



“Salud y calidad de agua de consumo humano en el municipio de Larreynaga- Malpaisillo.”

Informe Preliminar



Investigadores:

Dr. Luis Enrique Blanco Romero; Dra. Teresa Rodríguez Altamirano; M.Sc. Edipcia Roque Roque
Centro de Investigación en Salud Trabajo y Ambiente (CISTA-UNAN-León).

Dr. Eugenio Vilanova
Instituto de Bioingeniería de la Universidad Miguel Hernández de Elche, España

Colaboradores:

Ing. Ignacio Zamora
ENACAL-León

Juana Pastora
Xochilt Acañ

Dra. Gabriela Gómez
MINSA-Malpaisillo

Dr. Enrique Gómez
Alcalde Larreynaga

Cooperantes:

Adriano Cernotti; representante
Andrea Grillo y Mauro Rubichi, Gestores y contraparte de Proyecto
Livorno-Región Toscana, ITALIA



Agradecimiento

Con la publicación de este documento, se agradece a mujeres y hombres residentes en las comunidades rurales del municipio de Malpasillo-Larreynaga, que colaboraron facilitando su tiempo y el acceso a sus hogares para recopilar los datos.

La Alcaldía Municipal de Malpasillo-Larreynaga, por el especial esmero y excelente colaboración del alcalde y sus funcionarios para la recolección de datos de calidad de agua.

A la Asociación de Mujeres Xochilt Acalt por su dedicación y apoyo a las actividades ejecutadas en este proyecto

Se agradece a todos los funcionarios de los Laboratorios de ENACAL, León; Laboratorio del Instituto de Bioingeniería de la Universidad Miguel Hernández y a los funcionarios del Laboratorio CISTA, UNAN-León.

Un agradecimiento especial a todos los miembros de la Cooperación Italiana ya que sin su ayuda no hubiese sido posible la realización de este trabajo.



Siglas y abreviaturas

CAPRE	Centro América, Panamá y República Dominicana
CAPS	Comité de Agua Potable y Saneamiento
CISTA	Centro de Investigación en Salud de los Trabajadores y del Ambiente
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
MINSA	Ministerio de Salud
PEM	Pozo Excavado a Mano
PP	Pozo Perforado
UNAN-León	Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León



Glosario

Agua Contaminada: es cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua que tiene un efecto dañino en cualquier ser vivo que consuma esa agua.

Aguas servidas, aguas negras o agua residual: son los desechos líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial. Llevan disueltas o en suspensión una serie de materias orgánicas e inorgánicas. Proviene de la descarga de sumideros, fregaderos, inodoros, cocinas, lavanderías (detergentes), residuos de origen industrial (aceites, grasas, curtiembres, etc.).

Agua Subterránea: Agua que fluye bajo tierra. El agua subterránea es la fuente de agua para beber en pozos y manantiales. El agua subterránea también se llama manto freático o acuífero. El nivel del agua subterránea cambia de acuerdo a la lluvia y al consumo de agua.

Agua para el consumo humano: Agua que cumple con los requisitos físicos, químicos y bacteriológicos que se señalan en la normativa nacional. Se le denomina también agua potable o agua apta para consumo humano.

Análisis: Proceso llevado a cabo por un laboratorio, con muestras de agua, aguas servidas o elementos sólidos.

Brocal: Aro de protección del hoyo de la letrina. Se ubica en la parte superior de este y sirve para estabilizar la boca del hoyo, sostener la losa e impedir el ingreso del agua de lluvia.

Comité de Agua Potable: Es la organización encargada de administrar, operar y Mantener el acueducto en una comunidad donde participan hombres y mujeres

Comunidad: Extensión de territorio conocido con un nombre.

Cloración: Aplicación de cloro o compuestos de cloro, al agua para consumo humano o a las aguas residuales, generalmente con el propósito de desinfección. También comprende el empleo de cloro para la oxidación química y el control de malos olores.

Cloro residual: Cantidad de cloro, en cualquiera de sus formas que queda en el agua o las aguas residuales, durante un periodo después del tratamiento, asegurando la desinfección

Contaminación: Deterioro específico de la calidad del agua, causado por residuos domésticos agrícolas o industriales en grado tal, que tenga un efecto negativo sobre cualquier uso provechoso del agua.

Desinfección: Destrucción de bacterias, virus y protozoarios patógenos fecales, presentes en el agua a utilizarse para abastecimiento de agua de consumo humano o en los efluentes de aguas residuales.

Mini Acueductos por Bombeo Eléctrico (MABE): Son sistemas que se implementan en aquellas comunidades que cuentan con el suministro de energía eléctrica y están dirigidos a comunidades Semi-dispersas o concentradas, con poblaciones mayores a 450 personas y se ajustan a las condiciones donde las aguas subterráneas son profundas y se puede beneficiar más una comunidad con este tipo de sistema ,requiere de un diseño técnico de sus componentes: pozo ,caseta de control, línea de conducción, tanque de almacenamiento, sistema de tratamiento o cloración ,red de distribución, tomas de patios, establecimiento de tarifa.

Pozo: Hoyo que se construye en el suelo y que está diseñado para permitir que el agua se filtre dentro del suelo.



Pozo excavado a mano: Es una solución que se dirige a comunidades desde concentradas a dispersas. El número mínimo requerido es de 5 personas por familia, con pozos que cuenten con niveles de agua subterránea no muy profundos. Debido a la profundidad del manto acuífero o por el tipo de suelo se realiza la perforación con máquina.

Pozo Perforados: Es una solución que se dirige a comunidades con poblaciones concentradas a dispersas con niveles profundos de agua subterránea. El número mínimo requerido es de 5 personas por familia, con pozos que cuenten con niveles de agua subterránea no muy profundos.

Letrina: Estructura que se construye para disponer las excretas o materia fecal, con la finalidad de proteger la salud de la población y evitar la contaminación del suelo, aire y agua.

Pozo: Hoyo que se construye en el suelo y que está diseñado para permitir que el agua se filtre dentro del suelo.

Tratamiento: Proceso diseñado para modificar, mejorar o adaptar la condición de la materia para diversos fines.

Saneamiento: El manejo de residuos humanos de forma segura y saludable.

