

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



ELABORACIÓN DE UN SET DE REACTIVOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
ONCE PARÁMETROS FISICO-QUIMICOS EN EL AGUA POTABLE

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:
RONALD VALDEMAR EMMANUEL MOLINA SANTOS
CECILIA ELIZABETH MORALES MOLINA

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUÍMICA Y FARMACIA

OCTUBRE, 2005.

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.



©2004, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA

DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ

SECRETARIA GENERAL

LIC. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS.

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO ARÉVALO.

SECRETARIA INTERINA

LIC. ANA ARELY CACERES MAGAÑA.

COMITE DE TRABAJO DE GRADUACIÓN:

COORDINADORA GENERAL

LIC. MARIA C. ODETTE RAUDA ACEVEDO

ASESORAS DE AREA: CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS
FARMACÉUTICOS, COSMÉTICOS Y VETERINARIOS

LIC. ZENIA IVONNE ARÉVALO DE MARQUEZ

MSc. ROCIO RUANO DE SANDOVAL.

DOCENTE DIRECTOR.

LIC. ARTURO ALFONSO GARCIA MAZZINI

LIC. GUILLERMO ANTONIO CASTILLO

INDICE

	Pag.
Resumen	
Capitulo I	
1.0 Introducción	xviii
Capitulo II	
2.0 Objetivos	21
Capitulo III	
3.0 Marco Teórico	23
3.1. Generalidades del agua.	
3.2 Estructura del agua	24
3.3 Características de las aguas	25
3.4 Clasificación de las aguas según su origen	
3.5 Parámetros de calidad de las aguas.	26
3.5.1 Parámetros físicos.	
3.5.1.1 Sabor y Olor	
3.5.1.2 Color	27
3.5.1.3 Turbidez	
3.5.2 Parámetros químicos	28
3.5.2.1 Dureza:	
3.5.2.2 pH:	29

3.6 Componentes inorgánicos del agua	
3.6.1 Calcio	30
3.6.2 Cianuros	32
3.6.3 Cloruros	34
3.6.4 Cobre	35
3.6.5 Hierro	36
3.6.6 Magnesio	38
3.6.7 Niquel	39
3.6.8 Nitratos	40
3.6.9 Nitritos	41
3.6.10 Plata	43
3.6.11 Sulfatos	

CAPITULO IV

4.0 Diseño Metodológico	46
4.1. Investigación Bibliográfica.	
4.2. Investigación de campo.	
4.2.1. Métodos e instrumentos de recolección de datos.	47
4.2.2. Lugares de trabajo	
4.3. Investigación de Laboratorio:	49
4.3.1. Método de Identificación de Calcio.	
4.3.2. Métodos de Identificación de Cianuros	49
4.3.3. Métodos de Identificación de Cloruros.	50

4.3.4. Métodos de Identificación de Cobre	51
4.3.5. Métodos de Identificación de Hierro	52
4.3.6. Métodos de Identificación de Magnesio	53
4.3.7. Métodos de Identificación de Níquel	54
4.3.8. Métodos de Identificación de Nitratos y Nitritos	55
4.3.9. Métodos de Identificación de Plata	56
4.3.10. Métodos de Identificación de Sulfatos	57
CAPITULO V:	
5.0 Resultados	59
5.0.1 Guía para la identificación de once paramentos físico-químicos	62
5.1 Interpretación de Resultados	68
CAPITULO VI:	
6.0 Conclusiones	72
CAPITULO VII:	
7.0 Recomendaciones	75
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Resumen de los métodos de identificación alternativos de los once parámetros.

Anexo N ° 2 Fotografías donde se realizaron los análisis de las muestras

Anexo N ° 3 Set de campo sugerido

Anexo N ° 4 Set de reactivos comercializados de Hach

Anexo N ° 5 Codificación de reactivos

Anexo N ° 6 Preparación de reactivos para un litro de solución.

Anexo N° 7 Cálculos para la preparación de reactivos específicos.

Anexo N ° 8 Guía para la identificación de once parámetros

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: resumen de métodos seleccionados

Cuadro N°. 2: resumen de métodos seleccionados y resultados obtenidos en las facultades de la ciudad universitaria utilizando el set de reactivos.

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Estructura de la molécula de agua.

Figura N° 2. Fuente de agua

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso le doy gracias por iluminarme y guiarme siempre en mi camino durante toda mi vida.

A mis asesores LIC, ARTURO GARCÍA MAZZINI Y LIC DIGNA PADILLA DE GARCÍA por impulsarnos a tomar el punto de tesis y contar con su apoyo y ser una gran guía para lograr con éxito nuestra tesis.

A LIC. GUILLERMO ANTONIO CASTILLO por darnos la mano, por brindarnos su tiempo y por ser un gran apoyo para finalizar nuestro trabajo.

A nuestro jurado por orientarnos, guiarnos y darnos su apoyo en cada momento.

A mis padres JORGE MORALES Y ROSITA DE MORALES por darme el apoyo, cariño y educación por enseñarme a defenderme en mi vida futura. Gracias por contar siempre con ustedes en todo momento que los necesito y por tenerlos siempre a mi lado. A mis hermanos JORGE, CARLOS Y RICHARD por tenerlos siempre a mi lado y por contar con su apoyo.

A mi sobrinito JORGITO porque es una personita muy importante en mi vida y en mi camino para seguir adelante y por llenar mi vida con su presencia.

A mi amigo y novio RONALD MOLINA por estar a mi lado, darme paciencia, ánimos para terminar nuestra tesis y por la ayuda que me dio.

Gracias a todas las personas que quiero mucho por contar siempre con su cariño y apoyo incondicional.

CECY MORALES

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación esta dedicado a DIOS y a la VIRGEN MARIA por ser los que siempre han iluminado mi camino y darme la dicha por mis conocimientos.

A mis padres JORGE ALBERTO MORALES Y ROSA AMELIA DE MORALES por haberme dado una educación basada en buenos principios, brindarme amor y cariño, paciencia, apoyo en mi carrera y sobre todo darme ánimos para seguir adelante y por estar siempre a mi lado en todo mi camino.

A mis hermanos JORGE MORALES, CARLOS MORALES Y RICARDO MORALES por haber compartido tantos momentos importantes en mi vida y por contar siempre con su apoyo, consejos y cariño brindado.

A mi primer sobrinito JORGITO MORALES ESCOBAR que es muy importante en mi vida ya que me la ha llenado de alegría con su presencia y ser una luz en mi camino.

A mi amigo y novio RONALD MOLINA por brindarme siempre todo su amor, por sus detalles bonitos en cada momento de mi vida y por su apoyo incondicional.

A mis amigos EDUARDO BARRERA Y VERÓNICA CASTILLO ATILIO LUNA, por contar con su apoyo en todo momento y por brindarme siempre su amistad.

Gracias a todos por su apoyo y por ser personas muy importantes en mi vida los quiero mucho.

CECY MORALES

AGRADECIMIENTOS

A DIOS todopoderoso: le doy las gracias por haberme permitido la finalización de esta meta en la vida que es: Mi carrera de químico y farmacéutico.

A nuestros asesores: LIC. ARTURO GARCÍA MAZZINI y LIC. DIGNA PADILLA DE GARCÍA que con mucha paciencia y cariño nos recibió en su casa y supo guiar y encaminar en la perfección de nuestra tesis con el fin de que hiciéramos un buen trabajo. A LIC. GUILLERMO ANTONIO CASTILLO que nos dio la mano e impulso a terminar nuestra tesis y para eso nos brindo todo el tiempo que fuera necesario. También a mis docentes LIC. ODETT RAUDA, LIC. IVONNE DE MARQUÉZ, MSc. ROCÍO SANDOVAL Y LIC. MILAGRO DE FLORES.

A mi Mamá, hermano, sobrino y TODA mi familia porque me estimularon y apoyaron en todo momento para salir adelante gracias mamá ADELITA, RUBÉN AMILCAR MOLINA JR. Y PADRE.

A mi compañera de tesis, amiga y novia que a lo largo de la carrera me dio la mano, consejos para salir adelante, mucho!! amor, cariño y respeto, gracias CHILITA MORALES. A JORGE MORALES, ROSA AMELIA DE MORALES y toda su familia que me abrieron las puertas de su casa.

A mis amigos: JUAN JOSÉ ARDÓN, ATILIO LUNA, GIOVANNI GARCÍA, y todos los que no menciono que me ayudaron de alguna manera, siempre que los necesite para culminar esta meta muchas gracias!!

RONALD MOLINA

DEDICATORIA

Este trabajo es el fruto del apoyo incondicional de muchos seres queridos, con el cual termino una etapa mas en la vida que me hará ver el mundo con más responsabilidad por eso se lo dedico a:

Mi madre ADELITA SANTOS, que a lo largo de la vida me ha dado mucho amor cariño y comprensión, me ha guiado y educado por el buen camino de la vida para que sea un buen hombre o trate de serlo...

Mi Hermano RUBEN AMILCAR MOLINA SANTOS, (Q.D.E.P.)que hoy ya no lo tengo pero que por muchos años fue mi ejemplo y patrón a seguir gracias brother por contar contigo y tus consejos en todos los momentos de mi vida te extraño pero ya descansas al lado papachuz, siempre guardare el buen recuerdo que me dejaste....

A mi mamita CARMENCITA PALACIOS (Q.D.D.G.)por ser tan especial y haberme querido tanto gracias por cuidarme en todo momento abuelita....

A mi sobrino RUBENCITO por que con cada experimento que se te ocurre me doy cuenta que también te gusta la química y lo inteligente que eres te quiero mucho hijo sigue tal como eres disfruta tu mente RAMC

A mi novia CECILIA MORALES por que con su amor y cariño me supo encarrilar en el estudio, y siempre fue y será mi amiga incondicional lo logramos Chilita. Terminamos tu tesis.....

RONALD MOLIINA

ABREVIATURAS/ UNIDADES ⁽¹¹⁾

°C = Grados Centígrados.

D = Densidad.

EDTA = Etilen diamino tetra-ácetico

g = Gramos.

H₂O = Agua.

Kg = Kilogramos.

L = Litros.

mg= Miligramos.

mL = Mililitros.

mm = Milímetros.

M = Molaridad

N = Normalidad

Peq = Peso Equivalente.

ppm = Partes por Millón.

= Número

N°. = Número

% = Porcentaje.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en tres etapas principales las cuales son: Investigación Bibliográfica, Investigación de Campo, e Investigación de Laboratorio. La Investigación Bibliográfica se desarrolló visitando la Biblioteca Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, La Biblioteca de los Laboratorios Máx Bloch dependencia del OPS-MSPAS. La Investigación de Campo se tomo como universo el agua potable de la Universidad de El Salvador y como muestra el agua potable de las diferentes facultades, desarrollando las practicas en los laboratorios de la facultad de Química y Farmacia de la UES. y en los Laboratorios de Control de Calidad del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MISPAS).

