

65

2 es.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

**ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS
RESIDUALES EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO
DE LA DELEGACIÓN DE XOCHIMILCO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICA FARMACÉUTICA BIÓLOGA

P R E S E N T A N

PATRICIA RODRIGUEZ GONZALEZ

MA. GUADALUPE URZUA DE LA CRUZ

DIRECTOR DE TESIS: M. V. Z. GERARDO CRUZ JIMENEZ
CO - ASESOR: M. C. EDVINO JOSAFAT

CUAUTITLÁN IZCALLI EDO. DE MÉXICO

1998

TESIS CON
FALLA LA COPIA

257712



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de
Exámenes Profesionales

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodriguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el

Análisis Bacteriológico de Aguas Residuales
en las plantas de tratamiento en la Delegación
Xochimilco.

que presenta la pasante: Patricia Rodríguez González
con número de cuenta: 8130949 g para obtener el TITULO de:
Química Farmacéutica-Bióloga

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 29 de Octubre de 1997

PRESIDENTE	M.V.Z. Luz Ma. Ortega Loyva	_____
VOCAL	M.V.Z. Gerardo Cruz Jiménez	_____
SECRETARIO	Q.F.B. Marina L. Morales Galicia	_____
1er. SUPLENTE	M.V.Z. Enrique Salas Téllez	_____
2do. SUPLENTE	Q.F.B. Carolina Moreno Ramos	_____



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES CUAUTITLAN
 ASUNTO: VOTUS APROBATORIOS



DR. JAIME KELLER TORRES
 DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
 P R E S E N T E .

ATN: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Análisis Bacteriológico de aguas Residuales
en las plantas de tratamiento en la Delegación
Xochimilco.

que presenta la pasante: María Guadalupe Urzúa de la Cruz
 con número de cuenta: 8202052 - 7 para obtener el TITULO de:
Química Farmacéutica Bióloga

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
 Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 29 de Octubre de 1997

PRESIDENTE	M.V.Z. Luz Ma. Ortega Leyva	
VOCAL	M.V.Z. Gerardo Cruz Jiménez	
SECRETARIO	Q.F.B. Marina L. Morales Galicia	
PRIMER SUPLENTE	M.V.Z. Enrique Salas Téllez	
SEGUNDO SUPLENTE	Q.F.B. Carolina Moreno Ramos	

Agradecimientos de María Guadalupe Urzúa de la Cruz:

Agradezco a todos aquellos que hicieron posible que este proyecto se hiciera realidad, ya que a ellos debo que el planteamiento de un problema social culminara en la parte más importante de mi carrera: la realización de mi tesis, en donde termina mi etapa de estudiante para transformarme en profesionista.

A los sinodales y maestros: Gerardo Cruz, Luz María Ortega, Marina Morales, Enrique Salas, Carolina Moreno, Edvino Josafat, María Esther y Sr. Martín.

A mis padres: Juana y José, por ese amor y fe inquebrantable que solo los padres tienen, que se transforma en una fuerza y hacen realidad los sueños de un niño, culmino una meta en base a los principios que siempre me inculcaron, gracias a Ustedes, y para Ustedes todo mi amor.

Agradezco a todos los que me dieron su amistad, comprensión, cariño y apoyo en los momentos importantes y difíciles de mi vida.

A mi familia, a Jesús quien con su gran amor me apoyó y brindo su ayuda y a mis dos grandes tesoros, mis pequeñas hijas Brenda y Andrea.

A mis hermanos José Luis, Rosa, Mario, Raúl, Leticia, Gerardo y Adriana a quien debo gran parte de mis principios y valores.

A mis sobrinas Ana, Sandra, Carla y Gaby.

A mis amigos Leticia Juárez, Hilda Cano, Alejandro López Adrián Pérez, Jorge Covarrubias, Alicia Reyes, Patricia Rodríguez, Blanca Ortega, Marina Flores, Rocío Maya, Rocio Aranda, Luis Antonio, Areli, Ariel y María Luisa.

Agradecimientos de Patricia Rodríguez González:

La culminación del presente trabajo esta dedicado especialmente a una mujer con la que siempre he contado.... a mi Madre con todo mi amor.

A mis hermanos Eugenia y Jorge con mucho cariño.

A mis sobrinos Sandra, César, Anita y Sofía, porque los quiero mucho.

A mi Tío José Ventura, que siempre me ayudo.

A mi familia, gracias por apoyarme en todo.

A mis amigas Marina e Hilda, gracias por su amistad y ayuda.

Con agradecimiento especial al M.V.Z. Gerardo Cruz, Q.F.B. Carolina Moreno, Q.F.B. Marina Morales, M.C. Edvino Josafat, M.V.Z. Luz María Ortega y M.V.Z. Enrique Salas, por sus consejos y apoyo para la realización de este trabajo.

Con dedicatoria especial a mi Abuelo, que no esta con nosotros.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	3
II.	ANTECEDENTES	5
1.	FUENTES DE CONTAMINACIÓN	7
1.1.	Clasificación	
2.	CLASIFICACIÓN DE CONTAMINANTES	9
3.	CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES	11
3.1.	Definición	
3.2.	Clasificación	
4.	PARÁMETROS INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA	13
4.1.	Parámetros físicos	
4.2.	Parámetros biológicos	
5.	INDICADORES BACTERIOLÓGICOS	16
5.1.	Coliformes totales	
5.2.	Coliformes fecales	
5.3.	Streptococos fecales	
5.4.	Otros indicadores de contaminación	
5.5.	Importancia del análisis bacteriológico	
5.6.	Propiedades de un indicador bacteriológico de contaminación fecal	
6.	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	19
6.1.	Tratamiento preliminar	
6.2.	Tratamiento primario	
6.3.	Tratamiento secundario	
6.4.	Tratamiento terciario o avanzado	
6.5.	Cloración	
7.	RIESGOS Y EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES EN LA SALUD PÚBLICA	28
7.1.	Riesgos derivados de agentes biológicos transmitidos por ingestión de agua contaminada	

7.2.	Riesgos derivados de agentes biológicos transmitidos por contacto con agua contaminada	
7.3.	Riesgos de contaminación química	
8.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	30
8.1.	Hidrografía	
8.2.	Relieves y clima	
8.3.	Vegetación	
8.4.	Fauna	
8.5.	Suelos	
8.6.	Actividades	
III.	JUSTIFICACIÓN	35
IV.	OBJETIVOS	36
V.	PARTE EXPERIMENTAL	37
1.	MUESTREO	
1.1.	Preparación de frascos	
1.2.	Lavado y esterilización	
1.3.	Toma de muestras	
1.4.	Registro de datos y transporte	
2.	DETERMINACIONES	
2.1.	Mesofilos aerobios	
2.2.	Coliformes totales y fecales	
2.3.	Estreptococos fecales	
2.4.	Aislamiento e identificación de bacterias enteropatógenas	
VI.	RESULTADOS	54
VII.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	58
VIII.	CONCLUSIONES	63
	BIBLIOGRAFÍA	64
	APENDICE	69
	Material, equipo, reactivos, medios de cultivo y bioquímicas	
	Preparación, esterilización y almacenamiento de los medios de cultivo	
	Hortalizas y Hortofrutícolas	

