de agua no presentan alteración por contaminantes inorgánico (Arsénico).

Palabras claves: Agua, Arsénico, Calidad, Coliformes Fecales, Parámetro físicoquímico, Plaguicidas, Vigilancia.

Summary

The aim of this study was to "assess the quality of the sources of drinking water in seven communities Terrestrial Protected Landscape Miraflores-Moropotente" taking into account the presence of arsenic, pesticide residues, fecal coliforms and physicochemical parameters, then propose actions for the proper use and management of water.

This research is quantitative approach, the scope of this study is descriptive and cross-sectional since data were collected at one time and one time.

To obtain information were used techniques, such as pita, Coyolito, The Cebollal 1 and Cebollal 2 Blue Door, La Fortuna and La Perla: in situ, interview and sampling techniques observation also communities visited and points of water supply for

consumption. Reference was made to the methodology used by the Centre for Research on Aquatic Resources of Nicaragua (CIRA) and Rules (CAPRE) to determine the allowable value, and recommended monitoring the quality of water corresponding to the concentration of substances or bacterial density from causing rejection by consumers and where a health risk.

In the communities studied eight water sources which are all used for human consumption and other activities were identified. In seven of the sources of water used fecal coliforms were identified in amounts that exceed the allowable limits for the CAPRE standards, while in one of the communities the result is negative fecal coliform. However in the physicochemical parameters analyzed in situ, they are within allowable by CAPRE standards for drinking water ranges.

Analyses were made of organochlorine and organophosphorus pesticides in the eight water sources under study, only one positive organic contamination was found by the presence of toxic pesticides like Endosulfan 1 (24.96 NGL-1), Endosulfan 2 (19,77ngl-1) Endosulfan sulfate (16.09 NGL-1) and ethyl parathion (133.76 NGL-1). In laboratory results heavy metal (arsenic) demonstrate no presence of inorganic pollution, whose levels are in a permissible value by WHO.

In short, the quality of water sources analyzed in the seven communities of the protected terrestrial landscape in the bacteriological aspect with significant margins are alterations in their natural characteristics for human consumption, so that the application of a treatment is necessary filtration prior to reaching the allowable ranges CAPRE norms. However in the physicochemical aspect no significant alterations that contradict the permissible value of CAPRE standards.

The water source of the La Perla community has altered by organic pollution, this due to

the presence of organochlorine and organophosphorus pesticides. In the analysis of heavy metals water sources have not altered by inorganic contaminants (arsenic).

Introducción

El agua es una sustancia cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. El agua es esencial para la vida, la cantidad de agua dulce existente en la tierra es limitada, y su calidad está sometida a una presión constante. La conservación de la calidad del agua dulce es importante para el suministro de agua de consumo, la producción de alimentos y el uso recreativo. La calidad del agua puede verse comprometida por la presencia de agentes infecciosos, productos químicos tóxicos o radiaciones (Organización Mundial de la Salud, 2015).

En la gestión de los recursos hídricos, la calidad del agua es uno de los aspectos más importantes que se tiene en cuenta para los diferentes usos establecidos en el territorio nacional de Nicaragua. En nuestro país la agricultura convencional ha generado un desequilibrio en los ecosistemas, el incremento de los productos químicos sintéticos (plaguicida) ha provocado contaminación en las fuentes de agua.

Otro problema grave que enfrentamos en el país, es la falta de cultura ambiental ya que los desechos sólidos y líquidos son incorporados a las fuentes de agua siendo estos provenientes de las industrias, fabricas, actividades agrícolas y ganaderas generando un deterioro en la calidad del recurso hídrico haciéndolo inútil para su uso (Araúz, 2009).

Las enfermedades relacionadas con el uso de agua incluyen aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua. El agua contaminada puede producir efectos negativos en la salud humana y hasta la muerte, según la OMS más de 4 millones de seres humanos mueren

Keywords: Water, Arsenic, Quality, Fecal Coliform, physicochemical parameter, Pesticide Watch.

al año como consecuencia de enfermedades infecciosas transmitidas. (OMS, 2015).