Higiene: Es el conjunto de normas sanitarias que aseguran al individuo el ejercicio pleno de todas sus funciones y prevenir la propagación de microbios. La higiene incluye lavarse las manos, bañarse, almacenar y preparar alimentos, y mantener limpio el hogar.



Resumen del proyecto y ejecución

Es bien conocido que la Enfermedad Renal Crónica (ERC) es un problema de salud pública y de gran sensibilidad social que enfrenta la población del Occidente de Nicaragua. Las causas de ésta ERC son de orígenes desconocidas. La percepción social de agentes causales varía según el lugar y se atribuye a la actividad laboral y economía local.

El CISTA-UNAN-LEÓN, convencido de su misión, ha investigado la epidemiología de la enfermedad desde la perspectiva de las principales actividades económicas de la región del Occidente de Nicaragua. Los resultados de dicha investigación señalan que la población con mayor prevalencia de Enfermedad Renal Crónica proviene de la minería y agricultura (caña), mientras la menor prevalencia se da en servicios, pesca y agricultura (café).

Sin embargo, la simple asociación con la actividad económica no implica la causa primaria de la enfermedad. Por esto, los estudios se enfocaron en la determinación de los posibles contaminantes que afectan la función normal de riñón: metales pesados, plaguicidas nefrotóxicos y ocratoxinas. Además, se debe determinar la vía de entrada de estos contaminantes: digestiva, respiratoria o dérmica. Es así, que se ha considerado importante evaluar la calidad del agua de las comunidades estudiadas epidemiológicamente, con el fin de conocer los contaminantes que están consumiendo en el agua de bebida.

En noviembre del 2012, se realizó un estudio sobre la calidad del agua de consumo humano y de agua superficial en cinco comunidades de los departamentos más afectados con la epidemia: León y Chinandega. Se estudiaron parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos, metales, plaguicidas organoclorados, organofosforados, piretroides e imidazoles. Los resultados indicaron presencia de metales pesados, principalmente arsénico, en dos de los cinco municipios evaluados; contaminación bacteriológica (coliformes totales y fecales) en todas las fuentes de agua de consumo humano; y residuos de plaguicidas (Cipermetrina y clorpirifos) en agua de río, en concentraciones menores a 0.001 ug/L.

El Municipio de Larreynaga-Malpaisillo presenta una de las tasas más altas de mortalidad por ERC en el país. De acuerdo con datos del MINSA, en el 2005 alcanzaba los 13.8 por 100000 habitantes. No obstante, se desconoce la calidad del agua que consumen las comunidades rurales de este municipio ni su relación con la epidemia de ERC. El presente proyecto se desarrollará en las 57 comunidades rurales (aproximadamente 27,975 habitantes) de Larreynaga. El proyecto se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Contribuir a aumentar la calidad de vida, en áreas urbanas y rurales del municipio de Larreynaga, a partir de la mejora de la salud en su relación con el consumo de agua potable.

Objetivos específicos

1. Conocer la infraestructura en cuanto a agua y saneamiento en las 57 comunidades del municipio de Larreynaga.
2. Conocer y mejorar la calidad de agua y las condiciones higiénicas sanitaria en 22 comunidades del municipio.
3. Fortalecer las capacidades locales, institucionales y comunitarias en el municipio de Larreynaga.



Limitaciones del estudio

- **Adquisición de equipos y materiales:** Pocos proveedores que faciliten la entrega de los productos en tiempos oportunos y la disponibilidad de los materiales y accesorios para laboratorio (Reactivos y equipo) en el País. La importación del producto duro más de 12 semanas y los precios son muy altos.
- **Recurso humano insuficiente** para el desarrollo de las actividades del proyecto.
- **Ausencia de un proceso de gestión de compra institucional para equipos de Laboratorio** que facilite la compra de los reactivos y mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos.
- **Acceso a las comunidades en temporada de invierno:** Caminos en mal estado debido a las lluvias e inundaciones en el 2008, impidiendo el cumplimiento de las actividades programadas para la recolección de las muestras de agua.
- **Las características socio culturales y políticas** de algunos pobladores de las comunidades, impidió el acceso a la recolección de la muestras de agua.



Metodología

Para el estudio se consideraron las 57 comunidades y caseríos rurales del municipio de Malpaisillo-Larreynaga.

Selección de las muestras y criterios de selección

Se utilizó un muestreo estratificado para determinar las cantidades de pozos a seleccionar por comunidad. Los criterios de selección fueron:

- Pozos comunales y mini acueducto en uso para consumo humano.
- Mayor número de personas abastecidas del mismo pozo.
- El 10-20% pozos en la comunidad
- Centros de atención social: escuela, instituto, centro de salud, puesto de salud, iglesia, casa comunal.

Resultaron 143 muestras, estas fueron recolectadas en enero-febrero 2014 para la época de verano y en noviembre de 2014 para la época de invierno.

Las muestras fueron recolectadas de acuerdo con los procedimientos establecidos en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF) por personal de CISTA, UNAN-León y Alcaldía de Larreynaga. Seguidamente, las muestras fueron transportadas al Laboratorio de CISTA, UNAN-León para su custodia. El vehículo para el transporte de las muestras fue facilitado por la Asociación de Mujeres Xochilt Acañ y la Alcaldía de Malpaisillo-Larreynaga.

Parámetros considerados para la calificación de la calidad del agua de consumo humano.

Se consideraron parámetros Bacteriológicos, fisicoquímicos, metales y plaguicidas de acuerdo con los Parámetros establecidos por las Normas del Comité Coordinador Regional de las Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE), para la calidad del agua por las que se rige Nicaragua.

A continuación se describen los parámetros evaluados y criterios de evaluación:

- ✓ Análisis de parámetros Microbiológicos en agua

Se incluyó coliformes fecales y totales como indicadores de contaminación bacteriológica.

Para la calificación del agua en aceptable o no para consumo humano se establecieron cuatro categorías, estas fueron definidas con el valor máximo permisible para cada parámetro según lo establece la Norma CAPRE y se les asignó un color a cada categoría.

0-4 ufc/100mL	5-10 ufc/100mL	11-100 ufc/100mL	100-a ufc/100mL
RIESGOS NULO	RIESGOS BAJO	RIESGOS ALTOS	RIESGOS MUY ALTO
Aceptable NO ACCIONES	Aceptable MEDIANA PRIORIDAD	No aceptable ALTA PRIORIDAD DE ACCIONES	No aceptable ACCIONES URGENTES

- ✓ Análisis de parámetros Fisicoquímico en agua.