II. ANTECEDENTES

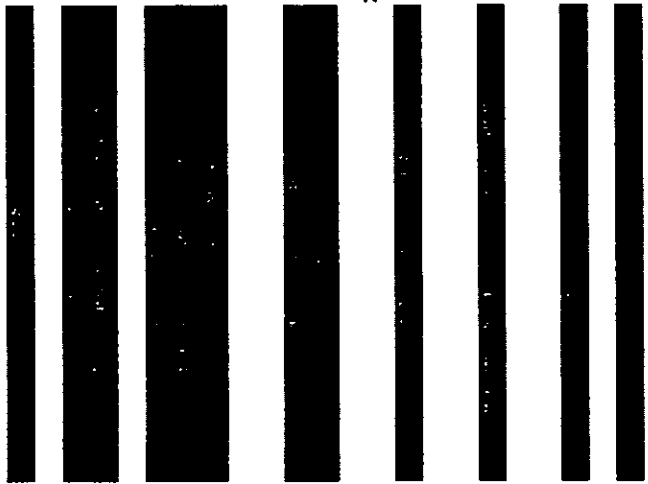
Xochimilco, cuyo nombre significa “en la cementera de las flores” fue hasta antes de principios de siglo un lugar de singular belleza, no solo por el lago en sí, sino por la riqueza agrícola que ahí se gestaba, por su abundante fauna y flora, y por su pasado histórico.⁽²⁴⁾ El agua es uno de los recursos naturales más importantes de la región, ya que sus manantiales abastecen de agua potable a la ciudad de México, también se utiliza para el riego de las tierras de cultivo, la navegación y el turismo⁽⁵⁾.

Sin embargo el explosivo crecimiento de la gran ciudad de México aunado a la creciente demanda de agua por parte de sus habitantes originó el constante bombeo del agua de los manantiales hacia la ciudad,⁽⁵⁷⁾ lo cual tuvo como consecuencia la alteración del régimen hidrológico de la región, observándose un abatimiento considerable de los manantiales y de los mantos freáticos, lo que ha repercutido en un descenso del nivel del lago y sus canales por falta de alimentación⁽⁷⁰⁾.

Ante estos hechos, el D.D.F., estudio las posibilidades de restituir parte del agua extraída, por medio de aguas residuales tratadas provenientes de la ciudad de México, con el fin de conservar un nivel aceptable tanto para la navegación como para mantener la humedad de los terrenos agrícolas⁽⁶⁹⁾. A cambio del agua de manantiales de Xochimilco se acordó enviar aguas tratadas de la planta de tratamiento Cerro de la Estrella para abastecer el lago por lo que fue necesario realizar estudios que aportan datos sobre el estado del agua, desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico, para su uso agrícola y recreativo⁽⁷⁰⁾ fig. 1

La única aportación del agua a los canales proviene de la planta de tratamiento Cerro de la Estrella, cuya calidad de tratamiento es dudosa y según análisis fisicoquímicos recientes realizados por la Subsecretaría de Planeación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.), se puede considerar que el uso agrícola del agua esta limitado y condicionado⁽⁶⁹⁾.

CAUSAS



CHINAMPERIA Y
CANALES
DE XOCHIMILCO

EFECTOS

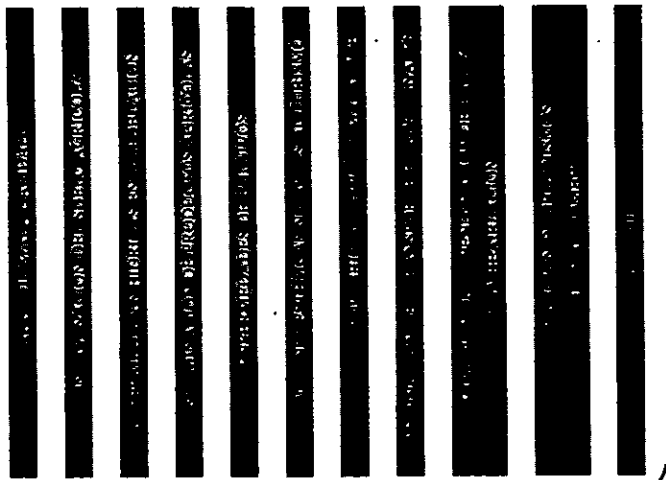


Fig. 1 DETERIORO ECOLÓGICO EN LA ZONA DE XOCHIMILCO

Bautista Zuñiga Francisco (1988); Algunos Estudios Edafológicos en San Gregorio Xochimilco D.F., Tesis UNAM

1. FUENTES DE CONTAMINACIÓN

En nuestro país se da un modelo socioeconómico tendiente al desarrollo en que las crecientes actividades urbanas e industriales son fuente de contaminación que afectan negativamente nuestro propio hábitat, y el agua es de los recursos naturales que más ha sido afectado, ya contaminada no sirve para la alimentación ni para otros usos como los domésticos, los industriales y los agrícolas ⁽⁸⁾.

La búsqueda de soluciones requiere, por una parte, del previo conocimiento de los orígenes de la contaminación y por otra parte, de la identificación de los efectos que estos pueden causar así mismo, es indispensable también conocer la problemática que prevalece en el país.

1.1 CLASIFICACIÓN

Las fuentes de contaminación se clasifican como ^(28,68,72):

1.- Naturales

2.- Antropogénicas

- a) Municipales
- b) Industriales
- c) Agrícolas
- d) Accidentales

1. Fuentes Naturales: Son aquellas que emiten, de manera natural, sustancias extrañas que degradan la calidad de las aguas limpias contenidas en los depósitos o corrientes de agua. Ejemplos característicos de estas fuentes son: erosión acuática, erupción volcánica, marea roja.
2. Fuentes antropogénicas: Son aquellas que como resultado de las actividades humanas, emiten sustancias extrañas al medio ambiente acuático, degradando su calidad y dificultando su uso.

- a) Fuentes municipales: Constituyen la mayor fuente de contaminación en lo que a volumen se refiere, ya que las aguas residuales emitidas por ellas están formadas por las descargas provenientes de las actividades domésticas de las poblaciones. La mayor parte de las aguas residuales procedentes de los grandes centros urbanos está constituida por desperdicios caseros y desechos humanos y animales, los que son colectados mediante sistemas hidráulicos de drenaje o alcantarillado. El rápido crecimiento de la población supera ampliamente la capacidad para dotar a la misma de un eficiente sistema de alcantarillado, convierte a las fuentes municipales en focos peligrosos de contaminación.
- b) Fuentes industriales: Estas fuentes están constituidas por todas las industrias que de una u otra forma utilizan agua en sus procesos, modificando sus propiedades y desechándola posteriormente con una calidad menor que la que tenía que ser usada. Estas fuentes de contaminación aumentan rápidamente, en volumen y peligrosidad, como resultado del desarrollo tecnológico e industrial del mundo moderno. Los giros industriales que contribuyen más a la contaminación son: petróleo y petroquímica, azúcar, celulosa y papel, textil, alimentos, galvanoplastia, y curtido de pieles. Son las fuentes industriales consideradas como los focos contaminantes de mayor peligrosidad en la actualidad y futuro.
- c) Fuentes agrícolas: Existen diversas formas de contaminación derivadas de ellas, puesto que son el resultado del riego de campos agrícolas tratados con compuestos químicos tales como fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, fungicidas, entre otros el control de plagas y para aumentar la productividad de la tierra. Debido a que las áreas de riego son extensas y poseen varias salidas el manejo y control de las aguas de retorno agrícola es difícil y complejo.
- d) Fuentes accidentales: Como su nombre lo indica son los focos de contaminación originados por desastres accidentales ocurridos durante el desarrollo de las actividades del hombre. El ejemplo más característico es el derrame de petróleo en los mares y océanos como consecuencia de accidentes durante su transporte ⁽²⁾. Afortunadamente no son muy comunes.