En cuanto a la investigación de Laboratorio se identificaron la presencia de los iones: Calcio, Cianuros, Cloruros, Cobre, Hierro, Magnesio, Níquel, Nitratos y Nitritos, Plata y Sulfatos por diferentes métodos.

Además se presenta una guía práctica la cual será de mucha ayuda para las personas que emplearán este set de campo para diferentes análisis de estos parámetros. Se describen una serie de fundamentos teóricos y métodos prácticos de la manera más clara y sencilla para una identificación directa de los once elementos seleccionados ; así como también se presenta la preparación de los reactivos específicos para realizar los métodos de identificación; procurando con ello brindar a docentes y estudiantes una alternativa viable para trabajar en los análisis de agua potable durante el estudio de la carrera.

Brinda, también, una herramienta de trabajo al profesional Químico Farmacéutico y estudiantes en el campo de análisis de agua potable.

Finalmente, se concluye con cuadros que reúnen los métodos alternativos y específicos para cada uno de los elementos; así como el diseño de la viñetas con diferentes colores para facilitar su uso y la codificación de los reactivos utilizados

CAPITULO I

1. O INTRODUCCION

El agua es probablemente el recurso natural más importante del mundo, ya que sin ella no podría existir la vida y la industria no funcionaría. A diferencia de muchas materias primas, el agua no tiene sustituto en la mayoría de las aplicaciones

El agua como fuente fundamental de la vida se encuentra en diferentes preparados alimenticios como medicinales; pero la gran deforestación, urbanización e industrialización que sufren los pueblos han afectado notablemente su disponibilidad, calidad y pureza.

Por sus propiedades como disolvente y su utilización en diversos procesos industriales, el agua por lo general tiene muchas impurezas y contaminantes. Algunas sales minerales se disuelven en ella, separándose en iones cuya presencia puede ser indeseable para los usos habituales.

La identificación de compuestos orgánicos e inorgánicos es un pilar fundamental en la preparación de todo profesional Químico Farmacéutico, y se ha empleado hasta la fecha con fines prácticos , educativos o de enseñanza, y en el camino surgen una serie de obstáculos que retardan el proceso de aprendizaje.

En la actualidad hay métodos prácticos-técnicos de Alkemy, Hach y Merck que son demasiado costosos y en proyectos realizados por comunidades es necesario el empleo de tales equipos, por lo que la presente investigación pretende la elaboración de un set de reactivos que es de bajo costo y fácil uso.

El presente trabajo está enfocado a elaborar un set de reactivos para estudiar los compuestos inorgánicos como: Calcio, Cianuros, Cloruros, Cobre, Hierro, Magnesio, Nitratos, Nitritos, Níquel, Plata y Sulfatos en el agua potable de la Ciudad Universitaria.

CAPITULO II



©2004, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

Elaborar un set de reactivos para identificar once parámetros físico-químicos en el agua potable.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 2.2.1. Recopilar métodos físico-químicos de análisis de identificación de parámetros seleccionados: Calcio, Cianuros, Cloruros, Cobre, Hierro , Magnesio, Nitratos, Nitritos, Níquel, Plata y Sulfatos.
- 2.2.2. Seleccionar los métodos físicos-químicos de más fácil aplicación de los parámetros seleccionados.
- 2.2.3. Realizar análisis de las muestras con los métodos seleccionados.
- 2.2.4. Proponer los métodos físico-químicos más prácticos en base a los resultados obtenidos.
- 2.2.5. Elaborar una guía de procedimientos de los métodos seleccionados.

CAPITULO III

3.0 MARCO TEORICO.

3.1. GENERALIDADES DEL AGUA.⁽²⁾

El agua es un líquido transparente insípido e inodoro que resulta de la combinación de dos moléculas de hidrógeno por una de oxígeno, su fórmula es H_2O , con un punto de congelación de 0° y su punto de ebullición de $100^\circ C$. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de $4^\circ C$ igual a $1g/mL$.⁽²⁾

El agua es uno de los agentes ionizantes más conocidos. Puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en agua, se le conoce frecuentemente como el disolvente universal. El agua se combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de los metales formando ácidos y bases; y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas importantes.⁽¹²⁾

El agua es la única sustancia que existe a temperaturas ordinarias en los tres estados de la materia, o sea, sólido, líquido y gas. Como sólido o hielo se encuentra en los glaciares y los casquetes polares, así como en las superficies de agua en invierno; también en forma de nieve, granizo y escarcha, y en las nubes formadas por cristales de hielo. Existe en estado líquido en las nubes de lluvia formadas por gotas de agua, y en forma de rocío en la vegetación. Además, cubre las tres cuartas partes de la superficie terrestre en forma de pantanos, lagos, ríos, mares y océanos. Como gas, o vapor de agua, existe en forma de niebla, vapor y nubes.⁽¹²⁾

3.2 ESTRUCTURA DEL AGUA

La molécula del agua está formada por dos átomos de hidrógeno unidos a un átomo de oxígeno por medio de dos enlaces covalentes, la disposición tetraédrica de los orbitales sp^3 del oxígeno, determina un ángulo de enlace entre los H-O-H aproximadamente de 104.5° . (ver fig N° 1). Además el oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno por lo que atrae con más fuerza a los electrones de cada enlace.

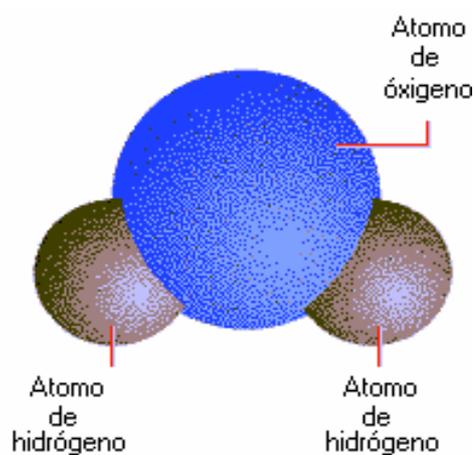


Figura N° 1. Estructura de la molécula de agua.

3.3 CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS

Aunque molecularmente se considera el agua como H₂O, todas las aguas naturales contienen cantidades variables de otras sustancias en concentraciones que fluctúan de unos cuantos miligramos por litro en el agua lluvia a cerca de 35,000 mg/L en agua de mar.

3.4 CLASIFICACION DE LAS AGUAS SEGÚN SU ORIGEN



Figura N°. 2 Fuente de agua

- Agua superficial
- Agua de río.
- Agua de pozo.
- Agua de lagos y lagunas
- Agua de mar.
- Agua de lluvia.
- Agua destilada.
- Agua purificada

Cada una de ellas tiene una forma disuelta, suspendida o coloidal, de diversas sales minerales y gases en cantidades variables dependiendo de donde procedan. El agua tal como existe, pocas veces se puede usar en su forma natural.

Se requiere conocer sus características físicas, químicas, la naturaleza y cantidad de las sustancias disueltas o suspendidas que contengan, para acondicionar el agua al uso particular deseado.

Muchas veces las sustancias que contiene el agua se deben a los yacimientos acuíferos, donde se encuentran ubicados o por los cauces que atraviesan.

3.5 PARAMETROS DE CALIDAD DE LAS AGUAS.

Algunos de estos parámetros se utilizan en el control de los procesos de tratamiento realizando mediciones de forma continua o discreta. Los parámetros se pueden clasificar en cuatro grandes grupos: físicos, químicos, biológicos y radiológicos.⁽¹²⁾

3.5.1 PARAMETROS FISICOS.

3.5.1.1 Sabor y olor:

El sabor y olor del agua son determinaciones organolépticas de determinación subjetiva, para los cuales no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida. Tienen un interés evidente en las aguas destinadas al consumo humano. Las aguas adquieren un sabor salado a partir de los 300ppm de Cl^- ; y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de SO_4^{2-} . El CO_2 libre le da un gusto picante. Trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le confieren un color y sabor desagradables.⁽¹²⁾

3.5.1.2 Color:

El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. No se puede atribuir a ningún constituyente en exclusiva, aunque ciertos colores en aguas naturales son indicativos de la presencia de ciertos contaminantes. El agua pura sólo es azufrada en grandes cantidades.

En general presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos vegetales, que atraviesan o están en los yacimientos como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. La presencia de hierro puede darle color rojizo, y la del manganeso un color negro. El color afecta estéticamente la potabilidad de las aguas, puede representar un potencial colorante de ciertos productos cuando se utiliza como material de proceso y un potencial espumante en su uso en calderas.⁽¹²⁾

3.5.1.3 Turbidez:

La turbidez es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos, que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar, y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso, etc. Además interfiere con la mayoría de procesos a que se pueda destinar el agua.⁽¹²⁾

3.5.2 PARAMETROS QUÍMICOS

3.5.2.1 Dureza:

La dureza debida a la presencia de sales disueltas de calcio y magnesio, mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones. Afecta tanto a las aguas domésticas como a las industriales, siendo la principal fuente de depósitos e incrustaciones en calderas, intercambiadores de calor, tuberías, etc.⁽¹¹⁾

Existen diferentes formas de dureza:

- Dureza total TH: Mide el contenido total de iones Ca^{++} y Mg^{++} . Se puede distinguir entre la dureza da calcio, THCa y la dureza de magnesio, THMg .
- Dureza permanente o no carbonatada: Mide el contenido en iones Ca^{++} y Mg^{++} después de someter el agua a ebullición durante media hora, filtración y recuperación del volumen inicial con agua destilada. El método es de poca exactitud y depende de las condiciones de ebullición.
- Dureza temporal o carbonatada: Mide la dureza asociada a iones CO_3H^- eliminable por ebullición, y es la diferencia entre la dureza total y la permanente.

Si la dureza es inferior a la alcalinidad toda la dureza es carbonatada, pero si la dureza es superior a la alcalinidad hay una parte de dureza no carbonatada, asociada a otros iones. La dureza se puede expresar como meq/L, en ppm de CaCO_3 , la medición puede hacerse por complejometría con EDTA.⁽¹²⁾

3.5.2.2 pH:

El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno, y se define como $\text{pH} = \log (1/[\text{H}^+])$. Es una medida de la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8.

Su medición se realiza fácilmente con un pHmetro bien calibrado, aunque también se puede disponer de papeles especiales que, por coloración, indican el pH. Los valores del pH han de ser referidos a la temperatura de medición, pues varían con ella. El pH se corrige por neutralización.⁽¹²⁾

3.6 COMPONENTES INORGANICOS DEL AGUA

Los materiales tóxicos tanto inorgánico como orgánicos pueden modificar o eliminar los procesos biológicos que se llevan a cabo en el agua natural . Las aguas naturales en sí nunca están libres de organismos. Aún en el agua con desinfección para el suministro público contiene microorganismos. La importancia de éstos en el agua natural se relaciona con los tipos de transformaciones químicas que catalizan. Estas actividades se pueden dividir en dos tipos: aquellas que proporcionan energía utilizable para el organismo (catabolismo) y el otro tipo que en el organismo gasta energía (anabolismo).

