



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

TESIS:

**“DETERMINACIÓN DE HIERRO Y MANGANESO EN EL AGUA
SUBTERRÁNEA DE CONSUMO HUMANO, LOCALIDAD EL
TRIUNFO, DISTRITO LAS PIEDRAS, MADRE DE DIOS-AÑO
2016”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

AUTOR:

SILVIA ANTONIETA MALATESTA AULESTIA

ASESOR:

Q.F. TANIA NATALY TICONA NINA

MADRE DE DIOS – PERÚ

2016

DEDICATORIA:

También dedico esta tesis a mi gran esposo Elías compañero de toda la vida y a mi hija Melissa, con quienes comparto momentos significativos de mi vida y siempre están alertas ante cualquier adversidad de la vida.

AGRADECIMIENTO:

A mis Docentes, gracias por su valioso tiempo y por la sabiduría que me transmitieron en todo el desarrollo de mi formación Profesional y a la Universidad Alas Peruanas.

RESUMEN

Objetivo: Determinar la concentración de hierro y manganeso, en una muestra de agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, Distrito Las Piedras, Madre de Dios-Año 2016

Material y métodos: se usó una muestra de dos litros de agua natural de consumo humano. El Manganeso se determinó usando el método colorimétrico con Persulfato de amonio, el Hierro se determinó con el método de la Fenantrolina, en los laboratorios de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cusco.

Resultados y conclusiones: El agua natural tiene un olor y sabor aceptable, respecto al color también es aceptable, no presenta turbiedad y el pH está en los límites permisibles. La concentración de Hierro (0.109 mg/L) está dentro de los parámetros nacionales y la concentración de Manganeso está dentro de los límites permisibles (0.028mg/L).

Se rechaza la hipótesis nula porque los estándares de hierro y manganeso están dentro de los parámetros permitidos según los estándares nacionales de calidad del agua.

Palabras clave: hierro, manganeso, turbiedad

ABSTRACT

Objective: To determine the concentration of iron and manganese in a sample of groundwater for human consumption, El Triunfo, Las Piedras District, Madre de Dios-Year 2016

Material and methods: A sample of two liters of natural water for human consumption was used. Manganese was determined using the colorimetric method with Ammonium Persulfate, Iron was determined using the method of Phenantroline, in the laboratories of Chemical Sciences of the National University San Antonio Abad Del Cusco.

Results and conclusions: Natural water has an acceptable odor and taste, with respect to color it is also acceptable, it does not present turbidity and the pH is within permissible limits. The concentration of Iron (0.109 mg / L) is within the national parameters and the concentration of Manganese is within the permissible limits (0.028mg / L)

The null hypothesis is rejected because the iron and manganese standards are within the parameters allowed according to national water quality standards

Key words: iron, manganese, turbidity

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INDICE	vi
INTRODUCCIÓN	xi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	01
1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	07
1.3 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	07
1.3.1 Problema Principal	07
1.3.2 Problemas Secundarios	07
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	08
1.4.1 Objetivo General	08
1.4.2 Objetivos Específicos	08
1.5. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	08
1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	08
1.6.1 Variable de estudio	08
1.6.3 Operacionalización de Variables.	09
1.7 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	09
1.7.1 Tipo de Investigación	09
1.7.2 Nivel de Investigación	09
1.7.3 Métodos de Investigación	09
1.7.4 Diseño de investigación	09
1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	11
1.8.1 Población	11
1.8.2 Muestra	11

1.9	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	11
1.9.1.	Técnicas	11
1.9.2.	Método de análisis de datos	12
1.10	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	12
1.10.1	Justificación	12
1.11.1	Importancia	13

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	14
2.2.	BASES TEÓRICAS	18
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	35

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1	RESULTADOS	37
3.2	DISCUSIÓN	41
	CONCLUSIONES	42
	RECOMENDACIONES	43
	FUENTES DE INFORMACIÓN	44
	ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

Cuadro N°1: Parámetros físicos y químicos de calidad del agua potable. ..	32
Cuadro N° 2: límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.....	35
Tabla N°1: Calidad Organoléptica.....	37
Tabla N° 2: Cuadro comparativo-límite permitido	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Calidad Organoléptica	38
Gráfico N° 2. Cuadro comparativo-límite permitido	39

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos.

A nivel global el agua subterránea representa cerca de un 20% de reservas de agua dulce, que a su vez constituyen el 3% del total; el 80% restante está formado por las aguas superficiales; un 79% es hielo y el 11% representa el agua presente en ríos, lagos y arroyos.³⁰

El agua desde los albores de la civilización ha sido fundamental no solo para la subsistencia sino también para el desarrollo de diversas actividades, sobretodo económico. El agua es imprescindible para el desarrollo de la agricultura, siendo utilizada principalmente para sistemas de riego. Las industrias requieren del agua (sobre todo en forma de vapor de agua) para llevar a cabo el proceso de producción. El agua también se utiliza como medio de navegación para el transporte tanto de personas como productos. Y además el agua es utilizada por las centrales hidroeléctricas para la obtención de energía.

La localidad de El Triunfo se encuentra en el distrito de las Piedras, ubicado en la margen izquierda del río Madre de Dios,

El propósito de la investigación es determinar la calidad del agua natural con fines de consumo humano, Tambopata, Madre de Dios-Año 2016

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El agua es un elemento esencial para la vida y todos somos conscientes que es necesaria para todos los seres vivos, para la producción de alimentos, electricidad, mantenimiento de la salud. También es requerida en el proceso de elaboración de muchos productos industriales, medios de transporte y es esencial para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas de la tierra (ONU/WWAP 2003).¹

En 1899 Harry Clarck, reporto por primera vez la presencia de Hierro y Manganeso en el agua subterránea como resultado de la percolación de aguas saturadas con oxígeno disuelto que estaban en contacto con materia orgánica y solo hasta 1960, Griffin afirma que la presencia de Manganeso está asociada a la actividad bacteriana, las aguas de pozo contienen mayores concentraciones de Hierro y Manganeso que las aguas superficiales, debido al bajo pH, a la alta concentración de CO₂ y al escaso contenido de oxígeno disuelto²⁷. Sin embargo, las fuentes superficiales, también sufren alteraciones en su calidad debido a que son receptores de vertimientos generados en los centros poblados, industrias, actividades agropecuarias, esorrentías, etc².

El agua forma parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida. Debido a que cada organismo depende del agua, ésta se ha convertido en el eje primordial del desarrollo de la sociedad a través de la historia. Pero también el agua es un recurso limitado, muy vulnerable y escaso en los últimos años, y no existe una conciencia globalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre el mismo. Esto origina crisis por el uso del agua, que provoca enfermedades de origen hídrico, desnutrición, crecimiento económico reducido, inestabilidad social, conflictos por su uso y desastres ambientales, por lo que es necesario mantener un monitoreo constante de la calidad del agua y conocer el uso de tecnologías o factores que afectan su calidad.

Sin la seguridad de tener acceso a agua de calidad, los humanos no podríamos sobrevivir por mucho tiempo. Las enfermedades relacionadas con el agua están entre los más comunes malestares y la mayoría de los casos se presentan en los países en desarrollo (ONU/WWAP 2003). Se ha estimado que para el año 2000, más de 2 billones de personas fueron afectadas por la escasez del agua en unos 40 países, de estos 1,1 billón no tuvo suficiente agua para tomar (WHO/UNICEF 2000).

Preservar la calidad del recurso hídrico plantea, a nuestras sociedades, retos medioambientales, sanitarios y económicos de primer orden. Los ecosistemas acuáticos albergan una enorme diversidad de especies animales y vegetales cuya situación y dinámica son sensibles a la composición química, biológica o física del agua. Además, el agua es un recurso necesario para el ser humano, que la consume cotidianamente, y para las sociedades, que la necesitan para su desarrollo. No obstante, las actividades humanas pueden constituir una amenaza para la calidad del recurso hídrico, debido a las sustancias que introducen en el medio. Un agua con características fisicoquímicas y biológicas deterioradas es fuente de riesgos patológicos para el ser humano y puede cuestionar no sólo la sostenibilidad y la perennidad de las actividades humanas

sino también el buen estado de este recurso, que es necesario para las funciones medioambientales. El impacto de la agricultura sensu lato (agricultura, industria agroalimentaria) en los recursos hídricos es un ejemplo donde se observan claramente los retos que debe superar la ciencia en lo referente a la preservación de la calidad del agua. Para responder a las crecientes necesidades en materia de alimentación y energía, la agricultura utiliza agua en la producción animal y vegetal, como así también lo hace la industria de transformación de materias primas. Al mismo tiempo, el agua es una fuente de contaminación por los insumos que se emplean (fertilizantes, pesticidas). Para responder a este reto de continuar la producción en un contexto de restricción hídrica, la agricultura se orienta hacia nuevas técnicas, por ejemplo, la utilización de aguas no convencionales, incluyendo las aguas residuales tratadas. No obstante, el desarrollo de la agricultura sólo puede ser sostenible si se limita la introducción de sustancias potencialmente contaminantes en el medio, y se controla su movilidad una vez que se hallan en el medio. En este sentido, la utilización de aguas no convencionales constituye potencialmente una fuente de contaminación de las aguas de superficie y de las aguas subterráneas, debido a los componentes tóxicos y a los agentes patógenos presentes en las aguas residuales no tratadas.