2. CLASIFICACIÓN DE CONTAMINANTES

Después de ser descargadas las aguas residuales proveniente de cualquier fuente, traen consigo diferentes tipos de contaminantes como pueden ser ^(13,28,34,49):

1. Materias o sustancias sólidas
2. Energía radiante
3. Energía térmica
4. Radiaciones ionizantes

Los desechos pierden su identidad original debido a que se obtienen mezclas heterogéneas de contaminantes que al incorporarse en la atmósfera, con cualquier elemento ambiental, alteran su composición afectando la salud, estos son emitidos en cantidades y composiciones muy variadas.

Estos contaminantes se clasifican en:

- 1) Contaminantes químicos
 - a) Contaminantes orgánicos
 - b) Contaminantes inorgánicos
- 2) Contaminantes biológicos
- 3) Contaminantes radioactivos
- 4) Contaminantes térmicos

- 1) Contaminantes químicos presentan diversos aspectos regidos por la naturaleza y las reacciones propias de cada compuesto químico que se vierte, algunas sustancias químicas en el agua pueden ser benéficas para la salud humana, vegetal o animal, otras pueden reaccionar para producir sustancias tóxicas por si mismas, otras en el agua

pueden ocasionar condiciones organolépticas desagradables. Estos contaminantes pueden ser clasificados como:

- a) Contaminantes orgánicos: Son aquellas sustancias derivadas del carbono que degradan la calidad de los cuerpos de agua que las reciben. Existen un método de biodegradación o descomposición de la materia orgánica contenida en los cuerpos de agua ⁽⁴⁾ como consecuencia de la acción de los microorganismos que existen en ellos. Esta biodegradación es de dos tipos: Degradación aerobia y degradación anaerobia.
 - I. Degradación aerobia: Los microorganismos o bacterias utilizan el oxígeno disuelto en el agua para descomponer la materia orgánica en sustancias inofensivas como son: Dióxido de carbono, agua, alcoholes y ácidos orgánicos principalmente.
 - II. Degradación anaerobia: Los microorganismos descomponen la materia en ausencia del aire, sus productos se caracterizan por olores desagradables debido a la producción de ácido sulfhídrico, metano, indoles y fenoles principalmente.
- b) Contaminantes inorgánicos: Se presentan generalmente en forma de soluciones, coloides y materia suspendida, la mayoría de estas sustancias son relativamente estables y no están sujetas a los procesos de biodegradación las constituyen los metales pesados tales como: Plomo, Zinc, Cadmio, Mercurio, etcétera.

Los principales efectos de los contaminantes inorgánicos son su alta toxicidad para la flora, la fauna y para el hombre que entra en contacto con ellos.

- 2) Contaminantes biológicos: Los contaminantes de origen biológico pueden ser: virus, hongos, protozoarios, bacterias que se encuentran contenidos en los cuerpos de agua, deben su importancia a las repercusiones que presentan en la salud del hombre. Se ha comprobado que una gran cantidad de las enfermedades del mismo es causada por el agua contaminada biológicamente.

Entre los principales microorganismos patógenos en las aguas residuales se encuentran: *Entamoeba histolítica*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella sp*, etcétera. Estos microorganismos provienen de la excretas humanas y animales vertidos en los depósitos y corrientes de agua sin ningún tratamiento ⁽⁵⁰⁾.

- 3) Contaminantes radioactivos: Se deben a residuos provenientes de actividades atómica y nucleares que llegan a los cuerpos de agua y se fijan en los animales vegetales que

viven en los mismos, transmitiéndose posteriormente al hombre cuando se alimenta con ellos.

- 4) Contaminantes térmicos: Los principales procesos que ocasionan contaminación térmica de los cuerpos de agua son: La producción de energía eléctrica en plantas termoeléctricas, operaciones de enfriamiento y de condensación. Los contaminantes térmicos elevan la temperatura de las aguas de corriente y depósitos, por lo que afectan a los ecosistemas acuáticos al modificar los procesos biológicos y reducir su tasa de reproducción.

3. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

La ley general de la salud da atribución a la Secretaría de Salud para establecer criterios sanitarios para el uso, tratamiento y disposición de aguas residuales y así evitar riesgos y daños a la salud pública ⁽¹⁹⁾.

3.1 DEFINICIÓN

Se considera como agua residual al líquido de composición variada provenientes de uso Municipal, Industrial, Agrícola o de cualquier otra índole ⁽²⁸⁾, ya sea pública o privada y que por tal motivo haya sufrido degradación en su calidad original, las aguas residuales contienen diversidad de compuestos y organismos ⁽⁷¹⁾, dependiendo de su origen, como desechos humanos, desperdicios caseros, corrientes pluviales, que además pueden contener otras series de desperdicios que las personas tiran al sistema de alcantarillado ^(28,71).

3.2 CLASIFICACIÓN

Las aguas residuales se clasifican en tres grupos en funciones de su origen, cuyos nombres y características son ^(10,25,26,56):

Aguas residuales domésticas: Son líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de la casa habitación, edificios comerciales e institucionales, junto con las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación pluvial que pueden agregarse. Están constituidas por:

- a) Desechos humanos y animales
- b) Desperdicios caseros
- c) Corrientes pluviales

- a) Desechos humanos y animales: Son las excretas corporales que llegan a formar parte de las aguas residuales domésticas mediante los sistemas hidráulicos de los retretes o letrinas. Estos desechos son de importancia sanitaria para la salud pública, debido a que pueden contaminar a los cuerpos receptores con organismos patógenos: *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhi*, *Shigella sp.*
- b) Desperdicios caseros: Estos desechos contienen detergentes sintéticos no biodegradables, los cuales generalmente incluyen en su composición agentes espumantes que impiden la oxigenación de los cuerpos de agua y provocan daños a la ecología de los mismos, también las partículas de alimentos y grasas impiden la oxigenación del agua y consecuentemente la autopurificación de la misma.
- c) Corrientes pluviales: Las aguas al caer lavan la superficie de la tierra, arrastrando cantidades variables de polvo, arena, hojas y otras basuras a los sistemas de alcantarillado.

En términos generales, las aguas residuales municipales se caracterizan por las elevadas concentraciones de sólidos, materia orgánica, grasas y detergentes.

Aguas residuales industriales: Estos afluentes varían en su tipo y volumen, puesto que existen tantos contaminantes como procesos industriales. Estas contienen materia mineral suspendida, coloidal o disuelta, así como materia orgánica y desechos inertes. Pueden ser excesivamente ácidas o alcalinas y contener altas concentraciones de materias colorantes y bacterias patógenas.

Aguas de retorno agrícola: Son las aguas excedentes del riego agrícola que retornan a los cuerpos receptores de agua más cercanos, arrastrando consigo sustancias químicas provenientes de fertilizantes y plaguicidas, provocando cambios negativos en la calidad del agua en donde son descargadas; ocasionado efectos tóxicos en los organismos que viven en dichos cuerpos de agua y provocan el crecimiento excesivo de plantas acuáticas.