Para la calificación Fisicoquímica de la calidad del agua se consideraron los siguientes parámetros: Color, Turbidez, Sólidos disueltos, pH, Conductividad eléctrica, Dureza, Bicarbonatos, Carbonatos, Cloruros, Sulfatos, nitratos y nitritos.

El análisis de las muestras para los parámetros microbiológico y fisicoquímicos fueron realizados aplicando los métodos establecidos en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF) en las instalaciones de Laboratorio de ENACAL, León, Nicaragua



✓ Análisis de metales en aguas de consumo humano

Para la calificación de la calidad de agua de consumo humano se consideraron los siguientes metales: Plomo, Mercurio, Cadmio, Talio, Arsénico, Selenio, Zinc, Cobre, Cromo, Magnesio, Manganeso, Cobalto, Niquel, Hierro, Aluminio, Boro, Bario, Bismuto, Vanadio, Berilio, Sodio, Potasio, Molibdeno, Estroncio y Calcio.

El análisis de las muestras para metales se realizó aplicando Análisis por ICP-MS (Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo en las instalaciones del Laboratorio del Instituto de Bioingeniería de la Universidad Miguel Hernández de Elche, España.

✓ Análisis de residuos de plaguicidas en aguas

El proyecto inicialmente incluyó el análisis de los siguientes Plaguicidas para invierno y verano: Dimetoato-S, Diazinon, Disulfoton, metil-paration, Malation, Paration, Etion, Metil azinfos, Aldrin, Endosulfan beta, Heptaclor, Metoxiclor, Clordano, Endosulfan sulfato, Lindano, PP-DDD, Endrin, Lindano-ALFA, PP-DDE, Dieldrin, Aldehido, Lindano beta, Endrin cetona, Lindano Gamma, PP-DDT, Endosulfan-alfa, Aldrin, Diazinon, OP-DDD, PP-DDD, PP-DDE, Forato, Triadimefon, Bromacil, Imazalil, Lindano, Etión, Permetrina, Bifentrina, Dimetoato, Heptaclor, Cipermetrina, Diuron, Lambda-Cihalotrina, Clorpirifos, Endosulfan alfa, Profenofos, Deltametrina, Metil paratión y Terbufos.

Para el monitoreo de la época de invierno se incorporaron adicionalmente los siguientes plaguicidas: Bentazón, 2,4-D, 2,4,5-T, Propanil, Molinato, TCP, Bladex y Atrazina. Estos plaguicidas no fueron propuestos en el proyecto inicialmente porque el Laboratorio no contaba con las metodologías, pero en la interacción con las comunidades se observó que eran de uso importante en la agricultura.

El análisis de residuos de plaguicidas se realizó aplicando metodologías de la EPA-507-508-8141 y Extracción en fase sólida, partición Líquida y Cromatografía de gases con detectores Capturas de electrones (ECD), Cromatografía de gases acoplada un espectrómetro de Masas GC-MS y Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) con detector arreglo de Diodos en las instalaciones del Laboratorio de CISTA-UNAN, León. Nicaragua

Para la calificación del agua en aceptable o no para consumo humano se establecieron tres categorías, estas fueron definidas con el valor máximo permisible (VMP) para cada parámetro según lo establece la Norma CAPRE y se les asignó un color a cada categoría.

≤ 50% VMP	50% del VMP-VMP	>VMP
RIESGOS NULO	RIESGOS INTERMEDIO	RIESGOS MUY ALTO
NO ACCIONES	ALTA PRIORIDAD DE ACCIONES	ACCIONES URGENTES

Resultados y discusión

En este proyecto se evaluó la calidad del agua como un proceso integral de la gestión del agua de consumo, que va desde el entorno de la fuente de agua, hasta la distribución uso y manejo del agua en el hogar, identificando los principales factores de riesgos que amenazan la calidad del agua. Se usó como referencia el marco conceptual para la seguridad del agua de las guías de la OMS y gestión de riesgos asociados al agua de consumo.

Se analizaron 143 muestras en invierno y 143 muestras en verano. Se evaluaron 2 indicadores para contaminación microbiológica, 12 parámetros fisicoquímicos, 25 metales, no metales y metaloides, 50 plaguicidas en verano y 58 plaguicidas en invierno.

Análisis Microbiológico

El 70% de los pozos evaluados presentan alto riesgo microbiológico. Es decir, un 70% de los pozos evaluados en el municipio no son aptas para consumo humano desde el punto de vista Bacteriológico y están distribuidos por todo el territorio. Figura 1.

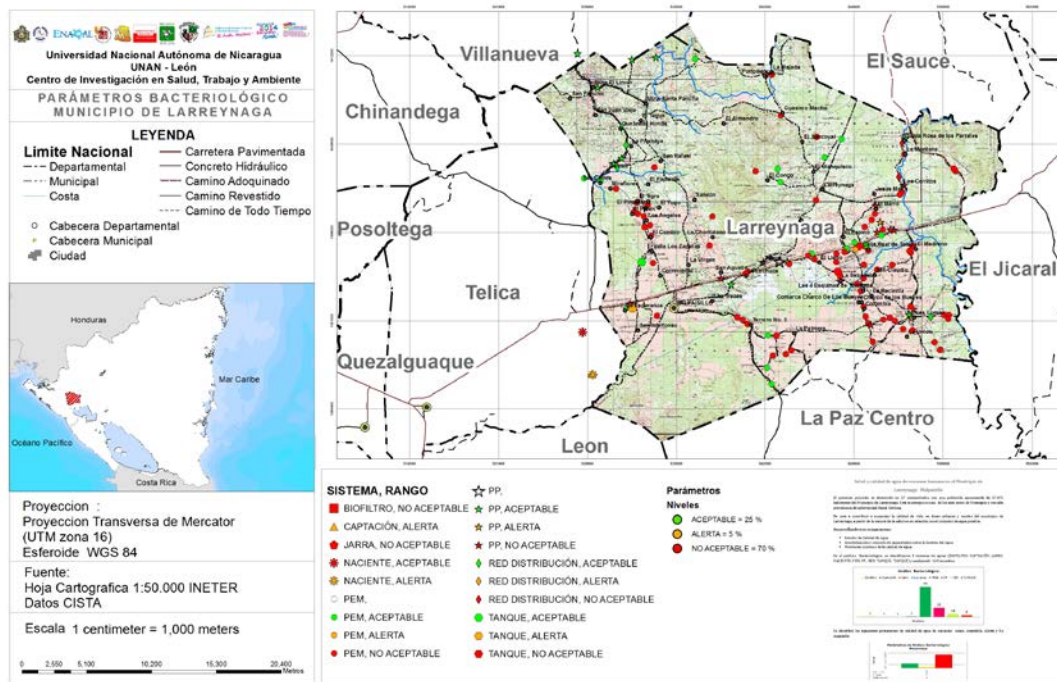


Figura 1. Distribución de la calidad del agua en el municipio de Larreynaga-Malpaisillo de acuerdo con parámetros microbiológico contra los valores de referencia de la Norma CAPRE y OMS.