Durante el primer semestre del año 2015, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores-Moropotente, un grupo de 4 estudiantes de una Universidad de Boston realizaron un estudio sobre los efectos de los plaguicidas en la salud de los habitantes. En esta investigación se obtuvieron resultados de efectos adversos al ser humano tales como: Dolor de cabeza, mareo, náuseas, problemas respiratorios, infección renal y problemas dérmicos en relación con la presencia y manipulación de agroquímicos por la población. Este paisaje se encuentra ubicado en la parte Norcentral de Nicaragua, en el extremo noreste del municipio de Estelí a unos 30 kilómetros de la cabecera departamental del mismo nombre. En esta área se encuentran ubicadas las comunidades El Coyolito, La Pita, Cebollal 1, Cebollal 2, Puertas Azules, La Fortuna y La Perla, las cuales fueron tomadas como referencia para la realización del estudio.

Esta investigación se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la calidad de las fuentes de agua de consumo humano en las siete comunidades antes mencionadas. En este estudio se determinó la calidad de las fuentes de aguas de donde se abastecen las comunidades y se utilizaron indicadores físicos-químicos, bacteriológicos y plaguicidas. También se identificaron las posibles fuentes de contaminación, que de modo directo o indirectamente provocan alteración de su calidad.

Materiales y métodos

Las técnicas que se utilizaron a fin de recopilar los datos sobre la situación existente, fueron la entrevista, observación directa y recolección de muestras de agua para determinar su calidad.

Guía de entrevista: Con el fin de obtener información objetiva y precisa del estado actual de las fuentes de agua y las problemáticas social, ambiental, económica y cultural que presenta.

Guía de observación directa: Esto con el fin de lograr un reconocimiento total de las fuentes de agua, su vegetación, infraestructura y condiciones ambientales en la que se encuentran cada una de ellas.

Análisis de laboratorio: Para este proceso se tomaron en cuenta los análisis bacteriológico, parámetro fisicoquímico, de plaguicidas y arsénico en las fuentes de agua de las siete comunidades en estudio, esto para evaluar la calidad del recurso.

Resultados y discusión

Calidad del agua para consumo humano a través de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

Análisis de los parámetros fisicoquímicos

Dependiendo del uso que se le quiera dar al agua, esta puede tener una calidad aceptable o no aceptable. El concepto de calidad de agua es muy complejo, lo hemos estudiado con diversos parámetros fisicoquímicos, el análisis de estos parámetros nos ayudara a establecer la calidad de agua.

Los análisis descritos en la tabla siguiente muestran los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos de las diversas comunidades estudiadas:

Tabla N° 1 Resultados analíticos de parámetros fisicoquímicos

N°	Comunidad	Nombre de la fuente	pH	T°	Conductividad	Oxígeno Disuelto	Saturación de Oxígeno
1	Coyolito	Berlilia Rugama	6,77	24,3° C	472 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	5,8 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	60%
2	Coyolito	Filemón Rodríguez	6,40	25,1° C	408 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	5,7 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	63%
3	La Pita	La Pita	6,46	21,6° C	161,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	4,7 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	55%
4	El Cebollal	El Cebollal	6,15	19,6° C	66,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	6,9 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	82%
5	El Cebollal	El Cebollal 2	6,56	22,1° C	158,2 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	5,2 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	62%
6	Puertas Azules	Puertas Azules	5,70	19,4° C	78,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	7,0 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	87%
7	La Fortuna	La Fortuna	5,16	20,1° C	53,4 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	4,3 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	56%
8	La Perla	La Perla	5,81	19,7° C	179,2 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	7,3 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	86%

pH: En los puntos muestreados en las siete comunidades, se encontró un valor de pH en un rango de 6 - 7 unidades de pH es decir, que se encuentra en un estado neutro, siendo el valor más bajo de 5.16 en la fuente de agua de abastecimiento de la comunidad La Fortuna. Dichos resultados nos indican que según el valor recomendado por las normas (CAPRE), el agua no es acida y puede ser destinada para el consumo humano y otro interés ecológico.

Sin embargo un pH menor de 3 o mayor de 9 puede considerarse tóxicos provocando un desequilibrio y efectos en la vida acuáticos como trastornos de regulación osmótica, intercambio gaseoso, incremento de metales pesados en disolución.

Temperatura: Los datos obtenidos en los puntos analizados de las diferentes comunidades en estudio, se registraron temperaturas entre 19 - 25°C que están dentro del valor recomendado según las Normas CAPRE. Debido a que la temperatura de las fuentes estudiadas se encuentra en el valor recomendado no afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en los ecosistemas, ya que es un proceso vital para los organismos vivos. Por tanto, la temperatura es un parámetro que nos revela que existe un contraste o gradiente de energía que provoca la transferencia de calor.