4. PARÁMETROS INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA ^(1, 80)

Son características o parámetros que permiten conocer la calidad del agua, sin importar su uso ni procedencia. Además de dar una idea acerca de la calidad de las aguas residuales, estos parámetros sirven como criterios para determinar los procedimientos más adecuados para su tratamiento. La determinación completa de la calidad del agua, se basa en parámetros físicos, químicos y biológicos ⁽¹⁰⁾. El delicado balance que existe entre ellos se expresa finalmente en la composición de flora y fauna que se encuentra bajo condiciones particulares.

Se tiende a considerar un método químico como alternativa para uso biológico cada uno produce diferente tipo de información.

Los métodos biológicos muestran el grado de desbalance ecológico que ha sido causado, y los métodos químicos miden la concentración de contaminantes responsables de ello.

Parámetros Físicos: Temperatura, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, sólidos filtrables, color, olor, sabor.

Parámetros Químicos: Potencial de hidrógeno, grasas, aceites, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), metales pesados, etc.

4.1 PARÁMETROS FÍSICOS

TEMPERATURA

Es una propiedad termodinámica de las sustancias, sirve para la cantidad de calor contenido en las mismas. Para el caso específico del agua, su temperatura indica que tan caliente o fría se encuentra dicha agua. Generalmente la temperatura del agua residual es más alta que la del agua potable debido a la adición del calor generado en las diversas actividades domésticas e industriales. Tiene una gran influencia en las condiciones de vida.

SÓLIDOS TOTALES

Son aquellos sólidos, que quedan como residuos al ser evaporada el agua a una temperatura de 103 – 105° C de acuerdo con sus características físicas, los sólidos pueden clasificarse como:

- a) **Sólidos suspendidos:** Son de tamaño superior a una micra, por lo que son perceptibles a simple vista y pueden ser separados por medios físicos o mecánicos. Se clasifican en:
- 1) **Sólidos sedimentables:** Son aquellos que debido a la operación de sedimentación sedimentan en una hora, sirven para determinar la instalación de unidades de tratamiento para separación de sólidos.
 - 2) **Materia flotante:** Es el material que flota libremente en la superficie del agua y que por su gran tamaño puede ser retenido en mallas. La presencia de materia flotante dificulta su uso y su manejo, ya que siempre existe el riesgo de que se dañe o tape el equipo que tiene contacto con ella.
- b) **Sólidos filtrables:** Son aquellos que tienen un diámetro menor a una micra, por lo que no son a simple vista, se dividen en:
- 1) **Sólidos disueltos:** Se componen de moléculas orgánicas, se encuentran presentes en disolución verdadera en el agua, se expresa en mg/l o en ppm.
 - 2) **Sólidos coloidales:** Son partículas con un diámetro que oscila entre 1 - 0.001 micras. Debido a su pequeño tamaño estos no pueden eliminarse por sedimentación y por lo general para su eliminación se requiere de una coagulación biológica seguida de sedimentación.

COLOR

Se extiende la coloración que tomó el agua debido a la presencia de material colorido en estado coloidal y en suspensión. El color puede ser causado por una gran variedad de materiales.

OLOR

El olor en el agua residual es indicativo del estado de descomposición de la misma y de la presencia de contaminantes químicos aromáticos que le imparten olores característicos.

4.2 PARÁMETROS BIOLÓGICOS ^(66,67)

Aunque las evidencias físicas y químicas del agua hayan desaparecido pueden persistir las biológicas, ya que es posible encontrar diferentes tipos de organismos en el ambiente debido a las condiciones que prevalecen en él.

Los indicadores biológicos son organismos que por su sola presencia, reflejan las características ambientales en que se encuentran.

Por estas razones las evaluaciones de la calidad del agua deben incluir un detallado análisis biológico ya que aportan una información importante sobre las condiciones de la calidad del agua.

El análisis biológico del agua para los diferentes índices de calidad del agua, incluye uno o más de los grupos de: virus, algas y bacterias.

VIRUS

Son microorganismos considerados como porciones de material genético (ácidos nucleicos y proteínas). Que forman la capsida, algunos son envueltos de lípidos, carbohidratos y proteínas. Su tamaño oscila entre 10-300 micras resisten el congelamiento sin trastornos hasta aproximadamente -75°C en un lapso de 20 minutos. Los virus son parásitos obligados pues dependen de células eucariotas o procariotas para su reproducción.

Se localizan generalmente en tejidos de plantas y animales, secreciones, heces, productos de desecho y otras sustancias infectadas.

Pueden ser aisladas por filtración y ultracentrifugación a 70000 r.p.m. Los bacteriófagos son virus cuyas células huésped son bacterias, se encuentran en grandes cantidades en aguas residuales. Los bacteriófagos que infectan a la bacteria *E. coli* son llamados colifagos. Se sabe que estos son más resistentes que los coliformes a factores ambientales y de tratamiento de agua. La presencia de grandes cantidades de colifagos en agua residual ha llevado a sugerencias en cuanto a su uso como indicadores de contaminación viral. Desafortunadamente, se reconoce poco en relación con su ecología en el agua, especialmente acerca de su capacidad de multiplicación fuera del intestino de animales de sangre caliente, no obstante pueden ser utilizados como modelos de laboratorio o de campo para evaluar la eficiencia de remoción en plantas de tratamiento de agua.

Frecuentemente las aguas residuales crudas contienen más de 10 partículas virales infecciosas por litro que pueden infectar el tracto entérico humano. Los virus patógenos de mayor significado en agua son: enterovirus, rotavirus y adenovirus.

ALGAS

Son plantas microscópicas capaces de realizar fotosíntesis. Como indicadores biológicas son encontradas en aguas dulces, indican el grado de contaminación, dado que ciertas especies diatomeas de algas verdes son características de aguas no contaminadas, mientras que otras viven a expensas del enriquecimiento del drenaje ^(10,11).

BACTERIAS

Las aguas residuales pueden contener millones de bacterias por mililitro, entre las que se incluyen coliformes, estreptococos, bacterias proteus y otras más que provienen del tracto intestinal humano y animal. Existen bacterias, principalmente de origen fecal que son utilizadas como indicadores bacteriológicos de la calidad del agua.

5. INDICADORES BACTERIOLÓGICOS

El término para definir un indicador, se basa en que el organismo o grupo de organismos pueden ser utilizados dentro del intervalo ambiental deseado; que el nivel de detección que refleje sea comparable a la que se desea y que proporcione resultados rápidos.

Los organismos que se utilizan como indicadores bacteriológicos de la calidad del agua son de un grupo específico que indica con su sola presencia la existencia de contaminación y el tipo de organismo superior que la produjo. Estos indicadores son:

- 1) Coliformes totales
- 2) Coliformes fecales
- 3) Estreptococos fecales
- 4) Otros indicadores de contaminación

5.1 COLIFORMES TOTALES

Estos microorganismos fueron adoptados como indicadores de contaminación fecal en 1914 por los servicios de salud pública de los Estados Unidos. Comprende todos los

microorganismos aerobios y anaerobios facultativos en forma de bastón, gram negativos, no esporulados y que fermentan la lactosa con producción de gas y acidez a $35 \pm 0.5^\circ \text{C}$ a las 48 horas.