A nivel mundial y Latinoamericano, la existencia de agua microbiológicamente segura constituye un gran problema de salud pública. Entendiéndose como agua microbiológicamente segura, aquella que se encuentra libre de todo microorganismo patógeno y de bacterias características de la contaminación fecal. El agua de consumo humano ha sido definida en las Guías de Calidad del Agua de Bebida de la Organización Mundial de la Salud- OMS (OMS, 1985) como “adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual incluida la higiene personal”. El agua no debe presentar ningún tipo de contaminación que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbiológica que sea perjudicial a la salud humana²

El peligro más común y difundido, relativo al agua de consumo humano es el de su contaminación microbiana con aguas servidas y excretas del hombre y de los animales. Si dicha contaminación es reciente y se hallan microorganismos patógenos, es posible que dichos microorganismos se encuentren vivos y con capacidad de producir enfermedad.

El Perú es un país que en sus tres regiones geográficas (Costa, Sierra y Selva), tiene una carencia de servicio de agua potable, a pesar que la Selva alberga una gran diversidad de cuerpos de agua conformado por ríos, quebradas, cochas y lagos; sin embargo, se cuenta con muy poca agua que esté disponible para el consumo humano; razón por la cual, tanto en las zonas urbanas como rurales, las familias se ven en la necesidad de construir pozos que muchas veces no cuentan con los criterios técnicos sanitarios adecuados; ya que, en la generalidad de los casos se observa que estos pozos son construidos en las partes bajas por lo que son fácilmente contaminados con desechos orgánicos que se encuentran en el suelo y que contienen no sólo microorganismos saprófitos, sino también patógenos intestinales procedentes de heces humanas y de animales³.

Los usuarios de los sistemas de abastecimiento aceptan el uso de aguas subterráneas, pero el aspecto como turbiedad, el color, el sabor, o el olor pueden ser motivo de rechazo. El Hierro y el Manganeso están asociados a problemas estéticos y operacionales.

El hierro es más común que el manganeso pero frecuentemente ocurren juntos. No son peligrosos para la salud.

El hierro causa manchas rojizos-cafés en la ropa, porcelana, platos, utensilios, vasos, lavaplatos, accesorios de plomería y concreto. El manganeso causa manchas cafés negras en los mismos materiales. Los detergentes no remueven estas manchas. El cloro casero y los productos alcalinos (tales como el sodio y el bicarbonato) pueden intensificar las manchas.

Los depósitos de hierro y manganeso se acumulan en los tubos de cañerías, tanques de presión, calentadores de agua y equipo ablandador de agua.

Estos depósitos restringen el flujo del agua y reducen la presión del agua. Más energía se requiere para bombear agua a través de tubos tapados y para calentar agua si los rodos de los calentadores están cubiertos con depósitos minerales. Esto aumenta los costos de la energía y el agua.

El agua contaminada con hierro y manganeso usualmente contiene bacterias de hierro o manganeso. Estas bacterias se alimentan de los minerales que hay en el agua. No causan problemas de salud, pero sí forman una baba rojiza-café (hierro) o café-negra (manganeso) en los tanques de los inodoros y pueden tapar los sistemas de agua.

El agua de los pozos en ocasiones presenta características físicas y químicas que no permiten su uso o consumo humano por la presencia de ciertos minerales, tales como el hierro y el manganeso. Por esta razón, es necesario realizar un tratamiento al agua, para reducir los compuestos indeseables y hacer que cumpla con las normas establecidas para agua potable.

Generalmente el manganeso está presente junto al hierro, por esa razón la presencia de ambos hace más complicada su eliminación del agua, debido a que son solubles a diferentes pH.

Es importante indicar que aunque la presencia de grandes cantidades de manganeso en el agua puede causar algunos problemas, en la alimentación diaria se ingieren pequeñas cantidades de manganeso por lo cual este no puede considerarse como un elemento tóxico, no se han comprobado efectos fisiológicos dañinos en aquellas aguas naturales que contienen este elemento, sin embargo en grandes cantidades puede ser considerado peligroso, ya que estudios recientes aún no confirmados han manifestado que el manganeso puede tener efectos neurotóxicos en los seres humanos.

Los iones de manganeso funcionan como cofactores de una serie de enzimas en los organismos superiores, donde son esenciales en la desintoxicación de los radicales libres de superóxido. El elemento es una huella que requiere mineral para todos los seres vivos conocidos. En cantidades mayores, y al parecer con una actividad mucho mayor por la inhalación, el manganeso puede causar un síndrome de intoxicación en los mamíferos, con daños neurológicos que a veces son irreversibles.

El cuerpo humano logra absorber el manganeso en el intestino delgado, acabando la mayor parte en el hígado, de donde se reparte a diferentes partes del organismo. Alrededor de 10mg de manganeso son almacenados principalmente en el hígado y los riñones. En el cerebro humano el manganeso es unido a metaloproteínas de manganeso, siendo la más relevante la glutamina que la sintetiza en astrocitos. Se ha comprobado que el manganeso tiene un papel tanto estructural como enzimático.

Está presente en distintas enzimas, destacando el superóxido dismutasa de manganeso (Mn-SOD), que cataliza la dismutación de superóxidos, O_2^- ; la Mn-catalasa, que cataliza la dismutación de peróxido de hidrógeno, H_2O_2 ; así como en la concavanila A (de la familia de las lectinas), en donde el manganeso tiene un papel estructural.

Dentro del organismo interviene en el correcto funcionamiento de las flavoproteínas y en la síntesis de los mucopolisacáridos del colesterol, de la hemoglobina y en otros procesos metabólicos como catalizador enzimático.

El Centro Poblado de “El Triunfo”, ubicado en la margen izquierda del río Madre de Dios, se ha convertido en una zona neurálgica, pues con la puesta en marcha de la vía Interoceánica y el Puente Billinghamst, viene manifestando una creciente expansión urbana con la consecuente demanda de ampliación de sus servicios básicos.

1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- **Delimitación Espacial:** Esta investigación recopilara la información en la región del distrito Las Piedras-Madre de Dios
- **Delimitación Social:** El grupo social objeto de estudio es la fuente de agua subterránea, del pozo principal de la localidad de El Triunfo
- **Delimitación Temporal:** Se desarrollará durante los meses de marzo a setiembre del año 2016
- **Delimitación Conceptual:** Está enmarcada dentro de las Ciencias de la Salud

1.3 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 Problema Principal

¿Cuál es la concentración de hierro y manganeso, en una muestra de agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, Distrito Las Piedras, Madre de Dios-Año 2016?

1.3.2 Problemas Secundarios

PS.1.¿Cuál es la concentración de Hierro en una muestra de agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, Distrito Las Piedras, Madre de Dios-Año 2016?

PS.2 ¿Cuál es la concentración de manganeso en una muestra de agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, Distrito Las Piedras, Madre de Dios-Año 2016?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Determinar la concentración de hierro y manganeso, en una muestra de agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, Distrito Las Piedras, Madre de Dios-Año 2016.

1.4.2 Objetivos Específicos

OE.1. Determinar la concentración de Hierro en una muestra de agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, Distrito Las Piedras, Madre de Dios-Año 2016

OE.2. Determinar la concentración de manganeso en una muestra de agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, Distrito Las Piedras, Madre de Dios-Año 2016

1.5. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

El agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, tiene concentraciones por encima de los límites permitidos de hierro y manganeso según los estándares nacionales de calidad del agua

1.5.1 Variables

Variables de estudio: agua subterránea de consumo humano

Indicadores.

- 1- Concentración Hierro
- 2- Concentración manganeso

1.5.2 Operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	TIPO Y NATURALEZA	INDICADORES
1. Concentración Hierro	Medir las concentraciones Hierro en una muestra de agua potable de la localidad el triunfo	Cuantitativa, Continua	ppm de Hierro
2 - Concentración manganeso	Medir las concentraciones Manganeso en una muestra de agua potable de la localidad el triunfo	Cuantitativa, Continua	ppm de Manganeso

1.7 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1 Tipo de Investigación

De acuerdo a los propósitos de la investigación el presente estudio se tipifica como descriptivo observacional, porque describen los hechos como son observados

1.7.2 Nivel de Investigación

La presente investigación se caracteriza por ser no experimental, con un diseño Descriptivo, y de corte Transversal.

1.7.3 Métodos de Investigación

La investigación es de campo y experimental, se procederá a recolectar 2 000 ml de agua a las seis de la mañana, directamente del reservorio de la localidad El Triunfo

1.7.4 Diseño de investigación

Diseño experimental

1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1 Población

Población: Está constituida por las fuentes de agua subterránea de la localidad de El Triunfo, distrito Las Piedras-Tambopata-Madre de Dios

1.8.2 Muestra

La muestra está constituida por 2 000 ml de agua extraída del rio pozo principal de la localidad de El Triunfo

1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.9.1. Técnicas

Para la recolección de datos se utilizará la técnica de observación, y la encuesta El MANGANESO se determino usando el método colorimétrico con Persulfato de amonio

Fundamento:

La oxidación de los compuestos solubles de manganeso a la forma de permanganato se realiza con persulfato en presencia de nitrato de plata. El color resultante es estable por 24 horas en presencia de exceso de persulfato y ausencia de materia orgánica.³

El mínimo detectable de manganeso por el método de oxidación por persulfato es de 210 µg Mn/l cuando se usa una celda de 1 cm, y si se usa una celda de 5 cm, es de 42 µg Mn/l.