Los cambios de temperatura en el agua pueden afectar los procesos vitales que implican reacciones químicas y la velocidad de éstas. Alterar la composición del agua disminuyendo su densidad y la concentración de oxígeno disuelto. Un aumento de la temperatura provoca que especies no tolerantes a temperaturas altas dejen de existir (ejemplo: peces y larvas sensitivas) o emigren a otras regiones, así mismo produce cambios en la tasa de respiración, crecimiento, alimentación, desarrollo embrionario y reproducción de los organismos del sistema.

Conductividad: La conductividad del agua es un valor muy utilizado para determinar el contenido de sales disueltas en ella. Según los datos obtenidos mediante los análisis realizados en las fuentes estudiadas, la capacidad de conducir energía eléctrica en seis fuentes cumplen con valor recomendado según las Normas CAPRE, ya que se demostraron datos entre **53,4 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$** - **179,2 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$** . Sin embargo en dos de las fuentes en estudio no se manifestó el valor recomendado esto debido a que sobrepasa los niveles admisibles por las normas.

La conductividad puede servir como indicador de problemas serios relacionados con la calidad del agua. Una alta conductividad provoca efectos negativos en la salud humana dando origen a enfermedades crónicas y en el ambiente provoca marchitez, caída de las hojas, deterioro de las raíces de plantas y las sustancias químicas peligrosas afectan a todos los organismos.

Oxígeno disuelto: Es un indicador del nivel de contaminación del agua. Los datos obtenidos de los análisis de agua están dentro de los rangos permitidos en las Normas CAPRE, esto porque cumplen con su valor recomendado el cual es **4,3 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$** - **7,3 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$** y de acuerdo a este dato determinamos que el agua de las fuentes es apta para su consumo y para el desarrollo de la vida vegetal y animal. Las bajas

concentraciones de oxígeno disuelto causan cambios en las especies provocando potencial de muerte en peces y otros organismos acuáticos.

Saturación de oxígeno: Es el porcentaje de oxígeno contenido en una muestra de agua relacionado con la cantidad de oxígeno presente en la misma, en su punto de saturación a la temperatura y presión especificada. Los valores del Porcentaje de Saturación del OD de 80-120% se consideran excelentes y los valores menores al 60% o superiores a 125% se consideran malos. En las comunidades en estudio se encontró un rango de entre el 55% - 87%, de saturación de oxígeno determinando que se encuentran en un estado admisible.

Análisis de los parámetros bacteriológicos

Los análisis bacteriológicos ponen en manifiesto la presencia de bacterias que alteran y modifican la aptitud del agua para un uso determinado. El principal riesgo está asociado a las enfermedades infecciosas relacionadas a la contaminación fecal.

Los resultados de los análisis bacteriológicos son los siguientes:

Tabla N° 2. Resultados analíticos de parámetros bacteriológico en las fuentes de agua estudiadas

Código	Lugar de Muestreo	Hora de Toma	Resultado Obtenido en UFC/ML H2O
1	Coyolito 1	08:15 am	Más de 100 UFC/ 100ML H2O
2	Coyolito 2	08:25 am	Más de 50 UFC/ 100ML H2O
3	La pita	10:10 am	Incontable UFC/ 100ML H2O
4	El Cebollal 2	11:45 am	Más de 100 UFC/ 100ML H2O
5	El Cebollal 1	12:50 pm	Más de 100 UFC/ 100ML H2O
6	Puertas Azules	01:30 pm	Negativo UFC/ 100ML H2O
7	La Fortuna	01:50 pm	Más de 50 UFC/ 100ML H2O
8	La Perla	02:00 pm	Más de 50 UFC/ 100ML H2O

En el análisis bacteriológico de coliforme fecales para UFC/ 100ML de H2O realizado en las siete comunidades en estudio, se comprende que el agua de la fuente de donde se abastece la población de la comunidad de Puertas Azules es apta para consumo ya que se obtuvieron resultados negativos, así mismo cumple con el valor admisible y recomendado por las Normas CAPRE.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis en las fuentes de agua de las otras comunidades en estudio, El Coyolito, La Pita, La Perla y La Fortuna fueron de un índice de valor alto y hasta incontable de coliforme fecales, resultando esta no apta para consumo ya que no cumplen con los valores recomendados por las Normas CAPRE.