El 43% de la población rural del municipio de Larreynaga-Malpaisillo se abastecen de pozos domiciliarios y pozos comunales.

La población del municipio de Larreynaga-malpaisillo se abastece de agua subterránea

La Figura 2, indica la distribución de la contaminación bacteriológica por tipo de fuente evaluada. La evaluación de la contaminación bacteriológica se realizó a través de la presencia de las bacterias Coliforme fecales y coliformes totales. Los resultados revelan que la contaminación bacteriológica predomina en los pozos excavados a mano (Pozos Domiciliarios), seguido de los pozos comunales y en menor grado los pozos de mini-acueductos.

Pozos Domiciliares

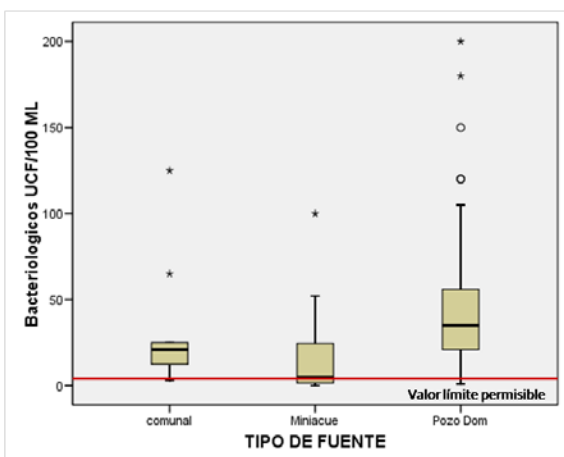


Figura 2. Distribución de la calidad del agua por tipo de fuente evaluada

En el entorno de los pozos excavados a mano normalmente se encontró una letrina entre 20-35 metros, o un corral de ganado bovino, un abrevadero para el ganado, aguas grises estancadas en los alrededores (aguas servidas), distancia de los cultivos que va desde 30-100 metros, pozos parcialmente protegidos, otros completamente descubiertos y en menor grado fecalismo. Factores que facilitan la contaminación del agua de los pozos.

Las comunidades de La Calera, Santa Rosa, Los cerritos, El Piñuelar, El cambio, La Unión, Valle las Zapatas, Jiñocuago, Portobanco, El Barro, San Claudio, Charco de los Bueyes, San Antonio y Las Tablas presenta déficit de letrinas.

Para la comunidad de los Cerritos la cobertura de letrinas es del 80% y de este porcentaje, el 15% refieren tenerlas fuera de uso por estar en mal estado y un 21% necesitan alguna reparación por fisuras, un

12% tiene inodoro. No hay acceso a tubería de aguas negras, razón por el cual, las aguas grises se riegan en el patio. No poseen un servicio de tren de aseo, el 90% de la población refieren quemar la basura.

Estas condiciones son factores de riesgos que se identificaron en las comunidades estudiadas y posiblemente están contribuyendo a la contaminación bacteriológica en los pozos excavados a mano.

La contaminación bacteriológica de los pozos excavados a mano de las comunidades de Los Terreros, El Piñuelar, El Chucaro, Las Lechuzas y El Espino resultaron con mayor contaminación en época de invierno debido a que son zonas que se inundan con facilidad.



Figura 3. Pozos excavados a mano (pozos domiciliars). (1) Pozos con bomba de palanca (2) Pozos con bomba de mecate (3) Pozos con bomba eléctrica y parcialmente cubierto (4) Pozos con bomba eléctrica y descuberto.

Letrinas en mal estado Escuela de Los Cerritos



Debido a la alta contaminación de los pozos excavados a mano, la población rural ha recibido ayuda con el suministro de filtros provenientes de diferentes cooperantes para eliminar la contaminación bacteriológica. En otros casos, la población ha adquirido los filtros por cuenta propia.

En la visita a las comunidades, se encontraron algunas viviendas con filtros para eliminar la contaminación bacteriológica. Estas comunidades corresponden a: El Piñuelar, Calle Real, San Claudio, El Barro, el Espino-Las lomas, Porto Banco, Jiñocuago, La Calera y Charco de los Bueyes.

En el recorrido por todas las comunidades, se encontraron dos tipos de filtro: uno a base de una olla de barro situado en la parte superior de un recipiente plástico y otro filtro formado por arena y grava colocadas en diferentes proporciones y tamaño dispuestas dentro de una estructura de concreto. Además, contenían un reservorio plástico para recolectar agua limpia. En la parte frontal de los filtros, disponían un instructivo para el uso y mantenimiento del mismo.



Figura 4. Tipo de filtros encontrados en las comunidades rurales del municipio de Larreynaga-Malpaisillo.

Este proyecto, no contempló en la propuesta inicial el análisis del agua proveniente de los filtros en las viviendas. Sin embargo, se consideró importante documentar algunos casos de uso y manejo de los filtros en el hogar. Para ello, se colectaron muestras de aguas antes y después del tratamiento; con el objetivo de conocer la eficacia de los filtros bajo las condiciones encontradas. Los datos indicaron que para un mismo tipo de filtro colocados en diferentes viviendas, los resultados eran diferentes. En unos casos la limpieza del agua era exitosa y en otros el agua filtrada resultó con mayor contaminación que la del agua suministrada al filtro.

El uso de filtros purificadores de agua es bueno si se les proporciona el mantenimiento especificado por el proveedor, además se debe tomar en cuenta el tiempo de vida del equipo. Con esto, se puede lograr su óptimo funcionamiento y asegurar una buena calidad del agua.