Otras reacciones de los microorganismos que producen energía implican la reducción del oxígeno en el agua, la reducción de nitratos a amoníaco y gas nitrógeno, la reducción de sulfatos o sulfuros y la reducción del bióxido de

carbono a metano. Todas estas reacciones pueden ejercer un efecto profundo sobre la calidad de agua, en especial cuando se observa que las especies químicas afectadas también intervienen en muchas otras reacciones químicas. Por ejemplo, el ión sulfuro forma precipitados con muchos metales pesados. La reducción microbiana del sulfato a sulfuro puede ir acompañada por una reducción en el contenido de metales pesados disueltos en el agua natural. Entre los once parámetros físico-químicos presentes en el agua potable tenemos:

3.6.1 CALCIO

Los iones de calcio están presentes en todas las aguas naturales y es un elemento esencial para el hombre, las plantas y los minerales y su privación ocasiona síntomas carenciales.⁽¹²⁾

Un agua de buena calidad tiene un contenido de Ca^{++} desde 30 hasta 100mg/L, presentando problema de sabor arriba de este límite.⁽⁷⁾

Solubilidad:

El ión calcio, Ca^{++} , forma sales desde moderadamente solubles a muy insolubles. Precipita fácilmente como CaCO_3 . Contribuye de forma muy especial a la dureza del agua y a la formación de incrustaciones. Las aguas dulces suelen contener de 10 a 250ppm, o incluso 600ppm. El agua de mar contiene unos 400ppm. La eliminación del calcio se realiza por precipitación e intercambio iónico.⁽¹³⁾

METODOS DE IDENTIFICACION DE CALCIO.

3.6.1.1 Método de Carbonato de Amonio.

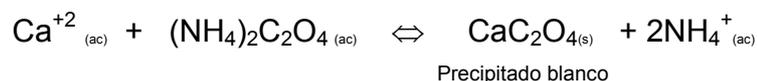
Se forma un precipitado blanco amorfo de carbonato de calcio, CaCO_3 , que se transforma en cristalino por ebullición. El precipitado es soluble en agua que contenga un exceso de anhídrido carbónico, debido a la formación del bicarbonato soluble. Esto también ocurre, con los carbonatos de estroncio y bario.⁽¹³⁾



3.6.1.2 Método con Oxalato de Amonio.

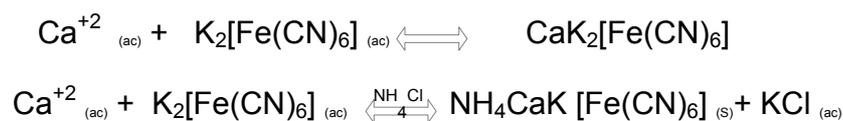
Se produce un precipitado blanco de oxalato de calcio CaC_2O_4 , que se forma con soluciones concentradas y lentamente con soluciones diluidas.

Se facilita la precipitación alcalinizando la solución con amoníaco. El precipitado es prácticamente insoluble en agua y ácido acético.⁽¹³⁾



3.6.1.3 Método de Ferrocianuro de Potasio:

Se agrega un exceso de reactivo de ferrocianuro de potasio se produce un precipitado blanco de ferrocianuro de potasio y calcio, $\text{K}_2\text{Ca}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. La reacción es más sensible en presencia de un exceso de solución de cloruro de amonio; se forma un precipitado blanco de ferrocianuro de potasio, calcio y amonio de composición variable.⁽¹³⁾



Precipitado blanco

3.6.2 CIANUROS

Los cianuros tienen una toxicidad aguda elevada pueden hallarse en ciertos alimentos en particular en algunos países desarrollados y ocasionalmente se detectan en agua de bebida debido sobre todo a contaminación industrial.

Las sales de ácido cianhídrico pueden entrar al agua por medio de desagües de aguas residuales provenientes de fábricas, talleres de templado, empresas galvánicas y químicas, y también a través de pesticidas. El ácido cianhídrico es uno de los venenos que actúan más rápidamente, una dosis de 0.57mg/kg del peso corporal ya puede tener un efecto letal.⁽⁹⁾

Los cianuros son un veneno para el Sistema Nervioso Central, un veneno enzimático y causan parálisis del Sistema Respiratorio. Son fácilmente eliminados de las aguas, en presencia de cloro, se transforma en cianatos.⁽⁹⁾

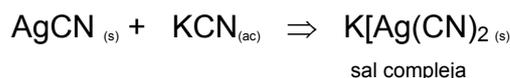
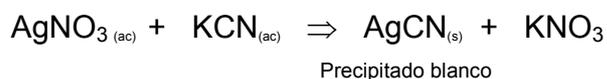
Solubilidad:

Solamente los cianuros de los metales alcalinos y alcalinotérreos son solubles en agua; las soluciones son alcalinas debido a la hidrólisis. El cianuro mercuríco, $\text{Hg}(\text{CN})_2$, es también soluble en agua; pero, prácticamente, no se disocia, y, por lo tanto, no da las reacciones iónicas de los cianuros. Los cianuros de muchos metales pesados se disuelven en soluciones de cianuro de potasio produciendo sales complejas.⁽¹³⁾

METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE CIANUROS:

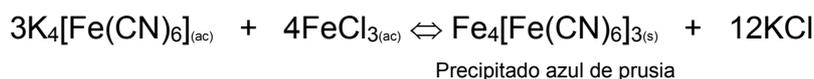
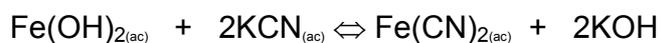
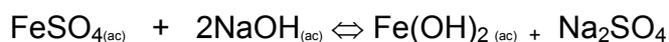
3.6.2.1. Método de Nitrato de Plata.

Se obtiene un precipitado blanco de cianuro de plata, AgCN, fácilmente soluble en exceso de cianuro de potasio, formando la sal compleja argentocianuro de potasio, K[Ag(CN)₂]. El cianuro de plata es soluble en solución de hidróxido de amonio y en la de tiosulfato de sodio; pero es insoluble en ácido nítrico diluido.⁽¹³⁾



3.6.2.2 Método con Formación de Azul de Prusia.

Esta es un reacción sensible y se efectúa alcalinizando fuertemente la solución de cianuro con solución de hidróxido de sodio. Dándose una solución clara que al agregarle una pequeña cantidad de cloruro férrico se produce un precipitado de azul de prusia.



3.6.3 CLORUROS

El cloruro presente en el agua de bebida procede de fuentes naturales. De las aguas residuales y los efluentes industriales de la escorrentía urbana que contiene sales utilizadas para deshelar y de intrusiones salinas.

La principal fuente de exposición humana a este compuesto es la sal agregada a las comidas cuya ingesta es por lo general mucho mayor que la procedente del agua potable. El ión cloruro, Cl^- , forma sales en general muy solubles. Suele ir asociado al ión Na^+ , especialmente en aguas muy salinas. Las aguas dulces contienen entre 10 y 250ppm de cloruros, pero no es raro encontrar valores mucho mayores. Las aguas salobres pueden tener centenares e incluso millares de ppm. El agua de mar contiene alrededor de 20.000ppm.⁽¹²⁾

El contenido de cloruros afecta la potabilidad del agua y su potencial uso agrícola e industrial. A partir de las 300ppm el agua empieza a adquirir un sabor salado. Las aguas con cloruros pueden ser muy corrosivas debido al pequeño tamaño del ión que puede penetrar la capa protectora en la interfase óxido-metal y reaccionar con el hierro estructural.⁽¹²⁾

Solubilidad:

La mayoría de los cloruros son solubles en agua. El cloruro mercurioso, Hg_2Cl_2 , cloruro de plata, AgCl , cloruro de plomo PbCl_2 (que es poco soluble en frío, pero bastante soluble en agua caliente), cloruro cuproso, Cu_2Cl_2 , oxiclорuro de bismuto, BiOCl , oxiclорuro de antimonio, SbOCl y oxiclорuro mercúrico, Hg_2OCl_2 , son insolubles en agua.⁽¹³⁾

METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE CLORUROS:

3.6.3.1 Método con Solución de Nitrato de Plata.

Se obtiene un precipitado blanco de cloruro de plata, AgCl, insoluble en agua y ácido nítrico diluido; pero soluble en solución diluida en amoníaco y en soluciones de tiocianato de potasio y tiosulfato de sodio. El cloruro de plata se reprecipita de la solución amoniacal por adición de ácido nítrico diluido.⁽¹³⁾



Si el precipitado de cloruro de plata se lava con agua destilada y se agita con solución de arseniato de sodio, se convierte en arsenito de plata amarillo y se forma cloruro de sodio. Esto se puede usar como una reacción de confirmación para los cloruros.⁽¹²⁾



3.6.4 COBRE

Las concentraciones de cobre en el agua de bebida son por lo general bajas de solo unos microgramos por litro, pero la existencia de tuberías de cobre puede incrementar considerablemente hasta varios miligramos por litro tras un período de retención de agua en las tuberías. El cobre es un elemento indispensable, la ingesta alimentaria representa por lo común de 1 a 3mg diarios. En los adultos las tasas de absorción dependen de la ingesta diaria por lo que no es probable una sobrecarga. En algunas personas cuando las concentraciones en el agua de bebida es superior a 3mg/L aparece una irritación gástrica aguda.⁽⁷⁾

Solubilidad:

Las sales cúpricas cuando se disuelven en agua, dan soluciones azules o verdes; las sales anhidras son blancas o amarillas. No es atacado por los ácidos clorhídrico y sulfúrico diluidos; pero se ataca fácilmente por los ácidos nítricos diluido y sulfúrico concentrado en caliente⁽¹³⁾

**METODOS DE IDENTIFICACION DE COBRE:****3.6.4.1 Método de Ferrocianuro de Potasio.**

Da un precipitado pardo rojizo de ferrocianuro cúprico, $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, en soluciones neutras o ácidas. Es insoluble en ácidos diluidos, pero se disuelve en solución de hidróxido de amonio dando una solución azul. El precipitado se descompone por soluciones de hidróxidos alcalinos con separación de hidróxido cúprico azul.⁽¹³⁾

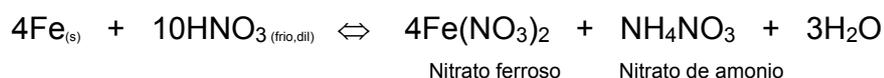
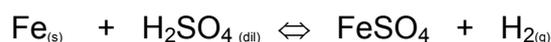
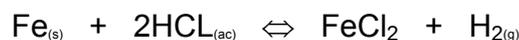
**3.6.5 HIERRO**

En estado natural, el contenido de hierro en aguas subterráneas y superficiales pueden alcanzar valores de 10mg/L o más. Concentraciones de 0.3mg/L o superiores en el agua potable perjudican el sabor y causan coloraciones, turbiedad e incrustaciones. Sin embargo no se conocen daños causados a la salud. El hierro es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre.