Cabe destacar que no se encuentran letrinas cercanas a las fuentes de agua, pero sin embargo las fuentes de las siete comunidades en estudio se encuentran contaminadas por coliformes fecales y analizamos que existen otros factores contaminantes como lo son los animales de sangre caliente (perro, vacas, aves) resultando estos una amenaza contaminante.

Desde el punto de vista de calidad microbiológica la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que el agua para consumo humano debe estar libre de gérmenes patógenos procedentes de contaminación fecal humana y de animales,

por lo que recomienda que el agua para consumo deba presentar un valor negativo de coliforme fecales por cada 100ML de agua.

En la comunidades, El Coyolito, La Pita, El Cebollal N° 1 Y El Cebollal N° 2, se identificaron cinco pilas de captación. En las comunidades Puertas Azules y La Fortuna se identificaron dos ojos de agua, mientras que en la comunidad La Perla se identificó un pozo artesiano.

Según nuestro criterio existen focos de contaminación cercanos a las fuentes de agua como: actividades agropecuarias, animales domésticos y corrales, en el caso de las actividades agropecuarias se desarrollan durante todo el periodo del año y los pobladores no hacen un buen uso de los desechos de plaguicidas, ya que son depositados cercanos a las fuentes generando de una forma u otra contaminación.

El estado físico de la infraestructura de las fuentes de agua es regular en el caso de las pilas de captación, debido a que no se le da el mantenimiento adecuado, es decir que la maleza producida alrededor de estas no es eliminada. Sin embargo los ojos de agua no cuentan con una infraestructura adecuada que les permita protegerla de los animales y otros focos contaminantes al igual hacer un buen uso y manejo para conservar su calidad.

Presencia y cuantificación de arsénico de origen natural

El arsénico es un elemento extremadamente tóxico para el organismo humano y no solo en concentraciones altas, donde la exposición causa efectos agudos que pueden llegar a ser letales, también la exposición durante un largo período a bajas concentraciones relativas de arsénico (por ejemplo, por ingestión de agua) tiene efectos negativos crónicos para la salud.

El arsénico (As) es un elemento muy común en la atmósfera, en rocas y suelos, en la hidrosfera y la biosfera. Es movilizado al medio ambiente a través de una combinación de procesos que incluyen tanto procesos naturales (meteorización, actividad biológica, emisiones volcánicas), así como procesos antropogénicos (actividad minera, uso de combustibles fósiles, desecantes, conservadores de la madera, y uso como aditivos de piensos)

La presencia de arsénico de origen antrópico en las aguas subterráneas también se puede explicar como resultado de la utilización, a veces excesiva y sin control, de productos relacionados con actividades agrícolas, la jardinería y limpieza de malezas, como son los fungicidas, insecticidas y plaguicidas en general. Muchos de ellos tienen arsénico como compuesto tóxico, porque su utilización está indicada para erradicar plagas diversas (Lillo, 2010).

Tabla N° 3. Resultados analíticos de metales pesados Arsénico.

N°	Comunidad	Nombre de la fuente	Parámetro	Resultado	Valor admisible OMS
1	El coyolito	Bertilla Rugama	Arsénico total	<0,99 µg.l ⁻¹	10,00 µg.l ⁻¹
2	El Coyolito	Filemón Rodríguez	Arsénico total	<0,99 µg.l ⁻¹	10,00 µg.l ⁻¹
3	La Pita	La pita	Arsénico total	<0,99 µg.l ⁻¹	10,00 µg.l ⁻¹
4	Cebollal 2	El cebollal 2	Arsénico total	<0,99 µg.l ⁻¹	10,00 µg.l ⁻¹
5	Cebollal 1	El cebollal 1	Arsénico total	<0,99 µg.l ⁻¹	10,00 µg.l ⁻¹
6	Puertas Azules	Puertas Azules	Arsénico total	<0,99 µg.l ⁻¹	10,00 µg.l ⁻¹

Los análisis realizados en las fuentes de abastecimiento de las comunidades en estudio demuestran que no existe presencia

de contaminantes metálicos pesados (Arsénico Total), cuyos resultados están en un valor recomendado por la Organización Mundial de la Salud. Este análisis nos indica que la población y los seres vivos que se abastecen de estas fuentes no están expuestos a sufrir ningún problema de contaminación asociada a la presencia de este metal pesado (Arsénico) y que puede ser destinada para cualquier hacer uso ya sea doméstico, consumo y otro interés ecológico.