Los coliformes totales son eliminados en grandes cantidades en las heces. Se considera que una persona excreta aproximadamente 2×10^9 coliformes. Sin embargo, algunos miembros del grupo como *Enterobacter aerogenes* y *Klebsiella sp* pueden tener un origen no fecal y multiplicarse bajo determinadas condiciones en el medio ambiente ⁽¹⁰⁾.

5.2 COLIFORMES FECALES

Son microorganismos aerobios y anaerobios facultativos, en forma de bastón, gram negativos no esporulados capaces de fermentar la lactosa con producción de gas y acidez a una temperatura entre $35 \pm 0.5^\circ \text{C}$ y 44.5°C en periodos de 24 a 48 horas. Como *Escherichia coli*.

Una cantidad alta de coliformes fecales indica una contaminación relativa reciente, debido a que su tiempo de supervivencia en agua es más corto que el de coliformes no fecales. Este grupo no se multiplica fuera de los intestinos de los animales de sangre caliente ⁽⁷⁵⁾.

5.3 ESTREPTOCOCOS FECALES

El Ministerio Británico de la Salud (1956) los define como cocos gram positivos, que forman generalmente pares o cadenas cortas, crecen en presencia de sales biliares, se pueden multiplicar y desarrollar a 45°C , producen ácido pero ausencia de gas cuando fermentan el manitol y la lactosa.

Estos microorganismos se encuentran en las heces de los animales de sangre caliente. Indican una contaminación reciente; viven menos tiempo en el medio acuático que el grupo de los coliformes, excepto cuando el agua tiene un contenido de electrólitos como son las aguas de riego no se reproducen con tanta frecuencia como los coliformes. Desarrollan resistencia a los procesos de cloración del agua, mientras que los coliformes son más susceptibles ⁽⁷⁸⁾.

5.4 OTROS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

A) Bacterias patógenas

Dado que el número de organismos patógenos presentes en las aguas residuales contaminadas es escaso y difícil aislar ya que no sobreviven en el agua durante mucho tiempo es fácil que escapen a la detección en el análisis bacteriológico ^(10, 12). Debido a esto la presencia o ausencia de coliformes, que son más numerosas y de determinación más sencillas, es utilizada como una indicación de que los organismos productores de enfermedades están o no presentes en el agua.

Algunas de las bacterias patógenas son: Salmonella y Shigella que pertenecen a la familia de las enterobacterias son causantes de las enfermedades gastrointestinales (tifoidea y disentería bacilar). Así como las Pseudomonas que generalmente aparecen como bastones delgados pequeños, frecuentemente unidos en pares y en cadena corta. Presentan flagelos polares responsables de que tengan movimiento. Son gram negativos, oxidosa positiva y aerobias estrictas, se incuban a 41.5° C ⁽¹³⁾. Como Pseudomona aeruginosa.

B) Cuenta bacteriana total

Ante todo es indispensable establecer el grupo de microorganismos que se pretende estudiar. El más ampliamente utilizado es el de los mesofílicos aerobios esto es, aquellos microorganismos que proliferan cuando se incuban los medios a temperaturas definidas entre un rango de 20 a 45° C en aerobiosis durante 24 ± 2 horas para análisis bacteriológico del agua.

5.5 IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO ^(15, 17)

- A) Conocer el grado de contaminación de las aguas por desechos de origen animal o relacionado con las condiciones sanitarias de la región.
- B) Calificar la calidad sanitaria del agua y tener el control de las mismas sometidas a previo tratamiento de potabilización.
- C) Fijar las normas de calidad del agua referente al número de bacterias permisibles dependiendo del uso a que se destine el agua.
- D) Conocer la recuperación de los cauces dañados por aguas residuales.

5.6 PROPIEDADES DE UN INDICADOR BACTERIOLÓGICO DE CONTAMINACIÓN FECAL ⁽²⁷⁾

- A) Ser de origen animal (del aparato digestivo).
- B) Estar presente en el agua cuando los patógenos estén presentes.
- C) No producirse en el agua
- D) Su densidad debe tener relación directa con el grado de contaminación fecal.
- E) Mayor supervivencia que los microorganismos entéricos.
- F) Desaparición rápida, posterior a los patógenos.
- G) Siempre ausente en aguas bacteriológicamente seguras.
- H) Requerir de técnicas sencillas para su identificación.

6. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas ⁽⁸⁰⁾, actualmente en vigor define el tratamiento o purificación de las aguas residuales de la siguiente manera: Es el proceso o serie de procesos a los que se someten las aguas residuales, con el objeto de disminuir o eliminar características perjudiciales de los contaminantes que estas contienen.

Cuadro 1

En el tratamiento de agua de desecho se aplican una serie de medidas que imitan el proceso natural de autolimpieza ⁽²⁸⁾, por ello una planta de tratamiento de agua residual puede considerarse como una estación de trabajo ecológico intensivo.

En el tratamiento primario ⁽⁴⁵⁾ las partículas grandes se separan con una malla, grasa y aceite se atrapan en trampas especiales y algo de materia suspendida se asienta en un preclarificador, aquí se elimina de 30 a 35 % de materia orgánica.

En el tratamiento secundario la biomasa (microorganismos atrapados al tratamiento de agua de desecho) descompone 90% de la materia orgánica. Este tratamiento biológico se efectúa

en filtros especiales con una cama de biomasa soportada en piedra porosa o en columnas de lodos activados ⁽¹⁶⁾, donde el agua se mezcla con el mismo y sé aerea intensamente antes de pasar a un segundo paso de clarificación. Un tercer paso, utilizando métodos avanzados incluye la precipitación química de fósforo por medio de sales de aluminio, hierro o calcio (reducción de fósforo mayor a 95%) y adicionalmente desinfección filtración y clarificación.

A pesar de que son muchos los métodos usados para el tratamiento de las aguas residuales, todos pueden incluirse dentro de los cinco procesos siguientes ⁽²⁹⁾:

- Tratamiento preliminar
- Tratamiento primario
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario o avanzado
- Cloración

NIVEL DE TRATAMIENTO	SISTEMA O PROCESO
Preliminar	Cribado Molido y desmenuzado Desarenado
Primario	Sedimentación Flotación
Secundario	Floculación y precipitación química Filtros percoladores Lodos activados Lagunas de estabilización Lagunas aireadas Discos Biológicos Zanjas de oxidación
Desinfección	Cloración Ozonación Irradiación
Avanzado	
Remoción de sólidos suspendidos	Microcribado Clarificación Filtración
Remoción de compuestos orgánicos disueltos	Adsorción Oxidación química
Remoción de compuestos inorgánicos disueltos	Electrodialisis Intercambio iónico Osmosis inversa Precipitación química
Remoción de nitrógeno	Nitrificación-desnitrificación Desgasificación Cloración a punto de quiebre Intercambio iónico
Remoción de fósforo	Precipitación química Intercambio iónico

Cuadro 1. PRINCIPALES SISTEMAS DE TRATAMIENTO SEDUE (1988). Control de la Contaminación del Agua. DGPCCA

6.1 TRATAMIENTO PRELIMINAR

El tratamiento preliminar ⁽²⁸⁾ consiste en separar de las aguas residuales aquellos constituyentes que pudieran ocasionar problemas de operación de los siguientes procesos de tratamiento.