Se encuentran en aguas de corrientes naturales en concentraciones que varían de 0.5 a 50mg/L. También puede estar presente en el agua de bebida debido a la utilización de coagulantes de hierro o a corrosión de las tuberías de acero y hierro fundido durante el proceso de distribución.⁽⁹⁾ El Ion hierro se puede presentar como iòn ferroso, Fe^{++} , o en forma más oxidada de iòn fèrrico, Fe^{+3} . La estabilidad de las diferentes formas químicas dependen del pH, condiciones oxidantes o reductoras del medio, composición de la solución, presencia de materias orgánicas acomplejantes, etc. La concentración suele estar entre 0 y 10ppm de Fe^{++} , pero al airear el agua precipita $Fe(OH)_3$, de color pardo-rojizo, y el contenido en iòn disuelto se reduce a menos de 0.5ppm. ⁽¹²⁾

Solubilidad:

El hierro se disuelve en ácido clorhídrico diluido o concentrado y en ácido sulfúrico diluido con desprendimiento de hidrógeno y formación de sal ferrosa; con ácido sulfúrico concentrado y caliente se produce dióxido de azufre y sulfato fèrrico. Con ácido nítrico diluido en frío se obtienen los nitratos ferrosos y de amonio, mientras que con ácido más concentrado se produce la sal fèrrica y el óxido nitroso u óxido nítrico.⁽¹³⁾

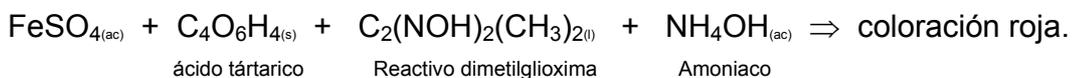


METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE HIERRO:

3.6.5.1 Método con Dimetilglioxima.

En solución amoniacal forma dimetilglioxima ferrosa soluble, de color rojo; las sales férricas no dan coloración; pero interfieren el níquel, cobalto y grandes cantidades de cobre, por lo que deben de estar ausentes.

La reacción puede efectuarse en presencia de cianuro de potasio en la cual se disuelve el níquel dimetilglioxima. Se mezcla una gota de la solución en análisis con un pequeño cristal de ácido tartárico; se introduce una gota del reactivo y luego dos gotas de solución de amoníaco. Aparece una coloración roja. La coloración se aclara con el tiempo debido a la oxidación del complejo ferroso.⁽¹³⁾



3.6.6 MAGNESIO

El ión magnesio, Mg^{++} , tiene propiedades muy similares a las del ión calcio, pero sus sales son, en general, más solubles y difíciles de precipitar; por el contra, su hidróxido, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, es menos soluble. Las aguas dulces suelen contener entre 1 y 100ppm, y el agua de mar contiene unos 1300ppm. Cuando el contenido en agua alcanza varios centenares le da un sabor amargo y propiedades laxantes, que pueden afectar su potabilidad. Contribuye a la dureza del agua y a un pH alcalino puede formar incrustaciones de hidróxido.⁽¹²⁾

Solubilidad:

Reacciona lentamente con agua a temperatura ordinaria, y rápidamente a 100°C. Se disuelve fácilmente en ácidos liberando hidrógeno, las sales provienen del óxido, MgO.⁽¹³⁾

METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE MAGNESIO:**3.6.6.1 Método con Amarillo de Titán (Clayton o Amarillo de Tiazol).**

El amarillo de Titán también conocido como Amarillo de Clayton o Amarillo de Tiazol es un colorante amarillo, soluble en agua.

Es absorbido por el hidróxido de magnesio, produciendo una coloración o un precipitado rojo intenso. El bario y el calcio no reaccionan pero identifican el color rojo.⁽¹³⁾

**3.6.7 NIQUEL**

El níquel metálico tiene brillo metálico blanco y es más fuerte y resistente a las influencias atmosféricas que el hierro.

Se emplea en la industria de la química orgánica como catalizador para hidrogenaciones.

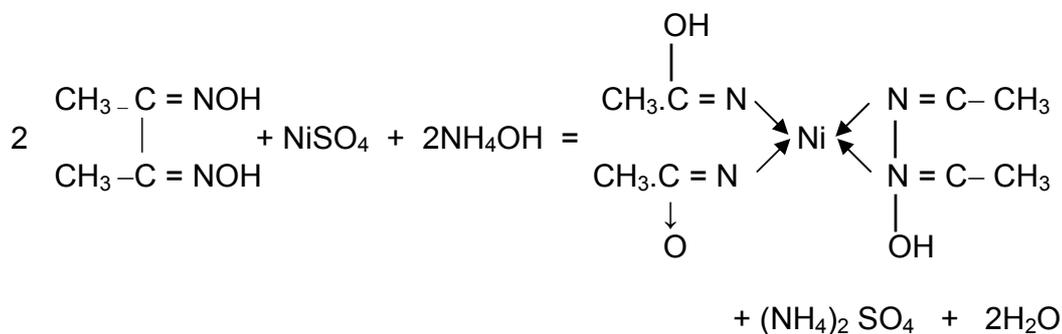
La adición de algún porcentaje de níquel al acero se aumenta fuertemente su dureza y tenacidad.⁽¹³⁾

Solubilidad:

Los ácidos clorhídrico o sulfúrico diluidos o concentrados lo atacan lentamente; el ácido nítrico diluido lo disuelve fácilmente; pero si es concentrado motiva su pasividad.⁽¹³⁾

METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE NIQUEL:**3.6.7.1 Método de Tschugaestt.**

Se obtiene un precipitado rojo de níquel dimetilglioxima en soluciones débilmente alcalinizadas con solución de hidróxido de amonio o que contienen acetato de sodio; la precipitación se acelera por ebullición; especialmente en solución diluída.⁽¹³⁾

**3.6.8 NITRATOS**

En las aguas superficiales y subterráneas. Las concentraciones de nitratos naturales ascienden generalmente a unos pocos mg/L. El ión nitrato, NO_3^- , forma sales muy solubles y bastante estables, aunque en medio reductor puede pasar a nitrito, nitrógeno o amoníaco. Las aguas normales contienen menos de

10ppm, y el agua de mar hasta 1ppm, pero las aguas contaminadas, principalmente por fertilizantes, pueden llegar a varios centenares de ppm.⁽¹²⁾

Una elevada cantidad de nitratos en el agua potable puede causar metahemoglobinemia infantil. Se recuerda que el hierro de la hemoglobina de la sangre esta en estado ferroso y es esencial para su función de transporte de oxígeno. La presencia de nitratos causa oxidación del hierro al estado férrico y produce meta hemoglobina, que no tiene capacidad de transportar O₂ y, por tanto, en concentraciones elevada, da lugar a cianosis. Cuando en un agua subterránea se encuentran solo nitratos y no nitritos ni amoniaco, significa que los estratos superficiales del terreno han sido contaminados desde hace tiempo y que en éstos hay mineralización de sustancias orgánicas⁽⁶⁾.

Solubilidad:

Todos los nitratos son solubles en agua. Los nitratos de mercurio y bismuto dan sales básicas con agua, solubles en ácido clorhídrico 2N.⁽¹³⁾

METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE NITRATOS:

3.6.8.1 Método de reducción a Nitrito.

Los nitratos se reducen a nitritos mediante cinc metálico y solución de ácido acético; el nitrito se puede reconocer fácilmente por medio del ácido sulfanílico y de la α -naftilamina.⁽¹³⁾

3.6.9 NITRITOS

La presencia de los nitritos puede resultar de la oxidación del amoníaco o puede provenir de descargas industriales. Nitritos en las aguas superficiales, si se puede excluir la contaminación industrial, indican una contaminación reciente de origen humano o animal. Normalmente es difícil encontrar los nitritos en aguas profundas. Las sustancias oxidantes, como el cloro, transforman los nitritos en nitratos, que representan la fase sucesiva de oxidación.⁽⁶⁾

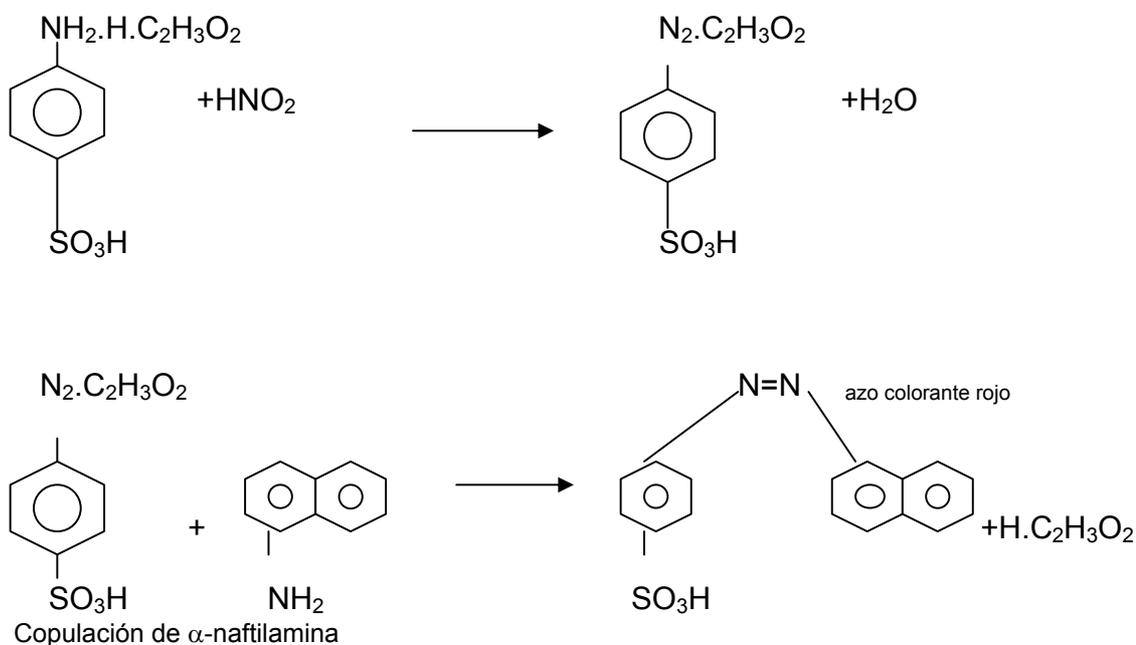
Solubilidad:

El AgNO_2 es escasamente soluble en agua. Todos los demás nitritos son solubles en agua.⁽¹³⁾

MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE NITRITOS:

3.6.9.1 Método de Acido Sulfanílico y α -naftilamina.

Esta reacción se basa en la diazotación del ácido sulfanílico por el ácido nitroso y su copulación con la α -naftilamina para formar un azo colorante rojo.⁽¹³⁾



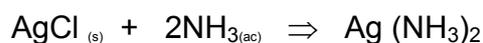
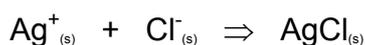
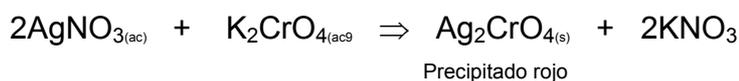
3.6.10 PLATA

La plata esta presente en la naturaleza en forma sobre todo de sulfuros, algunas sales y óxidos muy insolubles y estables. A veces se encuentran en aguas subterráneas y superficiales y en agua de bebida. En concentraciones superiores a 5µg/litro cuando se utiliza plata para la desinfección puede alcanzarse concentraciones de más de 50mg/L. La ingesta diaria es de 7µ/litro por persona, sólo se absorbe un pequeño porcentaje de la plata ingerida. Las tasas de retención de los seres humanos oscila entre el 0 y el 10%.⁽⁹⁾

METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE PLATA

3.6.10.1 Método de Cromato de Potasio

Se obtiene un precipitado rojo de cromato de plata, Ag_2CrO_4 , insoluble en ácido acético diluido, soluble en ácido nítrico y en amoniaco.⁽¹³⁾



3.6.11 SULFATOS

Estos se encuentran en aguas subterráneas dependiendo de la naturaleza del terreno que atraviesan. Pueden provenir también de sustancias orgánicas y, específicamente, de las proteínas que contienen azufre ⁽⁷⁾

El ión sulfato corresponde a sales de moderadamente solubles a muy solubles. Las aguas dulces contienen de 2 a 150ppm, y el agua de mar cerca de 3000ppm. Aunque en agua pura se satura a unos 1500ppm, como CaSO_4 , la presencia de otras sales aumenta su solubilidad.⁽¹²⁾

Solubilidad:

Sulfatos de bario estroncio y plomo son prácticamente insolubles en agua.