Material de laboratorio:

- Fotocolorímetro
- Material de vidrio común
- Persulfato de amonio, (NH₄)₂S₂O₈, sólido.
- HCl

- Solución estándar de manganeso.
- Peróxido de hidrogeno, H₂O₂, 30%.
- Ácido nítrico, HNO₃, concentrado.
- Ácido sulfúrico, H₂SO₄, concentrado.
- Solución de nitrato de sodio, disolver 5,0 g de NaNO₂ en 95 cm³ de agua destilada.
- Oxalato de sodio, Na₂C₂O₄, patrón primario.
- Bisulfato de sodio

El HIERRO se determinó con el método de la fenantrolina

Fundamento:

El hierro se disuelve y se reduce a estado ferroso por ebullición, con ácido e hidroxilamina y, posteriormente, se hace reaccionar con 1-10 fenantrolina a pH 3,2-3,3, para dar un complejo de color rojo-anaranjado. La solución coloreada, obedece a la ley de Beer y la concentración es determinada espectrofotométricamente o por comparación visual⁴.

Material de laboratorio:

- Cristalería lavada con ácido. Toda la cristalería se debe lavar con HCl conc. y enjuagar con agua destilada antes del uso, para eliminar la fina película de hierro absorbida que, con frecuencia, se tiene presente como resultado del uso de la cristalería para otros propósitos.
- Fotómetro de filtro. Con un trayecto de luz de 1 cm o mayor, equipado con un filtro verde que tenga su transmitancia máxima cerca de 510 nm .
- Tubos de Nessler. Pareados de 100 cm³ forma alta.

Reactivos: Agua destilada libre de hierro.

Ácido clorhídrico concentrado.

Reactivo de hidroxilamina

Solución tampón de acetato de amonio

Solución de fenantrolina

Solución madre de hierro

Soluciones patrón de hierro.

1.9.2. Método de análisis de datos

Método cualitativo, realizado en el laboratorio de Ciencias Químicas de la Universidad San Antonio Abad Del Cusco

1.10 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1 Justificación

En la actualidad el recurso hídrico está bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población, el incremento de las actividades pecuarias y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo cual ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce. Una combinación de problemas económicos y socioculturales sumados a una carencia de programas de superación de la pobreza, ha contribuido a personas que viven en condiciones precarias a sobreexplotar los recursos naturales, lo cual afecta negativamente la calidad del recurso agua; las carencias de medidas de control de la contaminación dificultan el uso sostenible del vital líquido. Según los actores, la causa de los problemas es la destrucción del bosque por incendios forestales, uso no adecuado del suelo, la falta de conciencia de conservación de los recursos naturales, y baja escolaridad de los pobladores. Sobre las consecuencias del problema, casi todos coinciden en la contaminación e insalubridad existente como efecto inmediato de la degradación de los recursos. El deterioro de la calidad del agua causado por la contaminación influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, reduciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por el agua de calidad.

1.5.2. Importancia

La presente investigación resulta interesante porque existen pocos estudios similares y éste, aportara información útil para otras investigaciones que más adelante puedan realizarse abarcando otros aspectos como la determinación fitoquímica, evaluación farmacológica.

La presente investigación servirá para que resaltar la importancia que dentro de las familias peruanas se fomente la medicina tradicional y/o alternativa como recurso para combatir la resistencia bacteriana, y la utilización o industrialización de este valioso recurso vegetal terapéutico.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes Internacionales

Janeth Ruelas González Y Rodrigo González Enríquez⁵ (México-2011) en el estudio **DISTRIBUCIÓN, CONCENTRACIÓN Y ORIGEN DE HIERRO Y MANGANESO EN LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA ALTA Y MEDIA DEL RÍO SONORA, NOROESTE DE MÉXICO**, reportan la presencia de metales pesados en estas aguas, siendo una de las principales causas las actividades mineras que se desarrollan en la región de Cananea, explotando metales como el Cu y Mo, así como la recuperación de ciertos minerales como sulfuros de cobre, molibdeno, calcosita, calcopirita y molibdenita generando desechos industriales que contaminan aguas y sedimentos de los ríos, así como zonas aledañas. Es por ello que se han encontrado concentraciones de metales pesados como Cu, Fe, Mn, Pb y Zn en los sedimentos del Río Sonora obteniéndose altas concentraciones de cobre, hierro y manganeso.

Eloísa Domínguez Mariani, Carlos Vargas Cabrera, Fredy Martínez Mijangos, Eugenio Gómez Reyes, Oscar Monroy Hermosillo²⁹ (México-2015), en el estudio **DETERMINACIÓN DE LOS PROCESOS HIDROGEOQUÍMICOS PARTICIPANTES EN LA COMPOSICIÓN DEL AGUA DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO A POBLADORES DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA, D.F., MÉXICO**, refieren que se determinó que el agua subterránea de la

delegación tiene concentraciones elevadas de Fe²⁺ (0.004 – 0.64 mg/L), Mn²⁺ (0.003 – 0.96 mg/L), Na⁺ (91 – 598.1 mg/L), Cl⁻ (59 – 372.3 mg/L), presencia de materia orgánica (expresada en términos de DQO, 3.75 – 63.8 mg/L) y conductividad eléctrica en el intervalo de 620 – 2503 µS/cm. Al comparar las concentraciones del agua subterránea del ión Na⁺ con la NOM-127-SSA1-1994 (DOF, 2000) 10 pozos se encuentran fuera de la norma mexicana para agua potable (DOF, 2000) de 17 visitados; para el Cl⁻, 7 de 17 están fuera; para el Fe²⁺, 3 lo están; y para el Mn²⁺, 8 la superan.

Javier Arturo Arbito Quituisaca²⁶ (Ecuador-2014), en el estudio CARACTERIZACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA USO EN ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y HUMANAS, EN EL CANTÓN PASAJE, 2014 en las características químicas del agua de los pozos se determinaron niveles de pH que fluctúan entre 7.28 a 8.27, con una temperatura media de 26.9 °C y la salinidad determinada con cantidades entre 0,17 a 0,39 mS/m. Las características físicas, sin embargo, difieren entre un color cristalino, sabor dulce, olor agradable y temperatura fría al tacto. Los elementos, mercurio, plomo, arsénico y cadmio no superaron el límite máximo permisible de concentración en aguas destinadas al uso agrícola, sin embargo, el manganeso si superó el límite máximo permisible para cuatro sitios de estudio, estimándose así un nivel de contaminación de los suelos irrigados, lo mismo que ocasiona suelos improproductivos y toxicidad del elemento en la planta.

Hernán Antonio Fuentes Alarcón (Chile-2013), en el ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA OXIDACIÓN DE HIERRO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DE ABASTECIMIENTO A TRAVES DE AIREACIÓN, informa que de los resultados se puede determinar que la oxidación del hierro es eficiente hasta la segunda hora de aireación y que los caudales aplicados tienen su mayor influencia en la tasa de oxidación, entre la primera y la segunda hora. Luego de este tiempo, la remoción del hierro en las muestras de aguas se vuelve cada vez más lento. Utilizando un flujo de 9,2[l/min] existe una remoción de 66,72%, mientras que

empleando un caudal de 3,7 [l/min] la remoción alcanza los 51,14% a las dos horas de aireación. Se utiliza un tiempo de sedimentación de 30 minutos, el cual es insuficiente para alcanzar las concentraciones de hierro establecidas por la normativa vigente.

Mildred Bracho; Alejandra Callejón; Ana Carolina Hernández²⁸ (Venezuela-2012), en el estudio EVALUACIÓN DE LA CINÉTICA DE PRECIPITACIÓN DEL HIERRO Y MANGANESO DISUELTOS EN AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZANDO AIRE O HIPOCLORITO DE SODIO COMO OXIDANTE, informan que las mejores condiciones para la precipitación del Fe y Mn y posterior decantación de las especies químicas formadas, fueron 0,3 ml de hipoclorito de sodio al 3,5% v/v y 0,3 g de cal por litro de agua para un tiempo de reacción de 10 minutos, arrojando porcentajes de remoción para el Fe y Mn de 99% y 48% respectivamente. Adicionalmente el tiempo de decantación fue de 3 min, mostrando un pH final de 6,4. -Es importante el uso de la cal en el proceso, ya que mantiene el pH recomendado para la reacción y además desplaza el equilibrio hacia las formas insolubles de los metales. - Al utilizar aire como ente oxidante son necesarios altos tiempos de reacción debido a que aunque existe un elevado porcentaje de remoción, el proceso de decantación es lento.

Alexander Aldemaro Ramírez Ortiz²⁵ (Guatemala-2012), en el estudio EFICIENCIA DE LA REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO POR MEDIO DE UN PROCESO DE ELECTROCOAGULACIÓN UTILIZANDO UN PROTOTIPO DE CELDA ELECTROQUÍMICA TIPO BATCH, indica que : la eficiencia de remoción de Fe es del orden promedio de 45.97 %, lo cual puede ser considerado muy bueno; la eficiencia de remoción de Mn es de 24.27 %, que puede verse como muy eficiente; el análisis financiero definió que la implementación de este modelo requiere un alto costo de mantenimiento sobre todo por el desgaste de placas.

Lina María Marín Burbano²⁴ (Colombia-2011), en el estudio REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO POR OXIDACIÓN CON CLORO Y FILTRACIÓN EN GRAVA, considera que Las velocidades de filtración empleadas con la tecnología de tratamiento por oxidación con FGA (entre 2 y 5m/h) hacen que la tecnología sea una alternativa promisoría para el tratamiento de aguas subterráneas con alto contenido de hierro. Los costos de inversión inicial de cada etapa de FGA se encuentran entre \$1.0 y \$2.2 millones L/s para tasas de filtración entre 5 y 2 m/h y los costos de A, O&M, por m³ producido varían entre \$204 y \$703, dependiendo de la velocidad de filtración empleada y el caudal de diseño. Sobre la base de los resultados obtenidos se realizó una síntesis de la evaluación para cada una de las concentraciones evaluadas, considerando las etapas FGA en función de la calidad del agua cruda para hierro total, manganeso, color aparente y pH, en función de las velocidades de filtración en el rango de 2-5 m/h, definiendo el tamaño y espesor del medio filtrante y la dosificación de hipoclorito de sodio.