Presencia y cuantificación de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados

A través de las investigaciones realizadas por muchos expertos afirman que los productos más problemáticos al ambiente son los insecticidas, en lo que respecta a los organofosforados son de mayor uso, tienen una toxicidad más aguda que los organoclorados, permanecen activos por un periodo más corto. Mientras que los organoclorados pueden llegar a ser cancerígenos por acumularse en los tejidos grasos y pueden adherirse a partículas de polvo y agua de evaporación de esta forma recorrer grandes distancias por tener características de movilidad (López, 2011).



Cada vez más, el conocimiento de los niveles de plaguicidas presentes en aguas superficiales y subterráneas se ha convertido en un tema de interés social debido a su posible impacto medioambiental. En las últimas décadas, debido tanto a la explosión

demográfica como al desarrollo industrial y agrícola se ha incrementado la demanda de agua. Ello ha repercutido en la calidad de las mismas, la cual puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores externos y en este último caso se habla de contaminación. Por otro lado, el uso de productos químicos en las actividades agrícolas ha supuesto un beneficio sustancial en la producción agraria, incrementándose el rendimiento de las cosechas a la vez que se ha elevado la calidad de los alimentos, pero no obstante elevando los niveles de contaminación.

Los resultados analíticos de plaguicidas organoclorados y organofosforado realizados en las diversas comunidades demuestran que en seis comunidades en estudio las cuales son: La Pita, El Coyolito, Cebolla1, cebolla2, puertas Azules y La Fortuna no existe presencia de contaminación por plaguicidas es decir los análisis realizados a través de los Procedimientos Operativos Normalizados en función de las previsiones contenidas en las Normas Técnicas Nicaragüense no detectaron ningún contaminante orgánico. Estos análisis nos permiten destacar que el agua es apta para consumo u otras actividades que desarrollan los pobladores y que al consumirla no representa ningún peligro para la salud.

Cabe destacar que en el tiempo de realización de los análisis no encontramos cosechas recientes en las áreas cercanas a las fuentes de agua. Por lo tanto es posible que los resultados estén negativos debido a esto, y porque la duración y vida media de los plaguicidas en el agua es de poca duración.

Sin embargo en el análisis realizado en la comunidad la Perla demuestra que existe presencia de plaguicida organoclorados: Endosulfan I, Endosulfan Sulfato, los cuales son conocidos comercialmente como Thiodan, estos son plaguicidas extremadamente tóxico con una historia importante de accidentes, también han sido

responsable de muchas muertes accidentales en países en desarrollo. Se usan ampliamente sobre una gran variedad de cultivos como café, cereales, algodón, hortalizas, cítricos, frutas, ornamentales y tabaco. Cuyo objetivo es controlar insectos y plagas como escarabajos, gorgojos, mosca, salta hojas, pulgas, perforadores, ácaros.

Tabla N° 4. Resultados analíticos de plaguicidas organoclorados.

N°	comunidad	Nombre de la fuente	Límite de detección	Parámetro	Resultados
1	La Perla	La Perla	0,21 ng.l ⁻¹	Alfa - Clordano	AND
			0,21 ng.l ⁻¹	Gamma - Clordano	AND
			0,23 ng.l ⁻¹	Alfa - HCH	AND
			0,67 ng.l ⁻¹	Lindano	AND
			0,29 ng.l ⁻¹	pp - DDE	AND
			0,36 ng.l ⁻¹	pp - DDD	AND
			0,19 ng.l ⁻¹	pp - DDT	AND
			0,26 ng.l ⁻¹	Heptacloro	AND
			0,82 ng.l ⁻¹	Heptacloro - Epóxido	AND
			0,14 ng.l ⁻¹	Aldrin	AND
			0,11 ng.l ⁻¹	Dieldrin	AND
			0,32 ng.l ⁻¹	Endrin	AND
			0,16 ng.l ⁻¹	Endrin Aldeido	AND
			0,28 ng.l ⁻¹	Eldrin Cetona	AND
			0,19 ng.l ⁻¹	Endosulfan I	24,96
			0,26 ng.l ⁻¹	Endosulfan II	19,77
			0,25 ng.l ⁻¹	Endosulfan Sulfato	16,09
			0,11 ng.l ⁻¹	Metoxicloro	AND
			0,42 ng.l ⁻¹	Toxafeno	AND
			0,38 ng.l ⁻¹	Beta - HCH	AND
			8,70 ng.l ⁻¹	Delta - HCH	AND

AND (Análisis no detectado)

El endosulfán puede ser absorbido por ingestión, inhalación y contacto con la piel. Es un estimulante del sistema nervioso central. Altamente tóxico si se ingiere. Irrita la piel. Los efectos agudos en general son los mismos de los demás organoclorados. Los síntomas moderados de intoxicación pueden manifestarse con mareos, náuseas, dolor de estómago, diarrea, vómito, debilidad, nerviosismo, temores e irritabilidad no acostumbrados.