Los de calcio, mercurio y mercurioso son escasamente solubles.

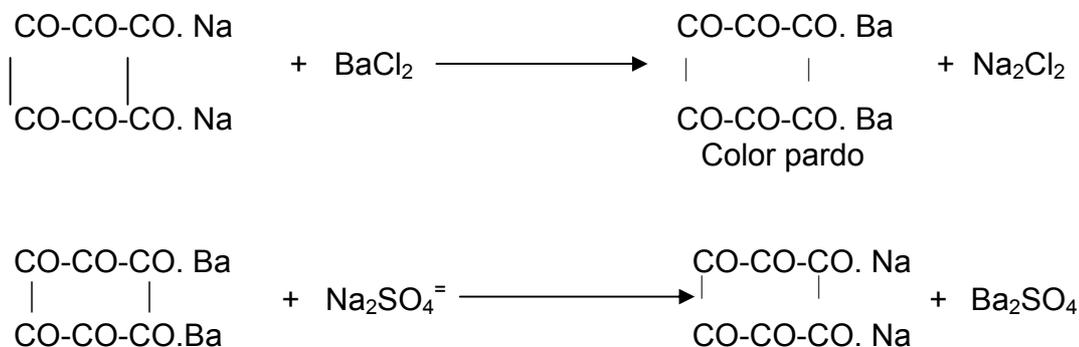
La mayoría de los demás sulfatos son solubles.

Algunos sulfatos básicos, como los de mercurio, bismuto y cromo son también insolubles en agua pero solubles en HCl o HNO_3 diluido.⁽¹³⁾

METODOS IDENTIFICACIÓN DE SULFATOS

3.6.11.1 Método con Rodizonato de Sodio.

Las sales de bario producen un precipitado pardo rojizo con rodinozato de sodio. Los sulfatos y el ácido sulfúrico producen una decoloración inmediata a causa de la formación de sulfato de bario insoluble. Reacción específica para sulfatos.⁽¹³⁾



CAPITULO IV

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

En el presente trabajo se han seleccionado aquellos métodos directos utilizados con mayor frecuencia en los laboratorios de carácter analítico, para la identificación de once parámetros físico-químicos los cuales son: Calcio, Cianuros, Cloruros, Cobre, Hierro, Magnesio, Níquel, Nitratos, Nitritos, Plata y Sulfatos presentes en el agua para el consumo humano y proporcionar toda la información necesaria para cada uno de los compuestos que contaminan el agua. Se divide en:

4.1. Investigación Bibliográfica.

Durante esta etapa se harán visitas a determinadas instituciones, con el fin de hacer las recopilaciones bibliográficas referidas al tema tales como:

- Biblioteca Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de Laboratorios Max Bloch de Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

4.2. Investigación de campo.

Tipo de estudio: Experimental

Universo: El agua potable de la Ciudad Universitaria.

Muestra: El agua de las diferentes Facultades de la Universidad de El Salvador para comprobar la efectividad del set de reactivos.

4.2.1. Métodos e instrumentos de recolección de datos.

La recolección de las muestras de aguas se realizaron en los diferentes puntos de la Ciudad Universitaria, las cuales se tomaron en el momento del análisis en frascos de plástico limpio, de un galón de capacidad. En el servicio de agua corriente, se abre el grifo y se deja correr el agua por 5 minutos, se llena un tercio del frasco con agua que se examinará, se agita bien y se bota esta agua; se vuelve a llenar siempre hasta un tercio de su capacidad., y se agita otra vez botando el agua; por tercera vez se llena casi completamente, se tapa, se rotula y posteriormente se lleva al laboratorio para realizar los análisis físico-químicos y la identificación de los once parámetros presentes en el agua para el consumo humano.

4.2.2. Lugares de trabajo

Se realizaron en los Laboratorios de Química Analítica de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador y en los Laboratorios Max Bloch del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

4.3. INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO:

4.3.1. METODO DE IDENTIFICACIÓN DE CALCIO.

Método con Oxalato de Amonio.⁽¹³⁾

Equipo y Material:

- Gotero
- Vidrio de reloj

Reactivos:

- Reactivo # 20.
- .

Procedimiento:

- a) Colocar una gota de la solución a analizar sobre un vidrio de reloj colocado sobre un fondo negro.
- b) Agregar de 1 a 2 gotas del reactivo # 20.
- c) La presencia de calcio se revela por la formación sobre la superficie del líquido y luego de un precipitado blanco y denso.

4.3.2. METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE CIANUROS

Método con Formación de Azul de Prusia.⁽¹³⁾

Equipo y Material:

- Agitador de vidrio	Reactivos:
- Cerillos	- Reactivo # 4.- Reactivo # 13.-
- Mechero de alcohol.	Reactivo # 18.- Reactivo # 24.
- Tubos de ensayo	Reactivo # 16

Procedimiento:

- a) Colocar en un tubo de ensayo pequeño, 5ml de la muestra a analizar.
- b) Alcalinizar fuertemente la muestra con solución de reactivo # 18.
- c) Agregar 2ml de solución de reactivo # 24 recién preparada.
- d) Calentar la muestra a ebullición dando formación de reactivo # 16.
- e) Luego acidificar la mezcla con reactivo # 4 (para neutralizar el exceso de álcali)
- f) Se obtiene una solución limpia y clara.
- g) Luego agregar 5 gotas de reactivo # 13.
- h) Se formará una solución de color azul profundo: formando azul de prusia.

4.3.3. METODOS DE IDENTIFICACION DE CLORUROS.

Método de Nitrato de Plata.⁽¹³⁾

Equipo y Material:

- Agitador de vidrio
- Embudo
- Goteros
- papel filtro 1 ó 99 mm
- Tubos de ensayo

Reactivos:

- Reactivo # 12.
- Reactivo # 6.
- Reactivo # 19.

Procedimiento:

- a) Colocar en un tubo de ensayo 5ml de la muestra a analizar.
- b) Adicionar 2-3 gotas de reactivo # 19 dentro del tubo.
- c) Posteriormente agitar el tubo si se da la formación de un precipitado blanco o una ligera turbidez, indica que hay presencia de cloruros.
- d) Para confirmar la presencia de cloruros, agregar reactivo # 12 y si el precipitado o turbidez desaparece. Luego a este agregar unas gotas de reactivo # 6, y si reaparece el precipitado blanco confirma la presencia de cloro en la muestra

4.3.4. METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE COBRE

Método de Ferrocianuro de Potasio.⁽¹³⁾

Equipo y Material:

- Agitador de vidrio
- Embudo
- Papel filtro
- Tubos de ensayo

Reactivos:

- Reactivo # 16.

Procedimiento:

- a) Colocar en un tubo de ensayo 5ml de la muestra a analizar.
- b) Agregar 3-4 gotas de reactivo # 16.
- c) Agitar dándose la formación de un precipitado pardo rojizo debido a la presencia de cobre en el agua.

Nota: Dicho precipitado es insoluble en ácidos diluidos, concentrado dando color azul.

4.3.5. METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE HIERRO

Método con Dimetilglioxima.⁽¹³⁾

Equipo y Material:

- Goteros
- Micro espátulas
- Tubos de ensayo

Reactivos:

- Reactivo # 8
- Reactivo # 15.
- Reactivo # 12.

Procedimiento:

- a) Colocar 2ml de la solución a analizar.
- b) Agregar unos cristales de reactivo # 8.
- c) Agregar 2 gotas de reactivo de reactivo # 15 y 3 gotas de reactivo # 12.
- d) Se formará una coloración roja, la cual se desaparece al oxidarse el hierro II a hierro III.

4.3.6. METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE MAGNESIO

Método con Amarillo de Titán (Clayton o Amarillo de Tiazol).⁽¹³⁾

Equipo y Material:

- Gotero
- Placa de toque

Reactivos:

- Reactivo # 10.
- Reactivo # 17.

Procedimiento:

- a) Colocar 1-2 gotas de la solución a analizar sobre la placa de toque de color blanco.
- b) Agregar 1 gota del reactivo # 10 y 1 gota de reactivo # 17.
- c) Se producirá una coloración o precipitado rojo.

4.3.7. METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE NIQUEL

Método de Tschugaestt.⁽¹³⁾

Equipo y Material:

- Gotero
- Placa de toque

Reactivos:

- Reactivo # 11
- Reactivo # 15.

Procedimiento:

- a) Colocar una gota de la solución a analizar en una placa de toque.
- b) Adicionar una gota de la solución de reactivo # 15.
- c) Agregar una gota de la solución diluida de reactivo # 11.
- d) Hay formación de un precipitado o mancha de coloración roja.

4.3.8. METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE NITRATOS Y NITRITOS

Método de reducción de nitrato a Nitrito.⁽¹³⁾

El procedimiento es igual al de nitritos, pero al final se agregan unos miligramos de polvo de cinc. Se produce una coloración roja.

Equipo y Material:

- Gotero
- Placa de toque

Reactivos:

- Reactivo # 5.
- Reactivo # 1.
- Reactivo # 25.

Procedimiento:

- a). Colocar 5 gotas del liquido a analizar en un tubo de ensayo.
- b) Agregar reactivo # 5 para acidular.
- c) Agregar una pequeña cantidad de reactivo # 25 y 5 gotas de reactivo #1.
- d) Colocar una gota de la solución anterior. Acidular con reactivo # 2 sobre una placa de toque.
- e) Adicionar una gota de reactivo # 7 y # 9.
- f) Se formara una coloración roja.