Antecedentes nacionales

Liz Raquel Lazo Corilloclla⁸ (Lima-2012), en el estudio REMOCION DEL MANGANESO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE CONSUMO HUMANO EN LA LAGUNA AZULCOCHA, informa que El agua proveniente de la laguna Azulcocha sobrepasa los valores límites de manganeso (promedio 0.461 mg/L y valor máximo 0.68 mg/L), no siendo apta para el consumo humano, sin previo tratamiento.

Espejo Reyes, Laddy Tatiana; Mantilla Villar, José Luis⁹ (Trujillo-2013), en el estudio ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LAS AGUAS TERMOMINERALES DE CACHICADAN, YANASARA, BAÑOS CHIMÚ Y HUARANCHAL EN LA LIBERTAD, PERÚ. Manifiestan que los metales determinados fueron sodio, potasio, magnesio, calcio, hierro y plomo. Los aniones determinados fueron, nitritos, bicarbonato, nitrato, cloruro, carbonato, sulfato, fosfato y sulfuros. Se usaron métodos estandarizados, entre ellos los de la APHA, AWWA, WPCF

(Normas Nacionales e Internacionales de Calidad del Agua).

Determinándose las propiedades físicas y composiciones químicas de las fuentes estudiadas. De los resultados obtenidos se deduce que estas aguas termominerales no son aptas para la alimentación y agricultura según los estándares nacionales e internacionales de calidad del agua (Ver Anexo II), siendo estas fuentes de uso medicinal.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1. HIERRO.

El hierro es un elemento químico de número atómico 26 situado en el grupo 8, periodo 4 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Fe y tiene una masa atómica de 55.845g/mol. El núcleo de la Tierra está formado principalmente por hierro y níquel, generando al moverse un campo magnético. Ha sido históricamente muy importante, y un período de la historia recibe el nombre de Edad de Hierro. El hierro es un metal que tiene un color negro lustroso o gris azulado, dúctil, maleable, tenaz, es extremadamente duro y pesado, además se oxida al contacto con el aire y tiene propiedades ferromagnéticas. Por otro lado, es importante indicar que el hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, representando un 5%, entre los metales sólo el aluminio es más abundante. Se encuentra en hematites, magnetita y limonita, entre en la composición de sustancias importantes en los seres vivos, como las hemoglobinas.

TIPOS DE HIERRO. Hay tres formas principales de hierro, otros tipos son mucho más raros.

-FERROSO. - Este tipo de hierro es regularmente llamado “hierro de agua transparente” ya que no es visible cuando se sirve el agua. Se encuentra en agua que no contiene oxígeno, tales como agua de pozos hondos y agua de debajo de la tierra. El Dióxido de Carbono reacciona con el hierro en la tierra para formar

bicarbonato de hierro soluble en agua, el cual, en el agua, produce iones ferrosos (Fe^{++}).

-FÉRRICO. - Hierro Férrico también es conocido como “agua roja de hierro”. Este tipo de hierro es básicamente de hierro ferroso el cual ha estado expuesto a oxígeno, combinado con el hierro para formar los iones férricos (Fe^{+++}). Estas partículas oxidadas generalmente son visibles en agua servida.

-HIERRO BACTERIAL. - Depositado en limo en tanques de inodoros o ensuciando filtros y suavizantes de agua son una buena indicación de la presencia del hierro bacterial. Mejor descrito como biofouling de hierro, el problema de la bacteria del hierro es complejo y extenso. Ataca a los pozos y sistemas de agua alrededor del mundo en todo tipo de ambiente acuífero. En algunos lugares, esto causa gran daño, y en otros se considera una molestia menor.

QUÍMICA DEL HIERRO.

A continuación, se describen algunas características químicas del hierro (Fe):

Símbolo: Fe.

Clasificación: Metal de transición - Grupo 8.

Número Atómico: 26.

Masa Atómica: 55,845.

Número de protones/electrones: 26.

Electrones en los niveles de energía: 2, 8, 14, 2.

Números de oxidación: +2, +3.

Dependiendo del valor de pH y de la concentración de oxígeno, el hierro puede estar presente bajo la forma férrica y ferrosa. A pH neutro y en presencia de oxígeno, el hierro ferroso soluble (Fe^{2+}) es oxidado a hierro férrico (Fe^{3+}), el mismo que rápidamente es hidrolizado bajo la forma de un precipitado insoluble como hidróxido férrico $\text{Fe}(\text{OH})_3$. A valores de pH por debajo de 6.0, la tasa de oxidación del hierro ferroso hacia hierro férrico es extremadamente lenta. Por otra parte, condiciones anaeróbicas son necesarias para que exista una

apreciable concentración de hierro soluble. De otra parte, a valores de pH por encima de 12 el hidróxido férrico se solubilizará como consecuencia de la formación del anión $\text{Fe}(\text{OH})_4^-$. El hierro ferroso y el férrico pueden también solubilizarse en presencia de cianuro dando lugar a los complejos ferro o ferricianatos. Estos compuestos presentan considerables dificultades para ser removidas. El hierro se puede encontrar bajo diferentes formas en el agua. En las condiciones habituales de pH (4,5 y 9), el hierro soluble está presente generalmente en estado ferroso. Si el medio es reductor como en la mayoría de las aguas subterráneas, el hierro ferroso puede llegar a alcanzar cantidades elevadas. Por otro lado, el hierro férrico, no es soluble de un modo significativo, aunque para valores de pH inferiores 4 puede llegar a serlo. En aguas de superficie se encuentra en niveles muy bajos, ya que en estas aguas el ión hierro (III) es prácticamente insoluble.

Por otro lado el hierro divalente no se encuentra normalmente en este tipo de aguas ya que se encuentra en condiciones anaeróbicas, ya que la presencia de oxígeno provoca su rápida oxidación. Las aguas subterráneas tienen mayores concentraciones de hierro ya que la materia orgánica del suelo absorbe el oxígeno disuelto del agua, normalmente las aguas con gran carga orgánica suelen tener más hierro produciéndose así asociaciones y complejos entre ellos cuya eliminación y potabilización puede ser problemática. El hierro se oxida bajo la acción del aire o por la adición de cloro, pasando al estado férrico pudiendo así hidrolizarse para dar un hidróxido de hierro insoluble. El hierro puede estar en estado coloidal más o menos combinado con la materia orgánica. Cuando desciende el oxígeno del agua hay un incremento del hierro divalente, esta dinámica es típica de lagos y embalses que experimentan períodos de estratificación térmica, poco oxígeno y alto potencial reductor. El hierro juega un papel importante en el ciclo natural del fósforo. En las muestras filtradas de aguas superficiales oxigenadas el hierro no llega a 1mg/L, algunas aguas subterráneas pueden contener una cantidad bastante mayor. En muestras de aguas el Fe puede estar en forma de solución auténtica, en estado coloidal, en complejos inorgánicos u orgánicos, o en partículas suspendidas.

TÉCNICAS DE ANÁLISIS DEL HIERRO.

El hierro se puede determinar por varios métodos, entre los cuales existen los siguientes:

- Método colorimétrico (fenantrolina).
- Método espectrométrico de absorción atómica.
- Método de plasma de acoplamiento inductivo

CONCENTRACION ESTABLECIDA POR OTROS PAISES DE LA REGION O GUIAS INTERNACIONALES

La Guía Canadiense de la Calidad del Agua, establece como valor al Hierro de 5.00 mg/l de concentración de aguas destinadas al riego.

La FAO, establece al Hierro un valor de 5.00 mg/l de concentración máxima en aguas destinadas al riego.

La Ley General de Aguas establece valor límite de 1.00 mg/l al Hierro , para Aguas de riego de vegetales de Consumo Crudo y bebida de animales, correspondiente a la clase III.

La Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua de Ecuador, esta norma establece un valor de concentración de 5.00 mg/l al Hierro como límite máximo permisible de concentración en aguas destinadas al uso agrícola.

La Norma para el Control de la Calidad de los cuerpos de agua de Venezuela, establece un valor al Hierro Total de 1.0 mg/l como límite máximo de concentración para aguas destinadas al riego de hortalizas, legumbres consumidas en crudo, cereales, y cultivos arbóreos.

El Anteproyecto de Norma de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales

Superficiales de Chile, establece un valor al Hierro de 0.3 mg/l de concentración para aguas destinadas a riego irrestricto.

La Norma Técnica Nacional para Agua, de Honduras, establece un valor al Hierro de 3 mg/l de concentración para aguas destinadas al uso agrícola.

ANÁLISIS O SUSTENTO DE PROPUESTA NACIONAL

Se establece el valor de 1 mg/l al Hierro, este valor lo establece la Ley General de Aguas en su clase III, correspondiente a aguas para riego de vegetales de Consumo Crudo y bebidas de animales.