Es importante prestar atención a la función de los filtros. Los filtros que se encontraron en las comunidades son destinados únicamente para la remoción de la contaminación bacteriológica, no para dureza ni metales en agua.

Pozos comunales

Doce de los 22 pozos comunales evaluados en las dos estaciones del año (invierno y verano) resultaron con valores por encima del límite máximo permitido para los parámetros microbiológicos. Sin embargo, los pozos comunales de las comunidades de Las Lomas, El Barro, Santa Teresa, El Paragua, Las Palancas y las Ranchas, resultaron con agua de muy buena calidad desde el punto de vista microbiológico.



Figura 5. Pozos perforados atendidos por la comunidad para el suministro de agua de consumo humano (1) Pozo perforado provisto de una bomba eléctrica y un tanque de almacenamiento que distribuye el agua por tubería a un caserío. (2) Pozos perforados provistos de una bomba de mecate atendido por la población para el suministro de agua en un caserío poco disperso, la población retira el agua en la fuente.

La infraestructura de los pozos comunales contribuye al cuidado del agua, estos son pozos perforados completamente sellados, provistos de una plancha de concreto que evita el ingreso de escorrentías. La profundidad de los pozos comunales evaluados oscilan entre 11m y 120m. Veinte de los 22 pozos evaluados resultaron con menos de 30 años de funcionamiento, los otros dos presentaron 76 y 100 años respectivamente. El pozo con 100 años de funcionamiento, reportó un agua de muy buena calidad desde el punto de vista bacteriológico. Los pobladores que se abastecen del pozo con 100 años de funcionamiento, refieren que las condiciones higiénicas alrededor del pozo y además las reglas establecidas para el uso y manejo del agua en la comunidad garantizan un agua limpia.

Pozos de mini-acueductos

La cobertura de agua a través de mini-acueductos rurales por bombeo eléctrico (MABE) resultó en un 57%. De este 57% de cobertura, únicamente el 15% de la población rural recibe agua las 24 horas. Es decir, el 15% de las viviendas conectadas un mini-acueducto recibe continuidad del servicio de agua en sus hogares. Los mini-acueducto que no brindan continuidad del servicio de agua reportaron mayor contaminación bacteriológica en la entrega del servicio.

Además de la contaminación en las redes de distribución, también se suma la contaminación en el uso y manejo del agua por la ineficiencia del servicio.



Figura 6. Pozos perforados administrado por la comunidad para el suministro de agua de consumo humano (1) Tanque de almacenamiento que distribuye el agua por gravedad a través de tubería a un caserío. (2) Caseta de bombeo. (3) Sarta del sistema.

Ocho de los 15 pozos evaluados en los mini-acueductos presentaron contaminación bacteriológica. Los factores de riesgos que posiblemente están contribuyendo a la contaminación del agua corresponden a la infraestructura de los mini-acueducto, procesos administrativos deficientes, mantenimiento inexistente del sistema, proceso de desinfección inexistente, continuidad del servicio ineficiente debido a equipos obsoletos, baja capacidad de la bomba, capacidad de los tanques insuficientes y bajo caudal del agua. Sumado a todo lo anterior, la protección de la cuenca es insuficiente.

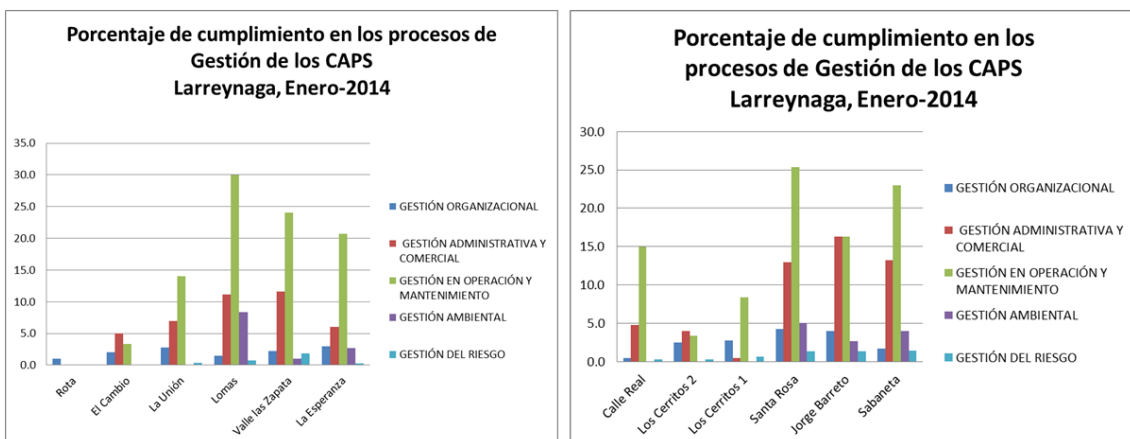


Figura 7. Evaluación integral de la calidad del servicio de agua de los CAPS en el en Municipio de Malpaisillo-Larreynaga.



Ninguno de los Comité de agua potable en el municipio de Malpaisillo-Larreynaga están legalmente constituido y además ninguno de ellos superan valores del 35% de los requisitos de gestión para la administración sustentable de los mini-acueductos rurales. Valores menores al 60% en cumplimiento de los requisitos se clasifican como mini-acueductos débiles administrativamente que les impide adquirir suministro de productos para la desinfección y cumplir con mantenimiento preventivo, incluso correctivo de los sistemas.

Tabla I. Continuidad y procesos de desinfección en los mini-acueductos rurales del Municipio de Larreynaga-Malpaisillo.