4.3.9. METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE PLATA

Método de Cromato de Potasio.⁽¹³⁾

Equipo y Material:

- Agitador de vidrio
- Placa de toque

Reactivos:

- Reactivo # 23.
- Reactivo # 22.

Procedimiento:

- a) Colocar 1 gota de muestra a analizar en una placa de toque.
- b) Agregar 1 gota de solución de reactivo # 22 y agitar (para que precipiten los iones de mercurio y plomo)
- c) Agregar 1 gota de reactivo # 23.
- d) Se formara un precipitado de color rojo.

NOTA: Se puede hacer empleando una placa y colocando en ella la gota límpida, la cual producirá un precipitado como cromato de plata color rojo.

4.3.10. METODOS DE IDENTIFICACIÓN DE SULFATOS

Método con Rodizonato de Sodio.⁽¹³⁾

Equipo y Material:

- Goteros

- Placa de toque

- Papel pH

Reactivos:

- Reactivo # 21

Procedimiento:

- a) Tomar 1 ml de la solución a analizar que este levemente ácida
- b) Colocar una gota de la muestra en análisis en un placa de toque.
- c) Agregar 1 gota de reactivo # 21 (recién preparada)
- d) Se dará la formación de una coloración rojizo.

Nota: El reactivo # 21 no se conserva bien por lo que se debe prepararse en pequeñas cantidades y al momento de uso.

CAPITULO V

5.0 RESULTADOS

Aquí se presentan los elementos estudiados, los métodos realizados para su identificación y los resultados obtenidos.

CUADRO N° 1: RESUMEN DE METODOS SELECCIONADOS

COMPUESTOS INORGÁNICOS	METODOS	RESULTADO
Calcio	Oxalato de Amonio	Precipitado blanco
Cianuros	Formación de Azul de Prusia	Precipitado azul
Cloruros	Nitrato de Plata	Precipitado blanco
Cobre	Ferrocianuro de Potasio	Precipitado pardo rojizo
Hierro	Dimetilglioxima	Coloración roja
Magnesio	Amarillo de Titán	Coloración o precipitado rojo
Níquel	Tschugaett	Coloración o precipitado rojo
Nitratos y Nitritos	Ácido Sulfanilico y α -naftilamina	Coloración rojo
Plata	Cromato de Potasio	Formación de un anillo rojo
Sulfatos	Rodizonato de Sodio	Coloración pardo rojizo

A continuación se presentan las diferentes facultades de la Universidad de El Salvador donde hay presencia de los once parámetros seleccionados en el agua potable.

**CUADRO N°. 2: DETERMINACIÓN DE LOS ONCE PARÁMETROS EN AGUA POTABLE DE LAS
DIFERENTES FACULTADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR UTILIZANDO
EL SET DE CAMPO PROPUESTO**

IONES FACULTAD	CALCIO	CIANUROS	CLORUROS	COBRE	HIERRO	MAGNESIO	NIQUEL	NITRATOS Y NITRITOS	PLATA	SULFATOS
AGRONOMIA	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-
DERECHO	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-
INGENIERIA	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
MEDICINA	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
ODONTOLOGÍA	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
CC. Y HH.	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
QUÍMICA Y FARMACIA	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-

(+ = POSITIVO; - = NEGATIVO)

GUIA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ONCE PARAMENTROS
FISICO-QUÍMICOS EN EL AGUA POTABLE

CODIFICACIÓN DE COLORES

Se detallan los diferentes colores para cada uno de los once parámetros

	Calcio
	Cianuros
	Cloruros
	Cobre
	Hierro
	Magnesio
	Níquel
	Nitratos
	Plata
	Sulfatos

Se detalla a continuación el diseño de la guía de procedimientos para la identificación de los diferentes colores de viñetas y iones, donde se han seleccionado distintos colores para cada ion, estos colores coinciden con el color de viñeta que se presentan en el frente del set de campo, esto se ha hecho para facilitar su manejo, así mismo que lo pueda utilizar cualquier persona, que este realizando un análisis

 **PRUEBAS DE IDENTIFICACIÓN DE CALCIO**

Equipo y Material	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gotero ✓ Vidrio de reloj 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 20

 **PRUEBAS DE IDENTIFICACIÓN DE CALCIO**

Procedimiento:
Colocar una gota de la solución a analizar sobre un vidrio de reloj colocado sobre un fondo negro.
Agregar de 1 a 2 gotas del reactivo # 20

Resultado:
La presencia de calcio se revela por la formación sobre la superficie del líquido y luego de un precipitado blanco y denso.

 **IDENTIFICACIÓN DE LOS CIANUROS**

Equipo y Material	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agitador de vidrio ✓ Mechero de alcohol ✓ cerillos ✓ Tubos de ensayo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 4 ✓ 13 ✓ 16 ✓ 18 ✓ 24

 **IDENTIFICACIÓN DE LOS CIANUROS**

Procedimiento:
Colocar en un tubo de ensayo pequeño, 5ml de la muestra a analizar.
Alcalinizar fuertemente la muestra con solución de el reactivo # 18
Agregar 2ml de solución de el reactivo # 24 recién preparada.
Calentar la muestra a ebullición dando formación de el reactivo # 16 .
Luego acidificar la mezcla con el reactivo # 4 (para neutralizar el exceso de álcali)

Resultado:
Se obtiene una solución limpia y clara.
Luego agregar 5 gotas de el reactivo # 13.
Se formará una solución de color azul profundo: formando azul de prusia



IDENTIFICACION DE LOS CLORUROS

Equipo y Material	Reactivos:
✓ Agitador de vidrio	✓ 6
✓ Agua Destilada	✓ 12
✓ Embudo	✓ 19
✓ Goteros	
✓ papel filtro 1 ó 99 mm	
✓ Tubos de ensayo	



IDENTIFICACION DE LOS CLORUROS

Procedimiento:

a) Colocar en un tubo de ensayo 5ml de la muestra a analizar.

b) Adicionar 2-3 gotas de el reactivo # 19 dentro del tubo.

Resultado:

c) Posteriormente agitar el tubo si se da la formación de un precipitado blanco o una ligera turbidez, indica que hay presencia de cloruros. Para confirmar la presencia de cloruros, agregar el reactivo # 12 y si el precipitado o turbidez desaparece. Luego a este agregar unas gotas de el reactivo # 6, y si reaparece el precipitado blanco confirma la presencia de cloro en la muestra



IDENTIFICACIÓN DE COBRE

Equipo y Material	Reactivos
✓ Agitador de vidrio	✓ 16
✓ Embudo	
✓ Papel filtro	
✓ Tubos de ensayo	



IDENTIFICACIÓN DE COBRE

Procedimiento:

Colocar en un tubo de ensayo 5ml de la muestra a analizar.

Agregar 3-4 gotas de el reactivo # 16

Resultado:

Agitar dándose la formación de un precipitado pardo rojizo debido a la presencia de cobre en el agua.

Nota: Dicho precipitado es insoluble en ácidos diluidos, concentrado dando color azul.



IDENTIFICACIÓN DE HIERRO

Equipo y Material:	Reactivos
✓ Goteros	✓ 8
✓ Micro espátulas	✓ 12
✓ Tubos de ensayo	✓ 15



IDENTIFICACIÓN DE HIERRO

Procedimiento

Colocar 2ml de la solución a analizar.
 Agregar unos cristales de el reactivo # 8.
 Agregar 2 gotas de reactivo de el reactivo # 15 y
 3 gotas de el reactivo # 12.

Resultado

Se formará una coloración roja, la cual se
 desaparece al oxidarse el hierro.



IDENTIFICACIÓN DE MAGNESIO

Equipo y Material	Reactivos
✓ Gotero	✓ 10
✓ Placa de toque	✓ 17



IDENTIFICACIÓN DE MAGNESIO

Procedimiento:

Colocar 1-2 gotas de la solución a analizar
 sobre la placa de toque de color blanco.
 Agregar 1 gota del reactivo #10 y 1 gota de el
 reactivo # 17

Resultado:

Se producirá una coloración o precipitado
 rojo.



IDENTIFICACIÓN DE NIQUEL

Equipo y Material	Reactivos:
✓ Goteros	✓ 11
✓ Placa de toque	✓ 14



IDENTIFICACIÓN DE NIQUEL

Procedimiento:

- Colocar una gota de la solución a analizar en una placa de toque.
- Adicionar una gota de la solución de el reactivo # 14.
- Agregar una gota de la solución diluida de el reactivo # 11
- Hay formación de un precipitado o mancha de coloración roja



IDENTIFICACIÓN DE NITRATOS

Reacción de reducción a Nitrito.

- El procedimiento es igual al de nitritos, pero al final se agregan unos miligramos de polvo de cinc. Se produce una coloración roja.

Equipo y Material	Reactivos:
✓ Goteros	✓ 1
✓ Placa de toque	✓ 2
	✓ 5
	✓ 7
	✓ 9



IDENTIFICACIÓN DE NITRATOS

Procedimiento:

- a). Colocar 5 gotas del liquido a analizar en un tubo de ensayo.
- b) Agregar el reactivo # 5 para acidular.
- c) Agregar una pequeña cantidad de el reactivo # 25 y 5 gotas de el reactivo # 1.
- El NO₃- se convierte a NO₂- y se realiza el siguiente procedimiento:
- Colocar un gota de la solución a analizar. Acidular con el reactivo # 2 sobre una placa de toque.
- Adicionar 1 gota de el reactivo # 7 y 1 gota de el reactivo # 9 Se formara una coloración roja



IDENTIFICACIÓN DE PLATA

Equipo y Material	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agitador de vidrio ✓ - Vidrio de reloj o placa de porcelana 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 22 ✓ 23



IDENTIFICACIÓN DE PLATA

Procedimiento:

- Colocar 1 gota de muestra a analizar en una placa de toque.
- Agregar 1 gota de el reactivo # 22 y agitar (para que precipiten los iones de mercurio y plomo)
- Agregar 1 gota de reactivo # 23
- Se formara un precipitado o un anillo



IDENTIFICACIÓN DE SULFATOS

Equipo y Material	Reactivos:
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Goteros ✓ Placa de toque ✓ Papel pH 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 21



IDENTIFICACIÓN DE SULFATOS

Procedimiento:

1. Tomar 1 ml de la solución a analizar que este levemente ácida
2. Colocar una gota de la muestra en análisis en un placa de toque.
3. Agregar 1 gota de el reactivo # 21 (recién preparada)

Resultado:

Se dará la formación de una coloración rojizo.

5.1 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

-En la prueba de identificación del calcio con el método de Oxalato de Amonio al agregarle el reactivo # 20 nos dio la formación de un precipitado blanco denso, lo cual nos confirma la presencia de calcio en el agua potable

-En la prueba de identificación de cianuros la muestra se alcaliniza con el reactivo # 18, agregando el reactivo # 24, luego se acidifica con el reactivo # 4, obteniendo una solución limpia y clara que al adicionarle unas gotas del reactivo # 13 nos da la formación de una coloración azul..