En la investigación que realizó la FAO, para este elemento, señala que no es tóxico en suelos con buena aireación; contribuye a la acidez y a la indisponibilidad del Fósforo y del Mo. La aspersión puede causar depósitos blancos en hojas.⁹

2.2.2 Manganeseo

El manganeso es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre, y su presencia suele estar asociada a la del hierro. Se utiliza principalmente en la fabricación de aleaciones de hierro y acero, como oxidante para la limpieza, el blanqueado y la desinfección en forma de permanganato potásico, y como ingrediente de diversos productos. Más recientemente, se ha utilizado en América del Norte en un compuesto orgánico, el MMT, como potenciador del octanaje de la gasolina. En algunos lugares se utilizan arenas verdes de manganeso para el tratamiento del agua potable. El manganeso es un elemento esencial para el ser humano y otros animales y está presente de forma natural en muchos alimentos. Los estados de oxidación más importantes para la biología y el medio ambiente son el Mn^{2+} , el Mn^{4+} y el Mn^{7+} . Hay manganeso de origen natural en muchas fuentes de aguas superficiales y subterráneas, sobre todo en condiciones anaerobias o de microoxidación, y es la fuente más importante de manganeso en el agua de consumo, aunque la mayor exposición proviene, habitualmente, de los alimentos²².

Valor de referencia	0,4 mg/l
Presencia	Las concentraciones en el agua dulce varían habitualmente entre 1 y 200 µg/l, aunque se han descrito concentraciones de hasta 10 mg/l en aguas subterráneas ácidas y niveles aún más altos en aguas aerobias, habitualmente asociados a contaminación industrial
IDT	0,06 mg/kg de peso corporal, basada en el valor máximo del intervalo de ingesta de manganeso, 11 mg/día, determinado mediante estudios sobre la alimentación, para el que no se observan efectos adversos (es decir, se considera una DSEAO), aplicando un factor de incertidumbre de 3 para tener en cuenta la posiblemente mayor biodisponibilidad del manganeso presente en el agua
Límite de detección	0,01 µg/l mediante AAS; 0,05 µ/l mediante ICP/MS; 0,5 µg/l mediante ICP/espectroscopía de emisión óptica; 1 µg/l mediante EAAS; 10 µg/l mediante FAAS
Concentración alcanzable mediante tratamiento	La concentración debería poderse reducir hasta 0,05 mg/l mediante oxidación y filtración.
Cálculo del valor de referencia	
• Asignación al agua	20% de la IDT (debido a que el manganeso es un oligoelemento esencial)
• Peso	adulto de 60 kg
• consumo	2 litros al día
Observaciones adicionales	La presencia de manganeso en el agua de consumo será rechazada por los consumidores si se deposita en los conductos de agua y ocasiona la coloración del agua. Los consumidores suelen aceptar concentraciones inferiores a 0,05-0,1 mg/l; estas concentraciones pueden a veces producir sedimentos negros en los conductos de agua tras periodos prolongados, pero esto puede variar en función de las circunstancias locales.

Reseña toxicológica

El manganeso es un elemento esencial para el ser humano y otros animales. Tanto la carencia como la sobreexposición pueden causar efectos adversos. Se sabe que el manganeso produce efectos neurológicos tras la exposición por inhalación, especialmente de tipo laboral, y hay estudios epidemiológicos que han notificado efectos neurológicos adversos tras la exposición prolongada a concentraciones muy altas en el agua de consumo. Sin embargo, en esos estudios hay varios posibles factores de confusión significativos y en otros varios

estudios no se han observado efectos adversos tras la exposición por el agua de consumo. Los datos de estudios en animales, especialmente los de roedores, no son convenientes para la evaluación de riesgos en las personas debido a que las necesidades orgánicas de manganeso varían entre las especies. Además, el valor de los roedores para la evaluación de efectos neuroconductuales es limitado, debido a que los efectos neurológicos observados en los primates (como los temblores o los trastornos de la marcha) a menudo van precedidos o acompañados de síntomas psíquicos (como irritabilidad o inestabilidad emocional) que no se observan en los roedores. La utilidad para una evaluación cuantitativa de riesgos del único estudio en primates es limitada, debido a que se estudió una sola dosis en un número reducido de animales y no se informó del contenido de manganeso en la alimentación de base.

Efectos ambientales del manganeso en el agua, aire y suelo

Los compuestos del manganeso existen de forma natural en el ambiente como sólidos en suelos y pequeñas partículas en el agua. Las partículas de manganeso en el aire están presentes en las partículas de polvo, estas usualmente se depositan en la tierra en unos pocos días. Los humanos aumentan las concentraciones de Manganeso en el aire por las actividades industriales y a través de la quema de productos fósiles. El manganeso que deriva de las fuentes humanas puede también entrar en la superficie del agua, aguas subterráneas y aguas residuales. A través de la aplicación del manganeso como pesticida el manganeso entrará en el suelo. Para los animales el manganeso es un componente esencial sobre unas 36 enzimas que son usadas para el metabolismo de carbohidratos, proteínas y grasas. Con animales que comen muy poco manganeso interfiere en el crecimiento normal, la formación de huesos y en la reproducción. Para algunos animales la dosis letal es bastante baja, lo cual significa que tienen pocas posibilidades de supervivencia incluso a pequeñas dosis de manganeso cuando este excede la dosis esencial. El Manganeso puede causar problemas en los pulmones, hígado

y vasculares, decremento de la presión sanguínea, fallos en el desarrollo de fetos de animales y daños cerebrales. 33 Cuando el Manganeso es tomado a través de la piel puede causar temblores y fallos en la coordinación. Finalmente, las pruebas de laboratorio con animales han mostrado que diversos envenenamientos con Manganeso deberían incluso ser capaces de causar el desarrollo de tumores en animales. En plantas los iones del Manganeso son transportados hacia las hojas después de ser tomados en el suelo. Cuando muy poco manganeso puede ser absorbido desde el suelo esto causa alteración en los mecanismos de las plantas. Por ejemplo, perturbaciones en la división del agua en hidrógeno y oxígeno, el Manganeso juega un papel importante. El Manganeso puede causar síntomas de toxicidad y deficiencia en plantas. Concentraciones altamente tóxicas de Manganeso en el suelo pueden causar inflamación de la pared celular, abrasamiento de las hojas y puntos marrones en las hojas.

Antecedentes de la determinación del valor de referencia

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS²¹ de 1958 sugirieron que concentraciones de manganeso superiores a 0,5 mg/l afectarían notablemente a la potabilidad del agua. Las Normas internacionales de 1963 y 1971 conservaron este valor como concentración máxima admisible o permisible. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1984, se estableció un valor de referencia de 0,1 mg/l para el manganeso basado en sus propiedades colorantes. Las Guías de 1993 concluyeron que, a pesar de que ningún estudio es adecuado por sí solo para el cálculo de un valor de referencia, el conjunto de las pruebas de estudios de la ingesta diaria real y de toxicidad en animales de laboratorio a los que se suministró manganeso en el agua de bebida, un valor de referencia provisional basado en efectos sobre la salud de 0,5 mg/l debería ser adecuado para proteger la salud pública. También se señaló que los consumidores suelen considerar aceptable el agua con concentraciones inferiores a 0,1 mg/l, aunque esto puede variar en función de las circunstancias locales.

QUÍMICA DEL MANGANESO.

Símbolo: Mn.

Clasificación: Metal de transición - Grupo 7.

Número Atómico: 25.

Masa Atómica: 54,93.

Número de protones/electrones: 25

Electrones en los niveles de energía: 2, 8, 13, 2.

Números de oxidación: 2+, 3+, 4+, 6+ y +7.

Los cloruros, nitratos y sulfatos son altamente solubles en agua, pero sus óxidos, carbonatos e hidróxidos son parcialmente solubles. Por esta razón, los iones mangánicos y manganosos están algunas veces presentes en aguas superficiales en concentraciones de hasta 1.0mg/l. En aguas subterráneas sujetas a condiciones reductoras, el manganeso puede ser lavado del suelo y presentarse en concentraciones muy elevadas. Al manganeso se le encuentra asociado al hierro en aguas subterráneas. El manganeso puede encontrarse en el agua con valencias diferentes: II, III y IV, en estado soluble, en suspensión o en forma de complejo; su concentración depende de factores como el oxígeno disuelto y el pH del agua. En aguas naturales de bajo pH, y en ausencia de oxígeno, el manganeso se presenta en forma reducida y soluble que no genera color. El ión manganeso se comporta en la mayoría de los casos muy parecido al ión hierro, además de poder ser bivalente y trivalente positivo puede también presentarse con valencia +4 formando el MnO_2 que es insoluble. Rara vez el agua contiene más de 1 ppm y requiere un pH ácido. La forma manganeso (Mn^{++}), que es más general por aireación se oxida y precipita con un color oscuro de MnO_2 . Se determina por oxidación a permanganato y colorimetría de la solución oxidada y espectrometría de absorción atómica. Los estados de oxidación del manganeso más comunes son 2+, 3+ cuando se encuentra como metal y 4+, 6+ y +7 cuando se encuentra como no metal, aunque se han encontrado compuestos con todos los números de oxidación desde 1+ a 7+; los

compuestos en los que el manganeso presenta estado de oxidación 7+ son agentes oxidantes muy enérgicos. Dentro de los sistemas biológicos, el catión Mn^{2+} compite frecuentemente con el Mg^{2+} . Se emplea sobre todo aleado con hierro en aceros y en otras aleaciones. Los embalses de aguas superficiales almacenadas en rocas areniscas pueden acumular manganeso junto con el hierro, ya que la descomposición de la materia orgánica que se encuentra en el fondo de estos pozos elimina el oxígeno disuelto del agua generando así anhídrido carbónico; de esta manera el manganeso, el hierro de las rocas y de la tierra, en contacto constante con el agua se incorporan a su solución, transformándose en compuestos solubles.