Comunidad	Población que abastece	Nº de conexiones a la red	Nº de viviendas en la comunidad	Profundidad del Pozo (m)	Sistema de cloración
Jorge Barreto 100% de cobertura	570	170	170	63	No cloran porque es peligroso
La Esperanza 100% de cobertura	160	22	22	63	Cloran ,una vez al mes 2 bolsas al tanque lleno
Valle de las Zapatas 100% de cobertura	1000	250	250	87	Sin desinfección
La Sabaneta 50% de cobertura	400	91	182	No saben	Fuera de servicio, no tiene cloro, no conocen donde comprar, no saben usar el clorador.
Santa Rosa de los Parrales 69% de cobertura	450	112	163	27	Se realizó pruebas de cloro residual y resultado negativo
Los Cerritos I	120	22	88	40	Sin desinfección
Los Cerritos II 75% de cobertura en el I y II	250	44		120	Sin desinfección
Calle Real de Tolapa 29% de cobertura	500	100	350	67	Sin desinfección
El Cambio 46% de cobertura	130	29	63	No saben	Sin desinfección

Comunidad	Población que abastece	Nº de conexiones a la red	Nº de viviendas en la comunidad	Profundidad del Pozo (m)	Sistema de cloración
La Unión 33%	100	20	60	No saben	Sin desinfección
Las Lomas 82% de cobertura	500	103	125	No saben	Tienen sistema de desinfección

Los problemas de continuidad en el servicio provocan que los usuarios elaboren agujeros en el suelo a nivel de la tubería de la red de distribución, para poder tener acceso al agua. Estos agujeros son revestidos de concreto, otros con recipientes plásticos o simplemente el agujero en el suelo descubierto es utilizado para almacenar el agua para consumo.



Figura 8. Agujeros a nivel del suelo en la red de distribución para acceder al agua de consumo debido a la baja presión del sistema. Comunidad Jorge Barreto, Malpaisillo-Larreynaga.

Los factores de riesgos predominantes en los alrededores del pozo de los Comité de Agua y Saneamiento (CAPS) fueron: ausencia de un piso de cemento que rodee al pozo, agua estancada, contaminación por basura, animales o actividad agrícola, área perimetral descubierta y alrededores del pozo enmontados, sartas sin mantenimiento y sistemas sin cloración.

El orden de prioridad para aplicar un plan de intervención en los CAPS es el siguiente: Jorge Barreto, Los Cerritos, Rota, La Esperanza, La Unión, Valle las Zapatas y el Cambio.

Los resultados de la calidad del agua fueron entregados al Alcalde del Municipio y a los miembros del Gabinete municipal como insumos para la toma de decisiones en el sector de Agua y saneamiento.

Análisis Físicoquímicos

El 45% de los pozos evaluados presentan alto riesgos de contaminación debido a parámetros físicoquímicos, donde los contaminantes posibles son: conductividad, cloruros, nitratos o sulfatos. El resto de los parámetros evaluados no superan los valores máximos permitidos. Esta contaminación posiblemente proviene de los corrales, letrinas y actividad agrícola ya que en algunos casos están ubicados a menos de 10 metros de la fuente de agua.

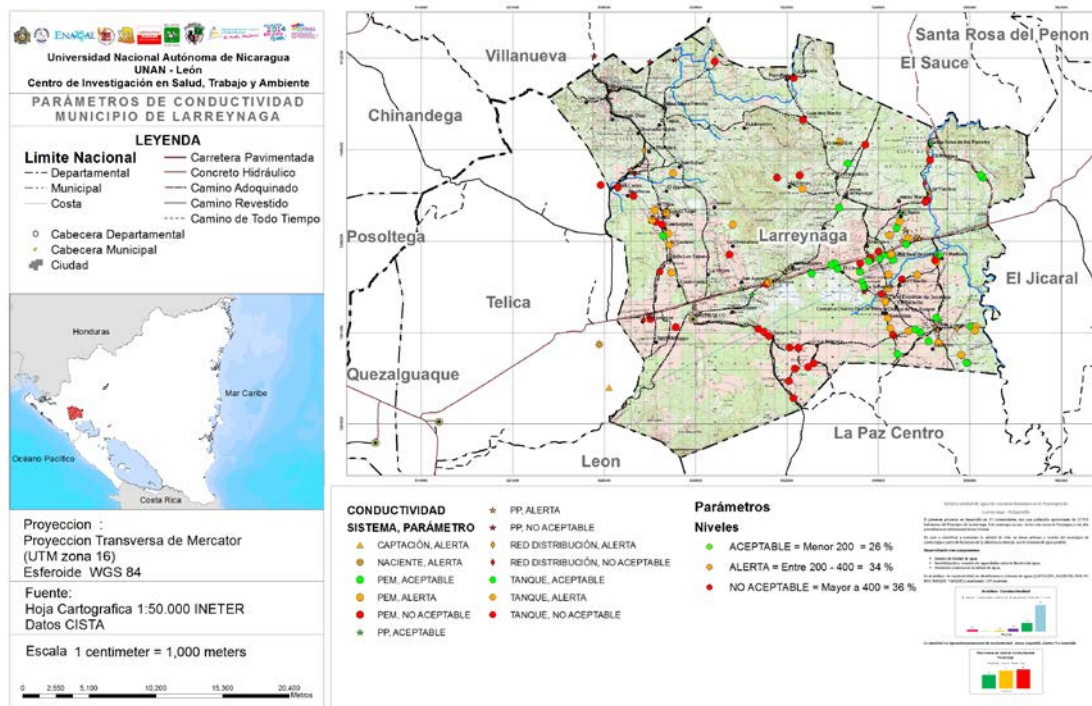


Figura 9. Distribución de la calidad del agua en el municipio de Larreynaga-Malpaisillo de acuerdo con los datos de conductividad comparados contra los valores de referencia de la Norma CAPRE y OMS.

La graduación de colores en el mapa de la Figura 7, indica un alto contenido de sales disueltas en el agua de consumo humano que afecta a la mayoría del territorio de Malpaisillo. Los valores de conductividad son debido a los iones cloruros, sulfatos, nitratos, calcio, magnesio, sodio y potasio. Un 36% de los pozos evaluados presentan valores por encima de los límites máximos permitidos según la norma CAPRE. Un 34% de los pozos reportan valores cercanos al límite máximo permitido.



Figura 10. Distribución de la calidad del agua por tipo de fuente evaluada en el proyecto. Los valores de conductividad para las muestras provenientes de los mini-acueductos y los pozos excavados a mano indican un alto contenido de sales disueltas.

Pozos excavados a mano y mini-acueductos

La alta conductividad de los pozos excavados a mano tiene una estrecha correlación con los iones de sodio, magnesio y calcio. Sin embargo, en los pozos provenientes de los mini-acueductos se encontró una estrecha correlación con los iones de sodio, potasio, magnesio y calcio.

La presencia de sales en el agua con alto contenido de calcio y magnesio forman depósitos de cal sobre todas las superficies que entran en contacto con el agua. Estos iones son los responsables de la dureza del agua. En la Figura 11, se evidencia el alto contenido de sales en el agua. La población refiere mal sabor en el agua y es debido a las concentraciones de magnesio presente en el agua.