Mediante estos procesos se logra:

- 1) Separar o disminuir el tamaño de los sólidos orgánicos grandes que flotan o están suspendidos. Estos sólidos consisten, generalmente, en trozos de madera, telas, papel, basura, junto con algo de materia fecal.
- 2) Separar sólidos inorgánicos pesados, como la arena, la grava e incluso objetos metálicos; a todo lo cual se llama arena.
- 3) Separar cantidades excesivas de aceite y grasas.

Para lograr estos propósitos, se emplean comúnmente los siguientes dispositivos:

- a) Rejas y cibras de barras
- b) Desmenzadores, ya sea molinos cortadores o triturados
- c) Tanques de preaeración

Además de los anteriores, a veces se hace la cloración en el tratamiento preliminar. Como la cloración puede usarse en cualquier etapa de un tratamiento, se considera como un método independiente.

6.2 TRATAMIENTO PRIMARIO

Por este tratamiento ⁽²⁸⁾ se separan o eliminan la mayoría de los sólidos suspendidos en las aguas residuales, mediante el proceso físico de asentamiento en tanques de sedimentación.

Cuando se agregan ciertos productos químicos en los tanques primarios se eliminan casi todos los sólidos coloidales, así como los sedimentables.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas residuales para que puedan sedimentarse los sólidos. Por consiguiente, a estos dispositivos se les puede distinguir bajo el nombre de tanques de sedimentación. Los tanques de sedimentación pueden dividirse en cuatro grupos generales que son:

- 1) Tanques sépticos
- 2) Tanques de doble acción
- 3) Tanques de sedimentación simple
- 4) Clarificadores de flujo ascendente

Cuando se usan productos químicos, se emplean otras unidades auxiliares, que son:

- a) Unidades alimentadoras de reactivos
- b) Mezcladores
- c) Floculadores

6.3 TRATAMIENTO SECUNDARIO

Como tratamiento secundario se denomina todos aquellos procesos en los cuales se lleva a cabo la estabilización de materia orgánica por la acción de microorganismos ⁽⁸⁰⁾.

Los dispositivos que se usan para el tratamiento secundario pueden dividirse en cuatro grupos:

- a) Filtros goteadores o rociadores
- b) Tanques de aereación:
 - I. Lodos activados con tanques de sedimentación simple
 - II. Aereación por contacto
- c) Filtros de arena intermitentes
- d) Tanques de estabilización

6.4 TRATAMIENTO TERCIARIO O AVANZADO

En este concepto se agrupan aquellos procesos utilizados para reducir la concentración de sustancias orgánicas e inorgánicas en el afluente proveniente de un sistema de tratamiento secundario ⁽⁵⁸⁾. Además dentro de esta clasificación también se consideran aquellos procesos empleados para remover sustancias que no son removidas o reducidas significativamente en los procesos primario y secundario, como es el caso de los nutrientes, metales pesados, detergentes y otras sustancias tóxicas. Los procesos de tratamiento terciario pueden ser físicos, químicos, biológicos o una combinación de ellos. Cuadro 2

Como tratamiento terciario se consideran:

- a) Filtración
- b) Intercambio iónico
- c) Coagulación química
- d) Osmosis inversa
- e) Electrodialisis
- f) Adsorción

6.5 CLORACIÓN

Este es un método de tratamiento que puede emplearse para diversos propósitos en todas las etapas de un tratamiento de aguas negras y aún antes del tratamiento preliminar. Ninguno de los métodos de tratamiento de aguas residuales puede eliminar completamente de ellas a las bacterias patógenas que siempre están presentes potencialmente. Cuando las aguas residuales o los afluentes de sus tratamientos se descargan en masa de agua que van a usarse como fuente de abastecimiento público, o para propósitos recreativos se requiere un tratamiento para destruir organismos patógenos a fin de que sean mínimos los peligros para la salud debidos a la contaminación de tales aguas receptoras. Tal tratamiento se conoce como desinfección, generalmente, es a base de cloro. El cual se aplica para ⁽²⁸⁾:

- a) Desinfección o destrucción de organismos patógenos
- b) Prevención de la descomposición de las aguas residuales para:
 - I. Controlar el olor
 - II. Protección de la planta
- c) Como auxiliar en la operación de la planta para:
 - I. Sedimentación
 - II. Filtros goteadores
 - III. Abultamiento de los lodos activados
- d) Ajuste o abatimiento de la demanda bioquímica de oxígeno

Para optimizar estos productos intensos en energía son necesarios una extrema vigilancia y control así como frecuentes verificaciones analíticas.

Operación y/o proceso unitario		Grupo de Contaminantes	
Físicos Minerales Sólidos Nutrientes Metales alcalinos y alcalino-térreos y totales Metales alcalino-térreos y alcalinos sólidos Metales pesados totales Biológicos Materia Orgánica Grasas y Aceites Sustancias activas al azul de metileno Hidrocarburos alifáticos halogenados Hidrocarburos aromáticos halogenados Hidrocarburos aromáticos Hidrocarburos poliaromáticos Hidrocarburos poliaromáticos halogenados Eteres halogenados Nitrocompuestos alifáticos Nitrocompuestos aromáticos Fenoles Fenoles clorados Bifenilos policlorados Pesticidas clorados Esteres del ácido fático	Sedimentación	*	*
	Flotación	+	+
	Filtros rociadores	*	*
	Lodos activados	*	*
	Lagunas de aeración	*	*
	Lagunas de estabilización	*	*
	Contactos anaerobicos	*	*
	Biodiscos	*	*
	Aeración extendida	*	*
	Cloración	+	+
	Ozonación	+	+
	Irradiación	+	+
	Microcribado	+	+
	Clarificación	+	+
	Filtros rápidos	+	+
	Filtros con diatomeas	+	+
	Adsorción	*	*
	Oxidación química	+	+
	Electrodialisis	+	+
	Intercambio iónico	*	*
Osmosis inversa	**	**	
Precipitación química	A	A	
Nitrificación - desnitrificación	+	+	
Desgastificación	+	+	

REMOCIÓN DEL MATERIAL, EN %

Simbología

+ = 0 - Información
 * < 25 A Aumento
 ** < 50 I Interferencia
 *** > 50

Cuadro 2 INFLUENCIA DE LOS PROCESOS EN LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES

SEDUE (1988); Los Distritos de Control de la Contaminación del Agua en el Plan Nacional de Desarrollo; DGPCCA

7. RIESGOS Y EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES EN LA SALUD PÚBLICA.

7.1 RIESGOS DERIVADOS DE AGENTES BIOLÓGICOS TRANSMITIDOS POR INGESTIÓN DE AGUA CONTAMINADA ⁽²²⁾

Los principales agentes biológicos transmitidos por la ingestión de agua contaminada pueden agruparse en la siguiente categoría: Bacterias patógenas, virus, parásitos y otros organismos. Entre los contaminantes figuran las excretas fecales y urinarias del hombre y los animales, aguas negras y afluentes de alcantarillado; tanto los enfermos como los portadores eliminan agentes patógenos en las heces y en la orina propagando las infecciones.

Las bacterias patógenas, transmitidas directamente por el agua, e indirectamente por el agua y los alimentos, constituyen una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en países subdesarrollados. Incluyen los agentes causantes de grandes enfermedades epidémicas (cólera y fiebre tifoidea) y los casos de diarrea infantil, disentería y otras enfermedades entéricas.