El manganeso se puede determinar por varios métodos diferentes, entre los cuales existen los siguientes:

- Método espectrométrico de absorción atómica.
- Método de plasma de acoplamiento inductivo.
- Método colorimétrico: peryodato potásico o persulfato amónico

CONCENTRACION ESTABLECIDA POR OTROS PAISES DE LA REGION O GUIAS INTERNACIONALES

La Guía Canadiense de la Calidad del Agua, establece para las aguas destinadas al riego una concentración de 0.2 mg/l para el Manganeso.

La FAO, establece al Manganeso un valor de 0.20 mg/l de concentración máxima en aguas destinadas al riego.

La Ley General de Aguas establece valor límite de 0.5 mg/l , para Aguas de riego de vegetales de Consumo Crudo y bebida de animales, correspondiente a la clase III.

La Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua de Ecuador, esta norma establece un valor de concentración de 0.2 mg/l al Manganeso como límite máximo permisible de concentración en aguas destinadas al uso agrícola.

La Norma para el Control de la Calidad de los cuerpos de agua de Venezuela, establece un valor de 0.2 mg/l como límite máximo de concentración de Manganeso Total, en aguas destinadas al riego de hortalizas, legumbres consumidas en crudo, cereales, y cultivos arbóreos.

El manual de Evaluación y Manejo de Sustancias Toxicas en Aguas Superficiales del CEPIS, establece el mismo valor de la FAO para el manganeso.

El Anteproyecto de Norma de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de Chile, establece un valor al Manganeso de 0.05 mg/l de concentración para aguas destinadas a riego irrestricto

La Norma Técnica Nacional para Agua, de Honduras, establece un valor al Manganeso de 0.5 mg/l de concentración para aguas destinadas al uso agrícola.

ANALISIS O SUSTENTO DE PROPUESTA NACIONAL

Se establece el valor de 0.5 mg/l para el manganeso, valor que establece la Ley General de Aguas en su clase III, correspondiente a aguas para riego de vegetales de Consumo Crudo y bebidas de animales.

En la investigación realizada por la FAO, se establece una concentración de 0,2 de Mn, lo que indica que por lo general es toxico en suelos ácidos desde unas cuantas décimas hasta unos pocos mg/l

2.2.3 Calidad del agua

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le ha brindado menos atención. El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria.

La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución. La evaluación de la calidad del agua es un proceso

de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud (FAO 1993). El análisis de cualquier agua revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos. Los primeros tienen origen natural, los segundos son procedentes de las actividades de producción y consumo humano que originan una serie de desechos que son vertidos a las aguas para su eliminación. La contaminación causada por efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las malas prácticas de uso de la tierra, están reduciendo notablemente la disponibilidad de agua. En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial, que principalmente habita en los países en desarrollo, sufre escasez severa de agua limpia, lo que provoca que haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades relacionadas a la contaminación hídrica (OMS 1999)¹³. Muchas de las actividades humanas contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad. Entre las causas de mayor impacto a la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de mayor importancia, está el aumento y concentración de la población, actividades productivas no adecuadas, presión sobre el uso inadecuado, mal uso de la tierra, la contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas sin tratar, por la carencia de sistemas adecuados de saneamiento, principalmente en las zonas rurales. De igual manera, la contaminación por excretas humanas representa un serio riesgo a la salud pública (OMS 1999). Es de vital importancia, tanto para la salud humana como para el bienestar de la sociedad, contar con un abastecimiento seguro y conveniente, de satisfacción para el consumo humano, y la higiene personal debe ceñirse a normas adecuadas en cuanto a disponibilidad, cantidad, calidad y confiabilidad del abastecimiento. Dado que el agua es un líquido vital para los seres vivos, debe poseer un alto grado de potabilidad que puede resumirse en:

Condiciones físicas: que sea clara, transparente, inodora e insípida.
Condiciones químicas: que disuelva bien el jabón sin formar grumos, que cueza bien las legumbres.
Condiciones biológicas: que esté libre de organismos

patógenos, con alto contenido de oxígeno y una temperatura que no debe sobrepasar más de 5°C a la del ambiente, pH no menor de seis ni mayor de ocho

Los conceptos y tipos de contaminación del agua

Contaminación es la acción y efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica¹⁴. Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua¹⁵. Las categorías de contaminación que impactan a los recursos hídricos se derivan de fuentes puntuales y no puntuales. Éstas afectan y alteran las características naturales de los recursos hídricos, ocasionalmente por actividades naturales, pero en su mayoría el mayor de los impactos es de carácter antropogénico (FAO 1993).

Dependiendo de su origen existen dos tipos de contaminación de las aguas:

Contaminación puntual:

Es aquella que descarga sus aguas en un cauce natural, proviene de una fuente específica, como suele ser un tubo o dique. En este punto el agua puede ser medida, tratada o controlada. Este tipo de contaminación está generalmente asociada a las industrias y las aguas negras municipales.

Contaminación difusa:

Es el tipo de contaminación producida en un área abierta, sin ninguna fuente específica; este tipo de contaminación está generalmente asociada con actividades de uso de tierra tales como, la agricultura, urbanizaciones, pastoreo y prácticas forestales. La contaminación puntual es fácil de eliminar, si se cuenta con los medios para almacenar el agua vertida, contaminada y tratarla.

Generalmente se utilizan tanques de sedimentación, donde se depositan los sedimentos en el fondo y luego se trata con químicos el agua para ser vertida a las aguas naturales. El sedimento luego se utiliza como abono orgánico y se estabiliza en un lugar seguro. En el caso de la contaminación difusa, su control es más difícil debido a su naturaleza intermitente y su mayor cobertura. Entre las fuentes de mayor dificultad de controlar, y que causan mayor impacto, se encuentran las fuentes no puntuales de contaminación, caso de parcelas donde fluye el agua sobre la superficie de la tierra arrastrando nutrientes, fertilizantes, plaguicidas y otros contaminantes aplicados en las actividades agropecuarias y forestales (FAO 1993)¹⁶. Este tipo de contaminación es causado por escorrentías de tierras agropecuarias, silvicultura, y ocupación urbana. No se produce de un lugar específico y único, sino que resulta de la escorrentía, precipitación y percolación, se presenta cuando la tasa a la cuál los materiales contaminantes que entran en el cuerpo de agua, exceden los niveles naturales

Las fuentes puntuales de contaminación se desplazan por la superficie terrestre o penetran en el suelo arrastrado por el agua de lluvia. Estos contaminantes consiguen abrirse paso hasta las aguas subterráneas, tierras húmedas, ríos, lagos, y finalmente hasta los océanos en forma de sedimentos y cargas químicas. La repercusión de estos contaminantes puede ir desde pequeños trastornos hasta graves catástrofes ecológicas sobre peces, aves, mamíferos y salud humana. La característica principal de estas fuentes es que responden a las condiciones hidrológicas¹⁷. Como ejemplo de este tipo de contaminación se pueden mencionar las actividades industriales y la contaminación de origen doméstico como excretas humanas, grasas, y jabones¹⁸

Crterios de calidad de agua

-Principales indicadores físicos, químicos y biológicos de calidad de agua

Los indicadores deberían ser explicados bajo el concepto de sostenibilidad dentro de un proceso lógico, fusionando los aspectos ecológicos, económicos y sociales. Estos se definen ante una situación única y dentro de un escenario específico. Los parámetros de calidad de agua se diferencian según sus orígenes biológicos, químicos y físicos; por causas principalmente de carácter antropocéntricos como el caso del uso de la tierra. Entre ellos se mencionan el pH, turbidez, oxígeno disuelto, nitrato, fosfato, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos totales, coliformes fecales

Cuadro 1. Parámetros físicos y químicos de calidad del agua potable.

Parámetros	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Color verdadero	mg/l (Pt-Co)	1	15
Turbidez	UNT	1	5
Temperatura	°C	18 -30	30
pH	Valor	6,5 - 8,5	8,5
Conductividad	µs/cm	400	500
Sulfatos	mg/l	25	250
Nitratos (NO ₃)	mg/l	25	50
Cloruros	mg/l	25	250
Sólidos totales disueltos	mg/l	NA	1.000

Fuente: INS

2.2.4 Indicadores físicos y químicos del agua

Los parámetros químicos son más relacionados con los agroquímicos, metales pesados y desechos tóxicos. Este tipo de contaminación es más usual en las aguas subterráneas en comparación con las aguas superficiales. Relacionado por la dinámica del flujo de agua, los contaminantes son más persistentes y menos móviles en el agua subterránea, como es el caso de la contaminación con nitratos por su movilidad y estabilidad, por la presencia de asentamientos urbanos o actividades agrícolas aledañas²¹

a) Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más relevantes a la hora de evaluar la calidad del agua. Está asociado a la contaminación orgánica. Su concentración aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad y posee una relación directa con la pendiente y la aireación del cauce. Cuando existen condiciones aeróbicas se produce una mineralización que consume oxígeno y produce gas carbónico, nitratos y fosfatos. Una vez que se consume todo el oxígeno comienza la descomposición anaeróbica que produce metano, amonio, sulfuro de hidrógeno y mercaptanos.

b) Demanda Bioquímica de Oxígeno

Es un parámetro que representa la materia orgánica biodegradable. Es la más usada para determinar la eficiencia de los tratamientos que se aplican a los líquidos residuales. Se da cuando ciertas sustancias presentes en las aguas residuales, al verterse a un curso de agua, captan el oxígeno existente debido a la presencia de sustancias químicas reductoras. Esta es una medida de la estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico o mineral como el hierro, nitritos, amoníaco, sulfuro y cloruros.

c) pH o concentraciones de iones hidrógeno

Es la concentración relativa de los iones hidrógeno en el agua, es la que indica si ésta actuará como un ácido débil, o si se comportará como una solución alcalina. Es una medición valiosa para interpretar los rangos de solubilidad de los componentes químicos. Esta mide la acidez o la alcalinidad del agua. La actividad del ión hidrógeno puede afectar directa o indirectamente la actividad de otros constituyentes presentes en el agua, la medida del pH constituye un parámetro de importancia para la descripción de los sistemas biológicos y químicos de las aguas naturales.

d) Turbidez

Es un estimador simple de los sólidos en suspensión. Se aplica a las aguas que contienen materia en suspensión en tal medida que interfiere con el paso de la luz a través del agua. A mayor penetración de la luz solar en la columna de agua, es menor la cantidad de sólidos o partículas en suspensión en la columna de agua y viceversa. Esto relacionado con el uso del suelo, tipo de suelos, cobertura del suelo, y periodos de muestreos, entre otros.

e) Sólidos totales disueltos

Es una medida de las sales disueltas en una muestra de agua después de la remoción de sólidos suspendidos; también se define como la cantidad de residuos remanentes después que la evaporación del agua ocurre. Es común observarlos en terrenos agrícolas que han sufrido procesos fuertes de escorrentía.

f) Conductividad

La conductividad eléctrica en las aguas naturales se puede correlacionar con la cantidad de sólidos disueltos ya que estos son en su mayoría compuestos iónicos de calcio y magnesio. La presencia de altas concentraciones de estas sales afecta la vida acuática y en el caso del riego afecta a la vida de la planta y a la calidad de los suelos.