Las aguas del municipio de Malpaisillo corresponden a aguas moderadamente duras con un 74%, aguas duras en un 14% y aguas muy duras en un 12%.



Figura 11. Depósitos de sales de calcio y magnesio (agua dura) en las superficies de un tanque de agua. Comunidad Jorge Barreto, Malpaisillo

El agua dura no es perjudicial para la salud. Sin embargo, recientemente se ha publicado que la presencia de los iones calcio y magnesio en el agua, disminuyen la actividad de algunos plaguicidas. Concentraciones por encima de 150 mg de Carbonato de calcio se considera como aguas duras y tienen una interacción importante con las moléculas del Glifosato. Los iones de calcio y magnesio actúan como secuestrante del glifosato, de esta manera la concentración de glifosato activo disponible en la mezcla de aplicación disminuye. Posiblemente los agricultores para obtener los resultados esperados aumentan la dosis en la mezcla de aplicación. Sobre dosis de glifosato llevaría a una mayor exposición a una sustancia nefrotóxica en un territorio de alto riesgo de enfermedad renal crónica.

Análisis Metales

Únicamente el 15% de los pozos evaluados presentan alto riesgos por metales, donde los contaminantes potenciales son: arsénico, potasio, vanadio, manganeso o Bario. Se realizará un estudio piloto sobre el perfil de la enfermedad renal y lesiones dérmicas en el Piñuelar y los Terreros. Estas comunidades corresponden a las zonas con mayor contaminación en las fuentes de agua.

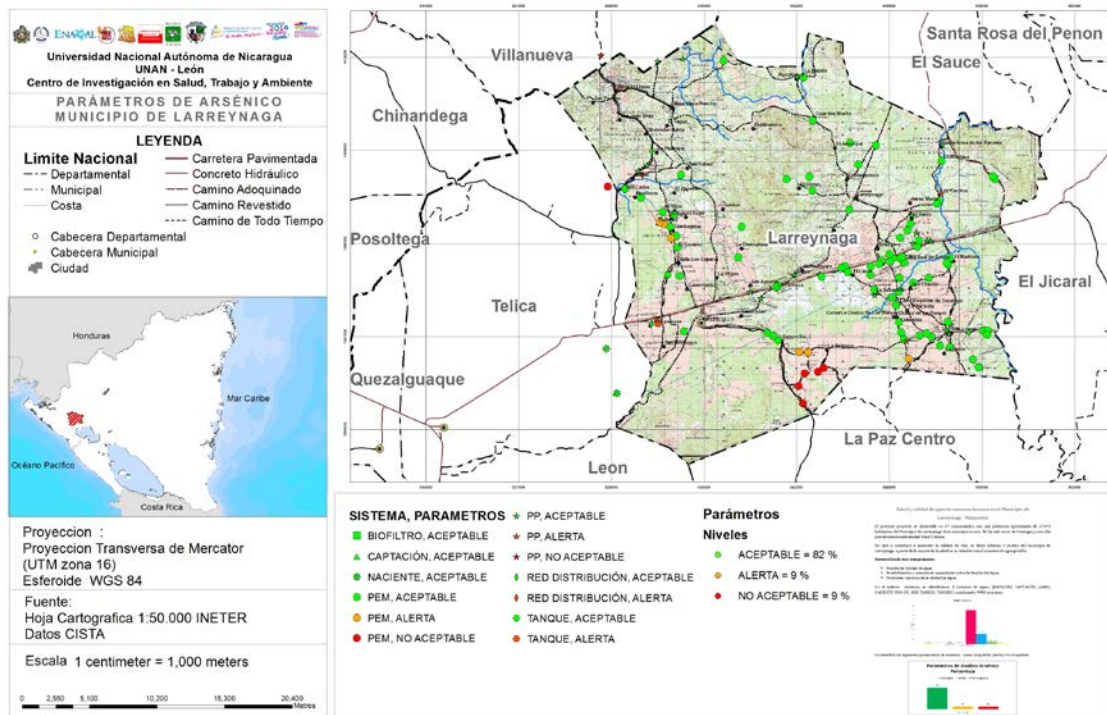


Figura 12. Distribución de la calidad del agua en el municipio de Larreynaga-Malpaisillo de acuerdo con el contenido de arsénico tomando como valores de referencia la Norma CAPRE y OMS.

En el municipio de Larreynaga-Malpaisillo la contaminación por arsénico está focalizada, No es un problema de contaminación en todo el territorio. Únicamente el 9% de los pozos evaluados presenta una contaminación con arsénico. El resto de los elementos analizados se encuentran por debajo de los valores máximos permitidos para agua de consumo humano. Sin embargo cuando analizamos los valores de conductividad (Figura 12) se observa que la suma de los iones presentes en el agua demanda atención. Por otro lado, la dureza del agua en el municipio también requiere atención y cuidado. Situación descrita en el componente de Físicoquímico

Análisis Plaguicidas

Cinco de 143 pozos evaluados en verano presentaron al menos uno de los siguientes plaguicidas: clorpirifos, dimetoato, dimeton-s, disulfoton o endrin aldehído. Dos de ellos resultaron ser Mini-acueductos que abastecen la comunidad de Los Cerritos y Jorge Barreto. La

contaminación en verano con agroquímico se presentó en pozos rurales que venden o usan el agua para la agricultura.

Con respecto a los plaguicidas analizados en época de invierno, No se encontraron ninguno de los 50 plaguicidas evaluados en la época de verano.

En invierno, además de analizar los 50 plaguicidas propuesto en el proyecto, se incorporaron 11 herbicidas que no estaban considerados en la propuesta inicial. plaguicidas corresponden a: Bentazón, 2,4-D, 2,4,5-T, Propanil, Molinato, TCP, Bladex y atrazina. Resultando únicamente una muestra con Bentazon y 0.005ug/L de 2,4-D. La muestra proviene de un Pozo excavado a mano ubicado en la comunidad El Madroño, el pozo se encontró sin protección, completamente descubierto. Probablemente la contaminación fue a través del brocal del pozo. Al momento de la toma de muestra de invierno se encontró una plantación de Maiz a menos de 100 metros. Este cultivo era para subsistencia.