Las infecciones bacterianas, especialmente las causadas por el grupo de Salmonella, pueden ser transmitidas por mariscos de aguas contaminadas ⁽²⁹⁾.

Las fiebres tifoidea y paratifoidea están muy extendidas en todo el mundo; la salmonelosis aunque transmitida por los alimentos puede propagarse por el agua. El cólera puede transmitirse de una persona a otra pero el medio más importante de propagación es el agua.

Los virus que se multiplican en el tubo digestivo del hombre pueden ser excretados en las heces en cantidades considerables, pueden encontrarse en aguas negras y contaminadas pero su simple presencia no indica necesariamente un riesgo potencial para el hombre. Los virus encontrados más frecuentemente en las aguas contaminadas y afluentes de alcantarillado son los enterovirus (virus poliomiélico, coxackie y ECHO), adenovirus, reovirus y el virus de la hepatitis infecciosa ⁽²⁹⁾.

Entre los parásitos que pueden ser ingeridos se encuentra la *E. histolytica*, es el agente casual de la amibiasis intestinal y de formas extraintestinales de la enfermedad como el absceso hepático amibiano, amibiasis cutánea etc., este parásito está muy difundido en los países cálidos y en donde las condiciones sanitarias son deficientes como el país. El quiste

amibiano es resistente al cloro en las dosis que regularmente se utilizan para el tratamiento del agua ⁽⁵⁹⁾.

Algunos helmintos intestinales, como *Ascaris lumbricoides* y *T. trichurisa*, pueden ser también transmitidos por el agua, su modo de transmisión es la ingesta de tierra contaminada. La distomatosis es otra enfermedad que puede contraerse al ingerir agua contaminada que contenga quistes.

7.2 RIESGOS DERIVADOS DE AGENTES BIOLÓGICOS TRANSMITIDOS POR CONTACTO CON AGUA CONTAMINADA

De las enfermedades transmitidas por penetración de la piel y ciertas membranas mucosas, la esquistosomiasis es la más extendida ⁽³⁾.

Ciertos parásitos causan enfermedades en esta forma:

- a) Esquistosomiasis, puede causar graves lesiones patológicas, agota la energía, reduce la resistencia y el rendimiento del trabajo, en muchos lugares del mundo las personas que se bañan en los lagos, pueden contraer "Prurito de los nadadores", dermatitis causada por la introducción cutánea de cercarias.
- b) Riesgos de los balnearios y las aguas litorales para la salud. Son cada vez más numerosas las personas que utilizan las playas para fines recreativos y consumir pescados y moluscos de mar procedentes de aguas contaminadas ⁽²⁾.

No hay fundamento conocido para establecer una calidad bacteriológica limitante para las aguas litorales por encima de la cual existe el peligro de que los baños de mar originen una infección. Los recuentos máximos aceptables de coliformes en nuestro país llegan a la elevada cantidad de 10,000 organismos por 100 ml de agua ⁽⁶²⁾.

7.3 RIESGOS DE CONTAMINACIÓN QUÍMICA ^(22, 29)

Algunos contaminantes como nitratos, arsénico y plomo sí exceden cierta concentración pueden constituir un riesgo tóxico directo cuando se ingieren con el agua, otros elementos del agua como los fluoruros, resultan beneficiosos para la salud en pequeñas cantidades,

aunque tóxicos si se ingieren en cantidades mayores. Ciertas sustancias o características químicas pueden afectar la aceptabilidad del agua para beber, entre ellas figuran las que causan malos olores o sabores, acidez o alcalinidad, sin embargo su ingestión es solo una vía de exposición. El hombre puede estar expuesto a contaminantes del agua por contacto directo ⁽³⁾ (fines recreativos o higiene personal). Las posibles repercusiones para la salud de estos usos del agua incluidos los agrícolas e industriales son menos comprendidos y no existe control de esta exposición.

Los contaminantes químicos influyen indirectamente en la salud humana al alterar los ecosistemas acuáticos o al acumularse en los organismos utilizados como alimento humano, en las concentraciones existentes de algunos contaminantes en masas de agua sus efectos pueden constituir aspectos de salud pública importantes, merecen especial consideración sustancias tales como compuestos tóxicos y plaguicidas organoclorados ⁽⁵⁾.

8. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO ^(5, 64, 76)

La Delegación de Xochimilco se encuentra ubicada al sureste del Valle de México dentro de los límites del Distrito Federal y cuenta con una superficie 12 000 Ha. Colinda con las Delegaciones de Tlalpan, Milpa Alta, Tlahuac y Coyoacán; en dimensiones territoriales, es de las más grandes de las 16 delegaciones. fig. 2 y 3

8.1 HIDROGRAFÍA

Dentro de la Delegación Xochimilco se ubica el lago de Xochimilco que mide aproximadamente 3200 metros de norte a sur y 9600 metros de este a oeste. La profundidad va de 1 a 10 metros y abarca un área aproximada de 24 kilómetros cuadrados.

Presenta una importancia hidrológica por las innumerables zanjas y algunos canales ubicados en una zona chinanpera. Los canales son: Cuemanco, Apatlaco, Tlicuili, Nacional Tezhuilo, Apampilco, Japón, La Noria, Amelalco y Atlitic. Las lagunas son: El Toro, La Virgen, Tlilac, Tlicuili, Tezhuilo, Caltongo y Xaltocan. Los manantiales más importantes son: San Luis, Santa Cruz, Nativitas y la Noria; que proveen de agua potable a la ciudad de México.