**Cuadro N°2.LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	--	aceptable
2. Sabor	--	aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	valor pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mgCl-L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mgSO ₄ -L ⁻¹	500
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniac	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: http://www.digesa.sld.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf

2.3 Definición de términos Básicos

Agua potable o agua para el consumo humano

Se denomina al agua que puede ser consumida sin restricción para beber o preparar alimentos. En la Unión Europea la normativa 98/83/EU establece valores máximos y mínimos para el contenido en minerales y diferentes iones como cloruros, nitratos, nitritos, amonio, calcio, magnesio, fosfato, arsénico, entre otros, además de los gérmenes patógenos. El pH del agua potable debe estar entre 6,5 y 9,5. Los controles sobre el agua potable suelen ser más severos que los controles aplicados sobre las aguas minerales embotelladas.

Agua para consumo humano –

Agua destinada al consumo directo, preparación de alimentos, higiene personal y cualquier otro uso doméstico habitual de los seres humanos

Hierro en agua potable

Dependiendo de las condiciones del medio, el hierro puede encontrarse en el agua, en estado coloidal, peptizado por materia orgánica, formando complejos orgánicos, inorgánicos o en suspensión. En muestras naturales o tratadas, el método de la ortofenantrolina ha alcanzado gran aceptación por su simplicidad, confiabilidad, precisión y exactitud.

Valor máximo permitido (VMP) –

Valor que representa el nivel máximo en concentración de un componente, por encima del cual la muestra de agua se considera no aceptable.

Valor máximo recomendado (VMR) –

Valor de concentración de un componente que se aconseja no superar la mayor parte del tiempo, pero no determina por sí mismo un criterio de aceptabilidad.

CAPÍTULO III

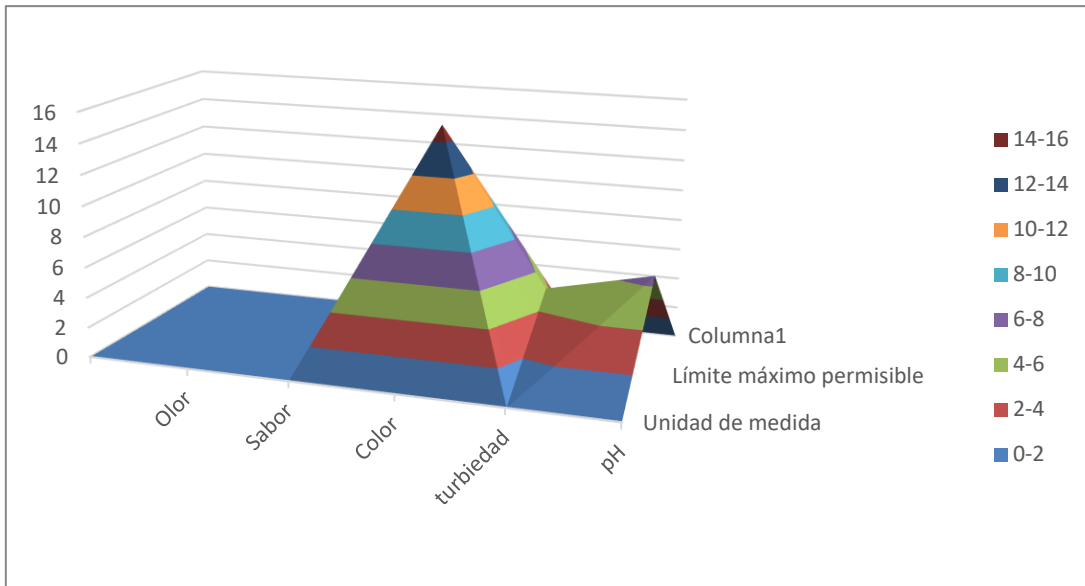
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1 RESULTADOS

Tabla N°1: Calidad Organoléptica

Características físicas	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Olor	-	aceptable
Sabor	-	aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
turbiedad	UNT	5
pH	Valor pH	6.5

Gráfico N°1: Calidad Organoléptica

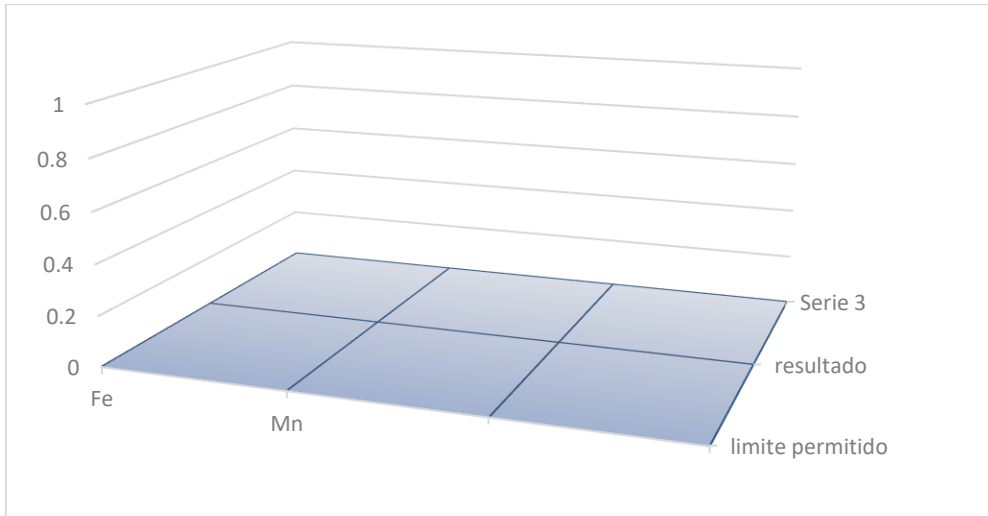


Como se aprecia en el cuadro y gráfico n°1, respecto a los parámetros de calidad organoléptica, se observa que el agua natural tiene un olor y sabor aceptable, respecto al color también es aceptable, no presenta turbiedad y el pH esta en los límites permisibles.

Tabla N°2: Cuadro comparativo-límite permitido

Metal	Indicador nacional	Resultados	Convertido ppm en mg/L
HIERRO	1 mg/l	0.109 ppm	0.109 mg/L
MANGANESO	0.5 mg/l	0.028 ppm	0.028 mg/L

Gráfico N°2: Cuadro comparativo-límite permitido



Como apreciamos en el cuadro y gráfico n°2, respecto a los resultados del análisis del agua natural del triunfo la concentración de Hierro(0.109 mg/L) está dentro de los parámetros nacionales y la concentración de Manganeso está dentro de los límites permisibles (0.028mg/L)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0120-17-LAQ

SOLICITANTE: SILVIA MALATESTA AULESTIA

MUESTRA : AGUA
 FUENTE : POZO
 LUGAR : PUERTO MALDONADO
 REGION : MADRE DE DIOS
 FECHA : 0/13/02/2017

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

Hierro ppm	0.109
Manganeso ppm	0.028

Métodos: Hierro; Método de la Ortofenantrolina a 510nm

Manganeso; Método del Persulfato a 525 nm

Cusco, 22 de Febrero 2017


 Melquiades Herrera Arceles
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO
 DE ANÁLISIS QUÍMICO



3.2 DISCUSIÓN

Respecto a los parámetros de calidad organoléptica, se observa que el agua natural tiene un olor y sabor aceptable, respecto al color también es aceptable, no presenta turbiedad y el pH está en los límites permisibles, quizá por esas razones la población la consume sin tomar en cuenta que sus utensilios y cañerías presentan las clásicas manchas que denotan la presencia de hierro y manganeso, que si preocupa a la panta potable de agua, podríamos decir que el peligro pasa inadvertido; en estudios similares Javier Arturo Arbito Quituisaca (Ecuador-2014), en el estudio Caracterización del agua subterránea para uso en actividades productivas y humanas, en el Cantón Pasaje, en las características químicas del agua de los pozos se determinaron niveles de pH que fluctúan entre 7.28 a 8.27, con una temperatura media de 26.9 °C y la salinidad determinada con cantidades entre 0,17 a 0,39 mS/m. Las características físicas, sin embargo, difieren entre un color cristalino, sabor dulce, olor agradable y temperatura fría al tacto

Respecto a los resultados del análisis del agua natural del triunfo la concentración de Hierro(0.109 mg/L) está ligeramente incrementada respecto a los parámetros nacionales y la concentración de Manganeso está dentro de los límites permisibles (0.028mg/L), caso contrario al encontrado por Eloísa Domínguez Mariani y otros (México-2015), quien determinó que el agua subterránea de la delegación Iztapalapa tiene concentraciones elevadas de Fe²⁺ (0.004 – 0.64 mg/L), Mn²⁺ (0.003 – 0.96 mg/L), en nuestro país Liz Raquel Lazo Corilloclla (Lima-2012), en el estudio Remoción del manganeso para mejorar la calidad de las aguas de consumo humano en la laguna Azulcocha, informa que el agua sobrepasa los valores límites de manganeso (promedio 0.461 mg/L y valor máximo 0.68 mg/L), no siendo apta para el consumo humano, sin previo tratamiento.