Es extremadamente tóxico a organismos acuáticos, particularmente a peces, aves y otra vida silvestre. La escorrentía es un mecanismo importante de movimiento del endosulfán. La vida media en el agua se calcula de cuatro días, pero las condiciones anaeróbicas y un bajo pH alargan la vida media.

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) clasifica al endosulfán

como Categoría Ib, Altamente Peligroso. La Unión Europea también lo califica como Altamente Peligroso. La Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifica al endosulfán en Categoría II –Moderadamente Peligroso

También se encontró presencia de plaguicida organofosforado Etil-Paration este un sólido blanco parecido al azúcar o a la arena con olor a ajo se usa como un pesticida en soluciones líquidas, es altamente tóxico por inhalación e ingestión y moderadamente tóxico por absorción dérmica. La exposición a dosis elevadas del producto sea por contacto dérmico o inhalación, puede ser fatal para el ser humano. Al inhalarlo puede causar goteo de nariz, tos, molestias al pecho, falta de respiro por la constricción o exceso de fluidos en los tubos bronquiales.

Tabla N° 5. Resultados analíticos de plaguicidas organofosforado.

N°	comunidad	Nombre de la fuente	Límite de detección	Parámetro	Resultados
1	La Perla	La Perla	50,00 ng.l ⁻¹	CO- Ral (Coumafos)	AND
			15,00 ng.l ⁻¹	DEF (Tribufos)	AND
			25,00 ng.l ⁻¹	Diazinon	AND
			15,00	Etil – Paration	133,76
			20,00 ng.l ⁻¹	Etion	AND
			50,00 ng.l ⁻¹	Forate	AND
			100,00 ng.l ⁻¹	Gution (Azinfos Metil)	AND
			25,00 ng.l ⁻¹	Malation	AND
			15,00 ng.l ⁻¹	Metil (Paration)	AND
			50,00 ng.l ⁻¹	Mocap Etoprofos)	AND
			25,00 ng.l ⁻¹	Terbufos	AND
			15,00 ng.l ⁻¹	Zolone (Fosalone)	AND

Conclusión

De acuerdo al estudio de calidad del agua de consumo humano que se realizó en siete comunidades ubicadas en el Paisaje Terrestre Protegido Mirafior-Moropotente, en el municipio de Estelí, 2015. Podemos concluir que:

Desde el punto de vista fisicoquímico las fuentes de agua en general no presentan alteración de los parámetros fisicoquímicos, siendo estas aptas para el consumo humano según los valores recomendados por las normas CAPRE.

Los resultados de los análisis bacteriológicos indicaron la presencia de coliformes fecales en siete de las fuentes de agua estudiadas y según las normas CAPRE, estos datos exceden los límites permisibles sin embargo, el análisis bacteriológico realizado en la comunidad de Puertas Azules se demostró un resultado negativo en cuanto a coliformes fecales.

En los resultados analíticos de metales pesados (Arsénico) demuestran que no existe presencia de contaminantes metálicos pesados, cuyos niveles están en un valor recomendado por la OMS, ya que el agua no presenta ninguna alteración y que su calidad es apta para su consumo.

Los resultados analíticos de plaguicidas organoclorados y organofosforado realizados en las diversas comunidades demuestran que en seis comunidades en estudio las cuales son: La Pita, El Coyalito, Cebollal 1, Cebollal 2, Puertas Azules y La Fortuna no existe presencia de contaminación por plaguicidas, es decir que el agua no presenta alteración por contaminantes químicos siendo estas aptas para su consumo. Sin embargo en el análisis realizado en la comunidad la Perla demuestra que existe presencia de plaguicida organoclorados: Endosulfan I, Endosulfan Sulfato y etil-paration, los cuales son conocidos

comercialmente como Thiodan, debido a que existe contaminación el agua no es apta para su consumo.

Como principales focos de contaminación de las fuentes de agua se identificaron: actividades agropecuarias, animales domésticos y corrales. Todo ello muestra una amenaza de alteración de la calidad del agua de donde se abastece la población.