-Los cloruros se identificaron con el método de Nitrato de Plata que al agregar el reactivo # 19 se da la formación de una precipitado blanco, el cual es insoluble en agua y ácido nítrico diluido.

-Al realizar la identificación del ion cobre con el método de ferrocianuro de potasio con el reactivo #16 inmediatamente se da la formación de un precipitado pardo rojizo la cual confirma la presencia de cobre.

-En la identificación del hierro es necesario agregar una mínima cantidad de reactivo 8, al agregar reactivo # 14 y reactivo # 11 se dio la formación de la coloración roja inestable ya que esta desaparece a los pocos minutos debido a la oxidación del hierro.

-La prueba de magnesio se identificó con el reactivo # 10 en medio básico produciendo la formación de un precipitado color rojo esto se realizó sobre una placa de toque.

- En la identificación de níquel se utiliza reactivo # 15 y se identifica con una gota de reactivo # 11 dando la formación de un precipitado rojo.
- En la prueba de nitratos se realiza primeramente una reducción y es en ese momento que se puede realizar la prueba de identificación del nitrato tratando la muestra con reactivo # 1 y posteriormente con el reactivo # 7 y # 9 donde se produce una coloración roja; la cual demuestra que el nitrato se reduce a nitrito.
- En la prueba de identificación de plata se realiza al agregar el reactivo # 23 formándose un precipitado color rojo intenso.
- Los sulfatos se identificaron con una reactivo # 21 recién preparada dando la aparición de una coloración roja.
- Según el cuadro N° 2 en las aguas potables de las diferentes facultades estan presentes los iones Calcio y Cloruros, ya que dieron la prueba de identificación respectivamente.
- En las facultades de Derecho, Agronomía, Medicina, Química y Farmacia tenemos la presencia de Hierro ya que el agua tomó una coloración Roja la cual indica la presencia del ión.
- En las facultades de Agronomía, Derecho, Ingeniería, y Química y Farmacia tenemos la presencia de Magnesio, donde el Agua estudiada dio una coloración roja (no intensa), la cual indica la presencia de éste.
- Por medio de los resultados obtenidos según el cuadro N° 2 las pruebas fisicoquímicas realizadas al agua potable en diferentes facultades con el set propuestos logro determinar la presencia de algunos iones

- Como puede observarse, en la metodología se efectuaron diferentes tipos de ensayo para estudiar la presencia de los iones y a partir de dicha observación determinar cuál fue la más adecuada (ver cuadro N°1)
- Se realizaron pruebas colorimétricas para garantizar la presencia de iones en estudio.
- El set de reactivos posee una codificación de colores para cada uno de los iones y sus guías de procedimientos para facilitar la manipulación de ellos.

CAPITULO VI

6.0 CONCLUSIONES

1. Las técnicas que se aplicaron, son de fácil aplicación para realizar un estudio de agua potable con los parámetros seleccionados.
2. En la realización de las pruebas de identificación depende de diferentes factores como temperatura y cálculos previos en la preparación de los reactivos que se deben de tomar en cuenta para hacer más fácil dichas pruebas en cada elemento.
3. De acuerdo con los resultados obtenidos podemos decir que el agua potable en la Universidad de El Salvador cumple con los iones calcio, cloro, Magnesio que debería tener, exceptuando el hierro, que puede deberse a la oxidación de las tuberías donde pasa el agua.
4. La elaboración de el set de reactivos con su respectiva guía práctica es importante para la identificación de los once parámetros seleccionados ya que es de mucha utilidad para el proceso de análisis en las diferentes áreas así como también en el campo.
5. Al identificar cada uno de los parámetros escogidos, se han seleccionado métodos de coloración y precipitación de los aniones y cationes.
6. Con el set que se propone, podemos determinar la dureza del agua en cualquier parte del territorio Salvadoreño
7. El set es de fácil aprendizaje y práctico manejo.

8. El envase donde se almacenan los reactivos químicos es un factor determinante para el tiempo de vida útil; además de proteger al reactivo protege al usuario de posible derrames o fugas del mismo.
9. El set de reactivos comprende una guía de procedimientos los cuales estan plastificados para cada uno de los parámetros seleccionados con sus respectivos reactivos y material adecuado para la realización de las pruebas de identificación de los elementos seleccionados.
10. Se ha utilizado una codificación de reactivos los cuales se han identificado con diferentes colores, tanto las viñetas de los procedimientos y sus respectivos compartimientos, siendo específico cada color, para cada uno de los iones y así facilitar su adecuada manipulación en las diferentes pruebas de identificación.
11. Que la manipulación del set de reactivos es segura, ya que sus compartimientos poseen material de plástico y el envase de los reactivos es seguro para su transporte.

CAPITULO VII

7.0 RECOMENDACIONES

1. Se debe de monitorear el agua potable de las diferentes facultades de la Universidad de El Salvador. (UES)
2. Al utilizar del set de reactivos se debe tomar en cuenta las guías de procedimientos específicos para cada uno de los parámetros ya que están diseñados con diferentes colores , los cuales facilitará al usuario a no confundirse al manipularlos.
3. La aplicación de este set en laboratorios a nivel de educación media para que el estudiante se incentive, en el campo de la investigación; ya que es de fácil aplicación, manejo y transporte.
4. El set de reactivos es una alternativa factible para realizar análisis de agua potable, ya que es su elaboración es de bajo costo comparados con los que existen comercialmente en el mercado.
5. En la manipulación del set de reactivos es bastante segura ya que sus compartimientos poseen material de plástico y el envase de los reactivos es seguro para su transporte.
6. Proponer a entidades sin fines de lucro, el presente set como alternativa para que realicen pruebas en lugares donde ellos se desempeñan.
7. El uso de la codificación de los reactivos son exclusivos y propios de los que han elaborado el set de reactivos.
8. Investigar nuevas técnicas de aplicación de otros kit para ser aplicados con aguas de desechos en las facultades que producen desechos químicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. A y E. Rose. Diccionario de Química y de Productos Químicos. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.
2. Ministerio de Salud y Pública y Asistencia Social. Apuntes sobre la Calidad de las Aguas de uso potable. Corporación Italiana. 2ª Edición. 1991.
3. Canales F. H., Alvarado E. L., PINEDA E. B., "Metodología de la Investigación", 1ª Edición, OPS, 1996, Pág. 85,90.
4. Chang. R, " Química ", 4ª Edición, editorial McGraw Hill, 1994, Buenos Aires, Argentina, Pág. 707.
5. García, R. y otros. 1997. Diccionario "Manual Ilustrado". 10ed. México. Larousse. P.19
6. Gabb, M.H. "Manual de Soluciones de Laboratorio", España, Ediciones Bellaterra. S.A. 1967.
7. "Guías para la Calidad del Agua Potable". 2ª Edición. Volumen 1.
8. Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia. Manual de Química Analítica I y II.
9. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Norma Salvadoreña obligatoria para la calidad del Agua Potable.
10. Norma Regional Capré. Normas de Calidad del Agua Potable para el Consumo Humano. Primera Edición. Septiembre 1993.
11. "Reactivos de Productos Químicos" Merck, 1ª Edición, 2002.
12. Rigola Lapeña, M. 1999. Tratamiento de aguas industriales: Aguas en proceso y Residuales. 1ed. México. Alfa omega. Pág. 27-37, 73-86.
13. Vogel, Arthur. "Química Analítica Cualitativa" .Versión castellana de Miguel Catalano. Editorial Kapelusz. Buenos Aires.

GLOSARIO

- Ácido: Cualquier compuesto de hidrógeno y uno o más elementos que cuando se disuelve en agua (o en algunos otros disolventes); se disocia o descompone produciendo iones hidrógeno. ⁽¹⁾
- Análisis Cualitativo: es el tipo de estudio que trata de identificar los elementos y la forma como se encuentran en la muestra, ya sean estos cargados negativa (aniones) o positivamente (cationes). ⁽⁵⁾
- Análisis Cuantitativo: es el estudio que trata de cuantificar uno o varios elementos que se encuentran presentes en la muestra. ⁽⁵⁾
- Base: Oxido ó Hidróxido que pueden neutralizar ácidos y sustancias ácidas, generalmente en solución acuosa. ⁽¹⁾
- Cation: Es un ión que posee carga positiva. Los cationes, en un líquido sometido a un potencial eléctrico, afluyen todos al polo negativo o cátodo. ⁽¹⁾
- Anión: Es un ión que posee carga negativa. Los aniones, en un líquido sometido a un potencial eléctrico, afluyen todos al polo positivo o ánodo. ⁽¹⁾
- Indicadores: Sustancias que por su color u otra propiedad observable indican la presencia, ausencia o concentración de alguna otra sustancia, o el grado de reacción entre dos o más sustancias. ⁽¹⁾

- Ión: En soluciones son átomos ó iones cargados eléctricamente y en gases son moléculas cargadas eléctricamente. Los iones pueden tener carga positiva o negativa, indicando en cada caso la pérdida o ganancia de electrones. ⁽¹⁾
- Kit: conjunto de productos y utensilios suficientes para conseguir un determinado fin, que se comercializan como una unidad.
- Reactivo: Cualquier sustancia empleada en una reacción con el objeto de detectar, medir, examinar o producir otras sustancias. ⁽¹⁾
- Set: un conjunto de elementos que comparten una propiedad o tienen un fin común Ej.: un set de reactivos
- Solución: es una mezcla homogénea de sustancias que pueden ser separadas variando el estado físico que se encuentra alguna de ellas, teniendo propiedades que varían de acuerdo a la relación o proporción en que se encuentren sus componentes.⁽¹⁾

ANEXOS

ANEXO N° 1

**RESUMEN DE LOS METODOS DE IDENTIFICACIÓN ALTERNATIVOS DE
LOS ONCE PARÁMETROS.**

COMPUESTOS INORGÁNICOS	METODOS
Calcio	Carbonato de amonio
	Oxalato de Amonio
	Ferrocianuro de Potasio
Cianuros	Formación de Azul de Prusia
Cloruros	Nitrato de Plata
Cobre	Ferrocianuro de Potasio
Hierro	Dimetilglioxima
Magnesio	Amarillo de Titán
Níquel	Tschugaett
Nitratos y Nitritos	Acido Sulfanilico y α -naftilamina
Plata	Cromato de Potasio
Sulfatos	Rodizonato de Sodio

Se detallan los métodos alternativos que se pueden utilizar en la identificación de cada uno de los once elementos.

FOTOGRAFIAS

ANEXO N° 2

Las fotografías que se detallan a continuación fueron tomadas en los laboratorios Max Bloch ya que por accesibilidad se pudo trabajar ya que en el momento de realizar las practicas, los laboratorios de la facultad de Química y Farmacia se encontraban en remodelación.



Figura A



Figura B



Figura C



Figura D

En las figuras A, B, C, D se muestran las diferentes pruebas de identificación que se realizarón para cada uno de los elementos seleccionados en agua potable.