La actividad agrícola en el municipio en su mayoría ha sido de subsistencias durante más de 30 años, no predomina caña de azúcar en esta zona. Los cultivos que predominan son: trigo, maíz, ajonjolí, soya, hortalizas, yuca y arroz. El municipio también se caracteriza por ser ganadero.

En las comunidades de El Piñuelar, Valle de las Zapatas, San Ildefonso y Los Terreros se encuentran cultivos agroindustriales (Fig. 13), pero son en menor área de terreno comparado con el territorio total del municipio. Los cultivos agroindustriales son: maní desde hace más de 10 años y la caña de azúcar está surgiendo recientemente desde hace 4-5 años. La alta prevalencia de ERC en el municipio de Larreynaga ha predominado durante más de cinco años y se ha observado una dinámica creciente en el tiempo. Otras actividades económicas importantes en el municipio son la minería y artesanía (cerámica).

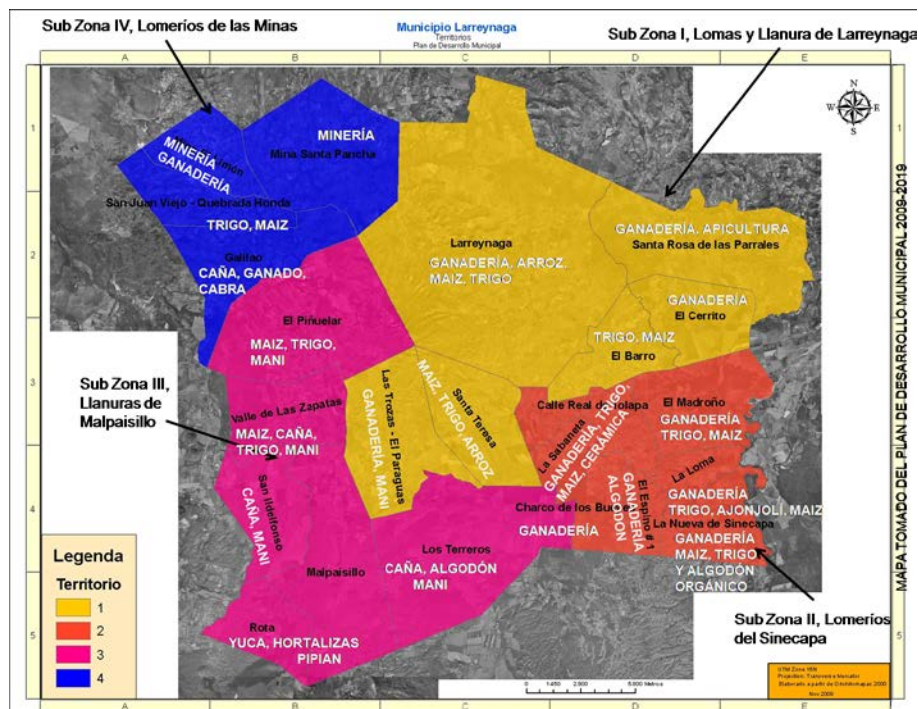


Figura 13. Principales actividades económicas en el Municipio de Larreynaga-Malpaisillo



Con los resultados del estudio de este proyecto se evidencia el deterioro de la calidad del agua, débil gestión administrativa en cuanto a lo comercial, organizacional, operación y mantenimiento, gestión ambiental y gestión de riesgo.



Conclusiones

La contaminación del agua en el municipio de Malpaisillo-Larreynaga corresponde a la presencia de Coliformes fecales y coliformes totales debido a las condiciones higiénicas en las comunidades.

Las aguas de consumo humano de todo el municipio son aguas semiduras y duras debido al contenido de sales de calcio y magnesio.

La alta conductividad en las aguas de todo el municipio se debe al alto contenido de sales de sodio, potasio, calcio y magnesio.

La contaminación de arsénico no es un problema en todo el territorio del municipio. Los niveles altos de arsénico se encuentran focalizados en Los Terreros, Galilao, MINVAH, Santa Pancha y menor grado en El Piñuelar.

Los resultados del análisis de plaguicidas en aguas no reflejan una contaminación significativa, los valores encontrados se encuentran por debajo de los límites máximos permitidos.

Fortalecimiento de competencias, capacidades y equipamiento realizado con la cooperación de Italia

- ✓ Equipamiento suministrado a la alcaldía del Municipio de Malpaisillo-Larreynaga para la limpieza de pozos contaminados. El equipamiento consiste de un generador de 5500wat, 75m de cable plano, motor, bomba y control box
- ✓ Dos Computadoras, una impresora con escáner y fotocopiadora, dos escritorios entregados al Centro de Salud de Malpaisillo para digitalizar la información de la sala de situaciones del municipio
- ✓ Una Computadora, impresora, escáner y disco duro entregado al CISTA, UNAN-León. Utilizada para las actividades del proyecto Salud y Calidad de agua.
- ✓ Colaboración en la generación de datos que faciliten y promuevan la toma de decisiones fundamentadas y documentadas.

La alcaldía de Malpaisillo gestionó una mejora en el sistema de agua para la comunidad de Los Cerritos debido a la contaminación revelada en el estudio de calidad de agua realizado por CISTA-UNAN,León con el apoyo de la Cooperación Italiana.

El proyecto fue ejecutado en noviembre 2014. El CISTA, UNAN-León y la Cooperación Italiana acompañaron a los miembros del comité de agua potable y saneamiento a organizarse y elaborar un plan de gestión de Riesgos asociado al agua de bebida.

Ahora



Figura 14. Nuevo Mini-acueducto de Los Cerritos acompañado de un plan de gestión de riesgos asociado al agua de consumo.

Antes



Figura 15. Mini-acueducto de Los Cerritos.

El 75 % de la comunidad de Los Cerritos se abastecía por dos pozos perforados, cada pozo contaba con un tanque y una red de distribución que brindaba el servicio por gravedad (MAG) fue construido desde hace 17 años.

El área del pozo del Mini acueducto se encontró sin cerca perimetral y sin sistema de cloración, además a menos de 20 metros de la ubicación del Pozo se encontró una plantación de sorgo. Los análisis realizados a este pozo en época de verana 2014, presentó alta contaminación bacteriológica y residuos de plaguicidas dimetoato en concentraciones menores a 0.001 mg/L. Este valor está por debajo del Límite máximo Permitido.