Debido al peligro silencioso de contaminación debe ejecutarse una planta hidráulica para la remoción de estas aguas para el consumo humano.

CONCLUSIONES

- El agua natural tiene un olor y sabor aceptable, respecto al color también es aceptable, no presenta turbiedad y el pH esta en los límites permisibles.
- La concentración de Hierro (0.109 mg/L) está dentro de los límites permisibles respecto a los parámetros nacionales y
- La concentración de Manganeseo está dentro de los límites permisibles (0.028mg/L)
- Se rechaza la hipótesis nula porque los estándares de hierro y manganeso están dentro de los parámetros permitidos según los estándares nacionales de calidad del agua.

RECOMENDACIONES

- Concientizar a la población de El Triunfo sobre los peligros de la presencia de estos metales en el agua que consumen.
- Exigir al gobierno regional por medio de las autoridades la construcción pronta de una planta hidráulica de tratamiento de agua potable, porque no existe en la actualidad.
- En colaboración con el MINSA realiza trabajos de prevención de la salud por contaminación de estos metales

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. UNESCO. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), 2003
2. Cruz Camilo; Barba Luz, Duque Amparo; Patiño Paola, Holguin Javier. Propuesta Metodológica Para Los Parámetros Críticos De Calidad Del Agua En Corrientes Superficiales Caso De Estudio Rio Cauca. Universidad Del Valle. CVC-Eidenar. Cali, Colombia. 2004
3. Standard Methods for Examination of water and wastewater. 319. Manganese (Total) Persulfate Method. 15th Edition, 1980.
4. Norma Sanitaria Panamericana OFSANPAN - IALUTZ A 010. Norma Técnica de métodos físicos y químicos para análisis de aguas potables. Oficina Sanitaria Panamericana. Washington, 1968
5. González, J. R., & Enríquez, R. G. Distribución, Concentración y Origen de Hierro y Manganeso en las Aguas Superficiales y Subterráneas de la Cuenca Alta y Media del río Sonora, Noroeste de México. Recuperado el, 15.
6. Gallardo Carpio, Cecilia Haydée. "Determinación de la calidad del agua que abastece a cuatro comunidades del cantón el Almendro del municipio de Jucuarán, Usulután." (2009).
7. Acosta, R. "Estudio de la cuenca altoandina del río Cañete (Perú): distribución altitudinal de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y

caracterización hidroquímica de sus cabeceras cársticas." Memoria de título de Doctor por la Universidad de Barcelona (2009).

8. Corilloclla, Lazo, and Liz Raquel. "Remoción del manganeso para mejorar la calidad de las aguas de consumo humano en la Laguna Azulcocha." (2012).
9. Espejo Reyes, L. T., & Mantilla Villar, J. L. (2013). Análisis fisicoquímicos de las aguas termominerales de Cachicadan, Yanasara, Baños Chimú y Huaranchal en la Libertad, Perú.
10. N.F.GRAY, Calidad de Agua Potable, editorial Acribia, S.A – Zaragoza (España) [H <http://www.abccagro.com/fertilizantes/quelatos.asp>](http://www.abccagro.com/fertilizantes/quelatos.asp)
11. Vásquez Vásquez, Fernando. "Evaluación del índice de calidad del agua en el área de influencia del botadero municipal de Tarapoto sector Yacucatina San Martín-Perú." (2010).
12. Ramírez Flores, Yrene. "Determinación De La Calidad De Agua Del Centro Poblado Chicama, Distrito De Chicama-La Libertad." (2015)
13. Navarro Del Águila, Javier. "Evaluación de la calidad bacteriológica en aguas de pozo en la comunidad de Manacamiri de la Región Loreto." (2014)
14. Organización Mundial de la Salud. 1993. Guías para la calidad del agua potable. Volumen 1: Recomendaciones. (Segunda edición), OMS, Ginebra
15. Ector, L. 1992. Control de la calidad biológica de las aguas superficiales en la red de afluentes de Galicia-costa mediante diatomeas benthicas. En: Calidad del agua en las estaciones de aforo de los ríos de Galicia. Años hidrológicos 1989-90, 1990-91. Fundación Empresa Universidad Gallega (FEUGA). 76-157. Consellería de Ordenación do Territorio e Obras Públicas, Xunta de Galicia (ed.). Santiago de Compostela.

16. Sagardoy, J.A. Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Food & Agriculture Org., 1993 - 385 páginas
17. FAO. 1993a. An overview of pollution of water by agriculture. J.A. Sagardoy. En: Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities, Actas de la Consulta de Expertos de la FAO, Santiago, Chile, 20-23 de octubre de 1992. Water Report 1. FAO, Roma. págs. 19-26.
18. Ongley, E.D. 1994. Global water pollution: challenges and opportunities. Proceedings: Integrated Measures to Overcome Barriers to Minimizing Harmful Fluxes from Land to Water. Publication No. 3, Stockholm Water Symposium, 10-14 de agosto de 1993, Estocolmo, Suecia. págs. 23-30
19. Naciones Unidas. 1992. Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce. Capítulo 18, Programa 21, Informe de la Conferencia de las naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Naciones Unidas, New York
20. Duran, E. (2001). "Comportamiento de los bacteriófagos propuestos como microorganismos modelo frente a diferentes procesos naturales y artificiales en agua". Tesis doctoral. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona. 263. Págs.
21. http://www.digesa.sld.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf (artículo 60)
22. Organización Mundial De La Salud. (1989). "Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura". Serie de informes técnicos 778. Ginebra. 90 págs

23. IPCS, 1999: Manganese and its compounds. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud, Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (Documento internacional conciso sobre evaluación de sustancias químicas n.º 12).
24. Marín Burbano, Lina Maria. Remoción de hierro y manganeso por oxidación con cloro y filtración en grava. Diss. 2014.
25. Ortiz, Alexander Aldemaro Ramírez. "EFICIENCIA DE LA REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO POR MEDIO DE UN PROCESO DE ELECTROCOAGULACIÓN UTILIZANDO UN PROTOTIPO DE CELDA ELECTROQUÍMICA TIPO BATCH."
26. Quituisaca, Arbito, and Javier Arturo. Caracterización del agua subterránea para uso en actividades productivas y humanas en el cantón Pasaje 2014. BS thesis. Machala: Universidad Técnica de Machala, 2015.
27. Avendaño norma. Remoción de Hierro y Manganeso (pp.1-4). Unidad de vigilancia de la salud y el ambiente. México
28. Bracho, M., Callejón, A., Hernández, A. C., & Morales, F. Evaluación de la cinética de precipitación del hierro y manganeso disueltos en agua subterránea utilizando aire o hipoclorito de sodio como oxidante.
29. Domínguez Mariani, E., Vargas Cabrera, C., Martínez Mijangos, F., Gómez Reyes, E., & Monroy Hermosillo, O. (2015). Determinación de los procesos hidrogeoquímicos participantes en la composición del agua de las fuentes de abastecimiento a pobladores de la delegación Iztapalapa, DF, México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 67(2), 299-313.

30. Mosquera I. Isabel; Escobar Rodrigo. Plan De Gestión Ambiental Regional Del Valle Del Cauca 2002-2012 (Pp.30-70) Cali. Colombia.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Título: "DETERMINACIÓN DE HIERRO Y MANGANESO EN EL AGUA SUBTERRÁNEA DE CONSUMO HUMANO, LOCALIDAD EL TRIUNFO, DISTRITO LAS PIEDRAS, MADRE DE DIOS-AÑO 2016"

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES DE ESTUDIO
<p>Problema principal</p> <p>¿Cuál es la concentración de hierro y manganeso, en una muestra de agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, Distrito Las Piedras, Madre de Dios-Año 2016?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar la concentración de hierro y manganeso, en una muestra de agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, Distrito Las Piedras, Madre de Dios-Año 2016</p>	<p>El agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, tiene concentraciones por encima de los límites permitidos de hierro y manganeso según los estándares nacionales de calidad del agua</p>	<p>1- Cc.Hierro 2- Cc. manganeso</p>
<p>Problema secundarios</p> <p>PS.1. ¿Cuál es la concentración de Hierro en una muestra de agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, Distrito Las Piedras, Madre de Dios-Año 2016?</p> <p>PS.2 ¿Cuál es la concentración de manganeso en una muestra de agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, Distrito Las Piedras, Madre de Dios-Año 2016?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>OE.1. Determinar la concentración de Hierro en una muestra de agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, Distrito Las Piedras, Madre de Dios-Año 2016</p> <p>OE.2. Determinar la concentración de manganeso en una muestra de agua subterránea de consumo humano, localidad El Triunfo, Distrito Las Piedras, Madre de Dios-Año 2016</p>		