Anexo N° 2 (continuación)



Figura E



Figura F



Figura G



Figura H



Figura I



Figura J

Anexo N° 2 (continuación)

Figura K



Figura L

En las figura E, F, G, H, I, J, K, y L se muestran los diferentes resultados obtenidos, así como la aplicación de gotas de los reactivos y se demuestran la realización de las pruebas en los tubos de ensayo.

Anexo N° 2 (continuación)

Figura M



Figura N



Figura O



Figura P



Figura Q



Figura R

En las fotografías M, N, O, P, Q y R se demuestran la preparación de los reactivos específicos para cada una de las pruebas de identificación de los parámetros.

ANEXO N° 3

SET DE CAMPO SUGERIDO



Figura S



Figura T



Figura U



Figura V

EL set de campo comprende una serie de compartimientos en los cuales cada uno de ellos tiene el nombre del ion a colores, su reactivo especifico enumerado, guía de procedimientos de colores que coinciden con el nombre del ión y material adecuado para cada una de las pruebas de identificación de los once elementos. Se detalla en las fig.: S,T,U,V.

ANEXO N° 4
SET DE REACTIVOS COMERCIALIZADOS DE HACH



Figura W



Figura X

En las Fig.: W, X Se presentan set comercializados en nuestro país

ANEXO N° 5
CODIFICACIÓN DE REACTIVOS

- | | |
|---|---|
| 1. Acido Acético 2M | 18. Hidróxido de Sodio 1M. |
| 2. Acido Acético al 30% | 19. Nitrato de plata 1M. |
| 3. Acido Clorhídrico | 20. Oxalato de Amonio 2N |
| 4. Acido Clorhídrico 1M | 21. Rodizonato de Sodio al 5% |
| 5. Acido Clorhídrico 2N | 22. Solución de Carbonato de Amonio |
| 6. Acido Nítrico 3M | 23. Solución de Cromato de Potasio 0.05N en Acido acético |
| 7. Acido sulfanilico al 1% | 24. Solución de Sulfato Ferroso 1M |
| 8. Acido tártrico sólido | 25. Zinc Metálico |
| 9. α -naftilamina al 0.3% | |
| 10. Amarillo de Titán 0.1% | |
| 11. Amoníaco 1.2N | |
| 12. Amoníaco concentrado | |
| 13. Cloruro férrico 1M | |
| 14. Dimetilglioxima 0.01N en Alcohol Etilico. | |
| 15. Dimetilglioxima al 1% en Alcohol | |
| 16. Ferrocianuro de Potasio 1M. | |
| 17. Hidróxido de Sodio 0.1N | |

ANEXO N° 6

PREPARACIÓN DE REACTIVOS PARA UN LITRO DE SOLUCION.⁽¹¹⁾

1. -Acido acético 2M.

Medir con bureta 115.0ml de ácido acético al 99.8% P/P de pureza y $d=1.05\text{g/ml}$, colocar en un beaker de 1000ml aproximadamente 500ml de agua destilada fría y agregar el ácido lentamente con agitación constante, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro de capacidad completar volumen y envasar en frasco de vidrio.

2. Acido Acético al 30%

Medir con bureta 28.63ml de acido acetico, al 99.8% P/P de pureza y $d=1.05\text{g/ml}$, colocar en un beaker de 1000ml aproximadamente 500ml de agua destilada fria y agregar el acido lentamente con agitación constante, transferir la solucion a balon volumétrico de un litro de capacidad, completar volumen y envasar.

3. -Acido clorhídrico

Concentrado al 37% y $d= 1.84$

4. -Acido clorhídrico 1M.

Medir con bureta 82.50ml de acido clorhídrico al 37% p/p de pureza y $d=1.18\text{g/ml}$, colocar en beaker en baño de agua fría, aproximadamente 500ml de agua destilada y agregar el ácido lentamente con agitación constante, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro de capacidad y completar volumen y envasar.⁸

5. -Acido Clorhídrico 2N

Medir con bureta 167.02 ml de ácido clorhídrico al 37% P/P de pureza y $d= 1.18$ g/mL, colocar el beaker en baño de agua fría, aproximadamente 500ml de agua destilada y agregar el ácido lentamente con agitación constante, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro de capacidad y completar volumen. Envasar.

6. -Acido nítrico 3M.

Medir con bureta 194.31ml de ácido nítrico al 69% p/p de pureza y $d= 1.41$ g/ml, colocar en un beaker de 1000ml aproximadamente 500ml de agua destilada y verter el ácido lentamente con agitación constante, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro de capacidad y completar volumen. Envasar.⁽⁶⁾

7. -Acido sulfanilico al 1%

Pesar 1g de ácido sulfanilico, luego adicionar 100 ml de ácido acético al 30 %. Agitar y envasar.

8. -Acido tártrico sólido

Se prepara a partir del argol, la crema en bruto del tártrico depositada en los costados de los cascos de vino durante la fermentación de las uvas, por conversión a tartrato de calcio, que se hidroliza a ácido tártrico y sulfato de calcio.

9. - α -naftilamina al 0.3%

Disolver a ebullición: 0.3g de ácido α - Naftilamina en 70ml de agua, se filtra y se decanta la pequeña cantidad del residuo y se mezcla con 30ml de ác. acético.

10. -Amarillo de Titán 0.1%

Pesar con cuidado en balanza analítica 0.1g de la sustancia y disolverla en 100ml de agua destilada, agitar hasta disolver por completo, luego envasar.

11. -Hidróxido de amonio (Amoníaco) 1M.

Medir con bureta 71.60ml de amoníaco al 28% P/P de pureza y $d = 0.9\text{g/mL}$, en un beaker de 1000 mL disolverlo con agua destilada, agitar y luego transferir a un balón volumétrico de un litro de capacidad, completar volumen y envasar.

12.-Amoníaco concentrado

concentrado al 35% y $d = 0.88\text{g/ml}$

13. -Cloruro férrico 1M

Pesar con cuidado 270.32g d la sal 100% pura, en un beaker adecuado, luego disolverla con suficiente agua destilada, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro de capacidad, lavar el beaker para arrastrar residuos y aforar. Envasar.⁸

14. -Dimetilglioxima 0.01N en Alcohol Etilico.

Tomar x g del reactivo Dimetilglioxima disolver con alcohol y llevarlo a 100ml en un balon volumetrico

15. -Dimetilglioxima al 1% en Alcohol

Pesar con cuidado en balanza analítica 1g de la sustancia y disolver en 100ml de etanol, agitar y luego envasar.⁸

16. -Ferrocianuro de Potasio 1M.

Pesar 329.26g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, disolverla con agua destilada, transferir la solución a un frasco volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos, llevar hasta volumen y envasar.⁸

17. -Hidróxido de sodio 0.1M

Pesar 4.0g de hidróxido de sodio en lentejas (hacerlo rápidamente ya que es higroscópico) en un beaker plástico. Disolver las lentejas en agua destilada libre de CO₂ y luego transferir la solución a un balón volumétrico de un litro y hacer lavados continuos del beaker que contiene lo disuelto, llevar volumen hasta el aforo y envasar en frasco plástico de polietileno.⁸

18. Hidróxido de Sodio 1M.

Pesar cuidadosamente 40g de hidróxido de sodio en lentejas (hacerlo rápidamente ya que es higroscópico) en un beaker plástico.

Disolver las lentejas en agua destilada libre de CO₂ y luego transferir la solución a un balón volumétrico de un litro y hacer lavados continuos del beaker que contiene lo disuelto, llevar volumen hasta el aforo y envasar.⁸

19. -Nitrato de plata 1M.

Pesar cuidadosamente 169.87g de la sal 100% pura en un beaker protegido de la luz (resistente a la luz). Agregar una pequeña cantidad de agua destilada al beaker y disolver completamente. Transferir a un balón volumétrico de 1000ml, lavar el beaker arrastrando residuos, proteger de la luz, adicionar agua destilada hasta completar volumen deseado y envasar.⁸

20. Oxalato de amonio 2N.

Pesar 142.12g de la sal 100% pura en un beaker adecuado; disolverla en agua destilada y transferir la solución en un balón volumétrico de 1000ml, lavar el beaker arrastrando residuos, llevar a volumen de aforo y envasar en frasco de vidrio y tapón bien ajustado.⁸

21. -Rodizonato de Sodio al 5%

Pesar 0.05g de rodizonato de sodio y luego agregar 100ml de agua. Agitar y envasar.

22. -Solución de Carbonato de Amonio

Pesar con cuidado 157.13g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, agregar suficiente agua destilada hasta hasta disolverla, luego transferir a un balón volumétrico de 1lt, lavar el beaker con agua destilada para arrastrar residuos,, llevar a volumen, aforar y envasar.

23. -Solución de Cromato de Potasio 0.05N en Acido acético

pesar con cuidado 9.71g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, agregar con cuidado el acido acetico por las paredes del beaker hasta disolverlos, transferir la solucion a un balón volumétrico de 1lt, lavar el beaker para arrastrar residuos, llevar a volumen de aforo. Envasar.

24. -Solución de Sulfato Ferroso 1M

Pesar 40 gramos de sulfato de hierro y mezclar con 40ml de acido sulfurico y 200 ml de agua, diluir con agua a 1000ml y

25. -Zinc Metálico

Polvo muy fino, inodoro, amorfo, blanco o blanco amarillento, sin partículas gruesas; absorbe en forma gradual dióxido de carbono del aire; cuando se le calienta fuertemente adquiere un color amarillo que desaparece al enfriarse; su suspensión en agua es prácticamente neutra

ANEXO N° 7

CALCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE REACTIVOS ESPECIFICOS.

1.Cálculos para una solución ácido acetico:

Fórmula: $\text{CH}_3\text{-COOH}$

PM = 60.052

Peq = 60.052

D (g/mL) = 1.05

% de pureza = 99.8% P/P

Para obtener un litro de una solución 1M:

Como la solución no está al 100% pura se hace lo siguiente:

99.8 g ----- 100g

60.052 g ----- X

X = 60.17 g

Por medio de la fórmula de la densidad se encuentra el volumen:

$D = m/V$

Despejando:

$V = \frac{m}{D} = \frac{60.17 \text{ g}}{1.05 \text{ g/mL}} = 57.5 \text{ mL}$ para 1 litro de solución 1M.

Nota: Para acidos monoproticos $N=M$

Para acidos diproticos $N=F \times M$

Donde F= # H^+ , OH^- ó cargas

2. Cálculos para una solución básica de Hidroxido de Sodio 1M:

Se emplea la fórmula:

$$PM (100\% \text{ pureza}) = X (\% \text{ de pureza})$$

Hidróxido de Sodio:

Fórmula: NaOH

$$PM = 40.00 \text{ g/mL}$$

$$P_{eq} = 40.00$$

$$\% \text{ de pureza} = 100\%$$

Cálculos para obtener un litro de solución 1M:

$$X = \frac{40 \text{ g} (100\%)}{100\%} = 40.0 \text{ g}$$

Nota: Para todas las bases el agua libre de CO₂.