El estado físico de la infraestructura de las fuentes de agua es regular, ya que no cuenta con las condiciones adecuadas en cuanto a la protección de cercas, techos y limpieza en el caso de las pilas de captación, sin embargo los ojos de agua no cuentan con una infraestructura adecuada que les permita

protegerla de los animales y otros focos contaminantes al igual hacer un buen uso y manejo para conservar su calidad.

No se da el mantenimiento adecuado a las fuentes de agua, debido a la falta de organización, comunicación y compromiso de los pobladores y sobre todo de los CAPS, por falta de fortalecimiento que les permita garantizar el conocimiento básico sobre el manejo y aprovechamiento de los recursos hídricos existentes en el área de estudio, ya que por parte del MINSA, se les ha brindado el suministro de cloro y este no ha sido aprovechado ni aplicado.

San Nicolas, La Trinidad y Esteli
(Primera ed.). Esteli.

Bibliografía

Anonimo. (1993). *Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano (CAPRE)* (Primera ed.). San Jose, Costa Rica.

Arauz, J. (2009). *Caracterizacion de las fuentes de agua para consumo humano en la microcuenca San Roque de la Sub Cuenca del Rio Esteli*. Esteli, Nicaragua.

Arbizu. (2007). *Potencial Hidrológico y Calidad de las Aguas*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2015, de CIRA UNAN: <http://www.cira-unan.edu.ni/media/documentos/YCa ballero.pdf>

Barrera, Y. (2001). *Cenida*. Recuperado el 07 de Agosto de 2015, de <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REN10B272.pdf>

Birmanía Quant, G. Z. (2010). *Calidad del agua de tres quebradas de las comunidades Potrerillo, Licoroy, El Despoblado de los municipios de*

Bejarano, F. (1990). *Red de acción sobre Plaguicidas y alternativas en México*. Recuperado el 13 de Octubre de 2015, de RAPAM: <http://www.rachel.org/files/document/Pesticidas.htm>

Espinoza. (2005). *Distribucion de la contaminación natural por Arsenico*. Recuperado el 05 de Octubre de 2015, de CIRA UNAN: <http://www.cira-unan.edu.ni/media/documentos/Max Altamirano.pdf>

Gonzales, R. (2004). *RED CENTROAMERICANA PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS (RED CARA)*. Recuperado el 07 de Noviembre de 2015, de <http://www.cira-unan.edu.ni/media/documentos/RMGonzalez.pdf>

Jimenez, A. (2000). *Instituto Tecnológico de Química*. Recuperado el 03 de Septiembre de 2015, de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria->

quimica/ingenieria-ambiental/otros-
recursos-1/OR-F-001.pdf

Vivas. (2009). *Análisis de la utilización del
Recurso Suelo en Nicaragua*
(Primera ed.). Nicaragua.

- Karen Velasquez, N. H. (2010).
Caracterización de la grama
(*Paspalum notatum F.*). Esteli,
Nicaragua.
- Lauder, R. (1993). *Soluciones de Tratamiento
de Aguas*. Recuperado el 24 de Julio
de 2015, de
<http://www.unitek.com.ar/>
- Lillo. (2003). *Peligros Geoquímicos* (Segunda
ed.). Madrid, España.
- Lopez, G. (2011). *Caracterización de las
fuentes de agua para consumo
humano en la microcuenca La
Jabonera, Sub Cuenca del Río Esteli*.
Esteli, Nicaragua.
- Montenegro, S. (2009). *Presencia y
Concentración de residuos de
plaguicidas en el agua*. Recuperado
el 05 de Noviembre de 2015, de
<http://www.elparquedelashamacas.org>
- OMS. (s.f.). *Organización Mundial de la
Salud*. Recuperado el 16 de
Noviembre de 2015, de
<http://www.who.int/topics/water/es/>
- Perez, G. (2011). *Calidad del agua en la
Cuenca Valle de Bravo*. Amanalco.
- Ramires. (2007). *Muestreos de Aguas y
conservación de muestras*.
Recuperado el 03 de Noviembre de
2015, de
<http://www.elaguapotable.com/EI%20muestreo%20de%20los%20distintos%20tipos%20de%20agua.pdf>
- Silva. (2001). *Diagnóstico de la Exposición y
Efectos del Uso de los Plaguicidas*
(Primera ed.). Leon, Nicaragua.