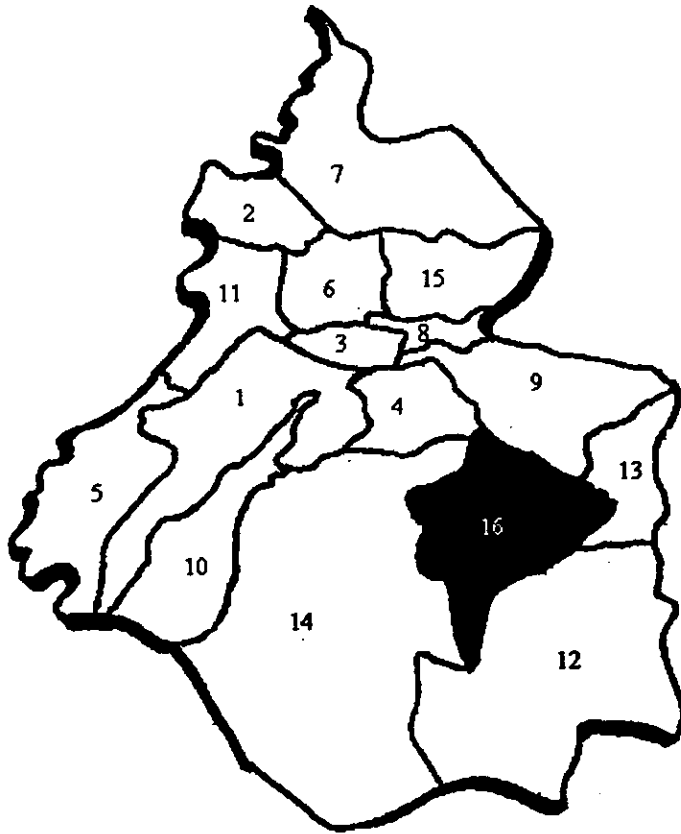


Fig. 2 DISTRITO FEDERAL

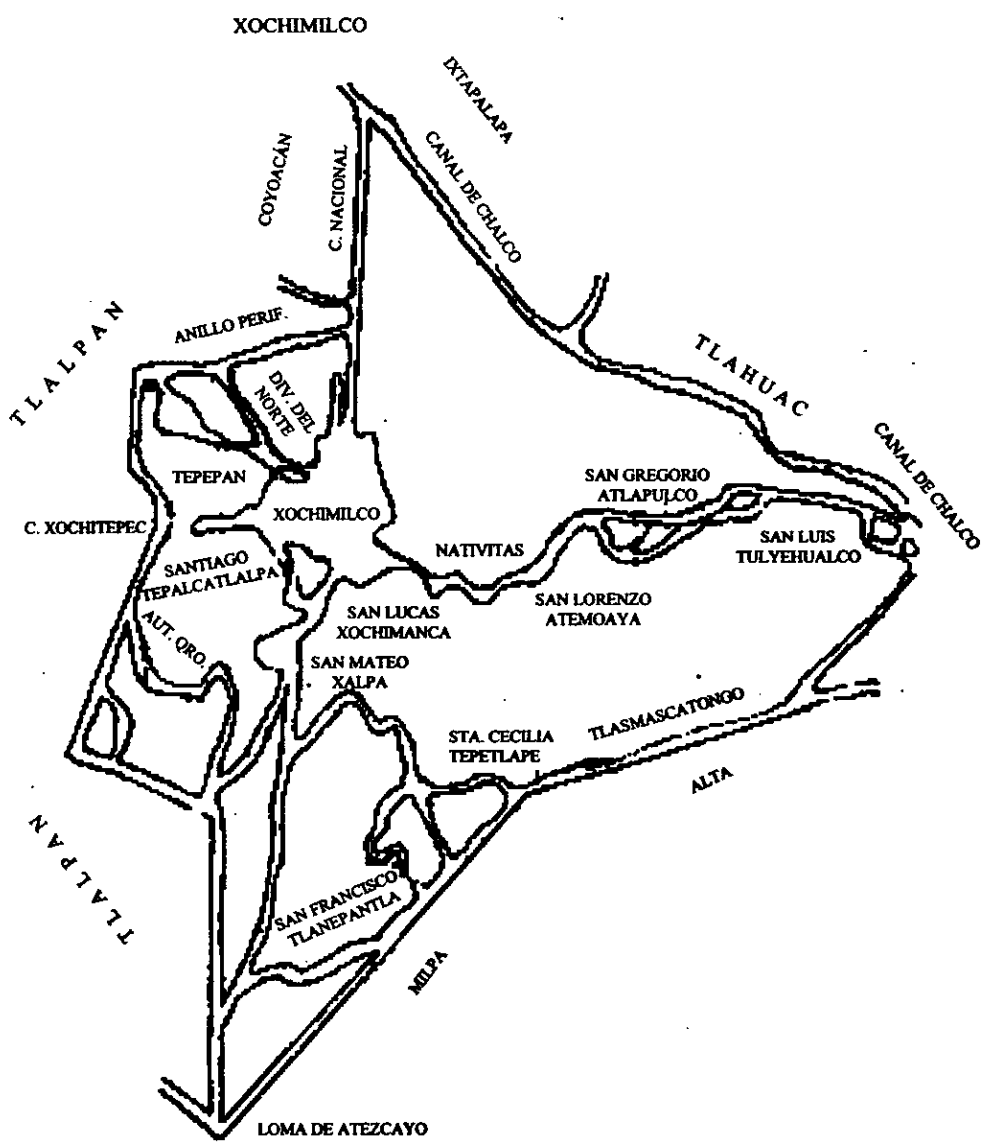


Fig. 3 XOCHIMILCO

8.2 RELIEVE Y CLIMAS

Xochimilco presenta un relieve múltiple que se divide en tres grandes zonas ⁽⁵⁾:

- a) Lacustre
- b) Montañosa
- c) Planos

Al igual que el valle de México, presenta un clima templado con verano lluvioso e invierno benigno ⁽³²⁾.

8.3 VEGETACIÓN

En los relieves elevados del sur de la delegación, exceptuando los cerros de Xochitepec y Teuhitl, se encuentran zonas de vegetación de bosque mixto de pinos, cedros, ahuehuetes principalmente; aunque en la zona de San Gregorio Atlapulco, también podemos ver tepozanes, eucaliptos, pinos de varias especies y encinos a la orilla de las chinampas.

En la vegetación acuática la especie más importante por el tamaño de su población y biomasa es el lirio acuático; también encontramos chilacastle, tules y varias especies de zacates ⁽⁵⁾.

8.4 FAUNA

La fauna es muy variada dado que existen diferentes microhabitats. Se encuentran representadas treinta y siete familias de invertebrados en setenta géneros, treinta y una familias de vertebrados con noventa y cinco géneros.

Dentro del grupo de vertebrados encontramos a mamíferos como: zorrillos, comadrejas, cacomixtles.

8.5 SUELOS

Los suelos de la zona chinampera de Xochimilco tienen diferencias entre sus propiedades fisicoquímicas, pero en general se puede decir que tienen colores oscuros, densidades aparentes bajas, densidades reales bajas, textura franca, pH de 7.5 – 10.5, altos porcentajes de materia orgánica, ricos en nutrimentos, y además con exceso de sales y sodio ⁽²⁴⁾.

8.6 ACTIVIDADES

El 40% de la población económicamente activa ⁽⁶⁴⁾ de la Delegación Xochimilco, aún se encuentra dedicada a las actividades agropecuarias, son personas dedicadas al comercio de flores y plantas para jardinería, así también legumbres y otros productos.

III. JUSTIFICACIÓN

El área de estudio para este trabajo fue la delegación de Xochimilco y los lugares muestreados fueron: dos plantas de tratamiento, cerro de la Estrella y San Luis Tlaxialtemalco a diferentes etapas de tratamiento; así mismo dos afluentes, canal de Mixquic y Urrutia; además un tanque de almacenamiento en Aculco previo a su tratamiento.

El procedimiento para la recolección de las muestras de agua para el análisis bacteriológico depende del tipo de agua que se desee muestrear. La colección, preservación y almacenamiento de la muestra son decisivos en los resultados de los análisis de la calidad del agua.

Por lo tanto, un programa de muestreo establece una serie de precauciones y condiciones que deben ser observadas a fin de obtener resultados significativos en el trabajo, tiene que ser planeado para satisfacer los objetivos del estudio, además de estar dentro de las limitaciones de tiempo, dinero y potencial humano disponible.

Actualmente Xochimilco es uno de los proveedores de productos vegetales alimenticios en el D.F., los cuales son regados con aguas tratadas. Por esta razón el presente trabajo llevó a cabo la evaluación de la calidad de la misma para asegurar que no exista la presencia de microorganismos que puedan causar enfermedades graves en el humano.

Cuando se está seguro de que no existen estos microorganismos, las frutas y hortalizas que consumimos cotidianamente ya sea cocinadas o procesadas son regadas con aguas tratadas y desinfectadas, y esto trae como consecuencia la ausencia de enfermedades en los consumidores.

IV. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

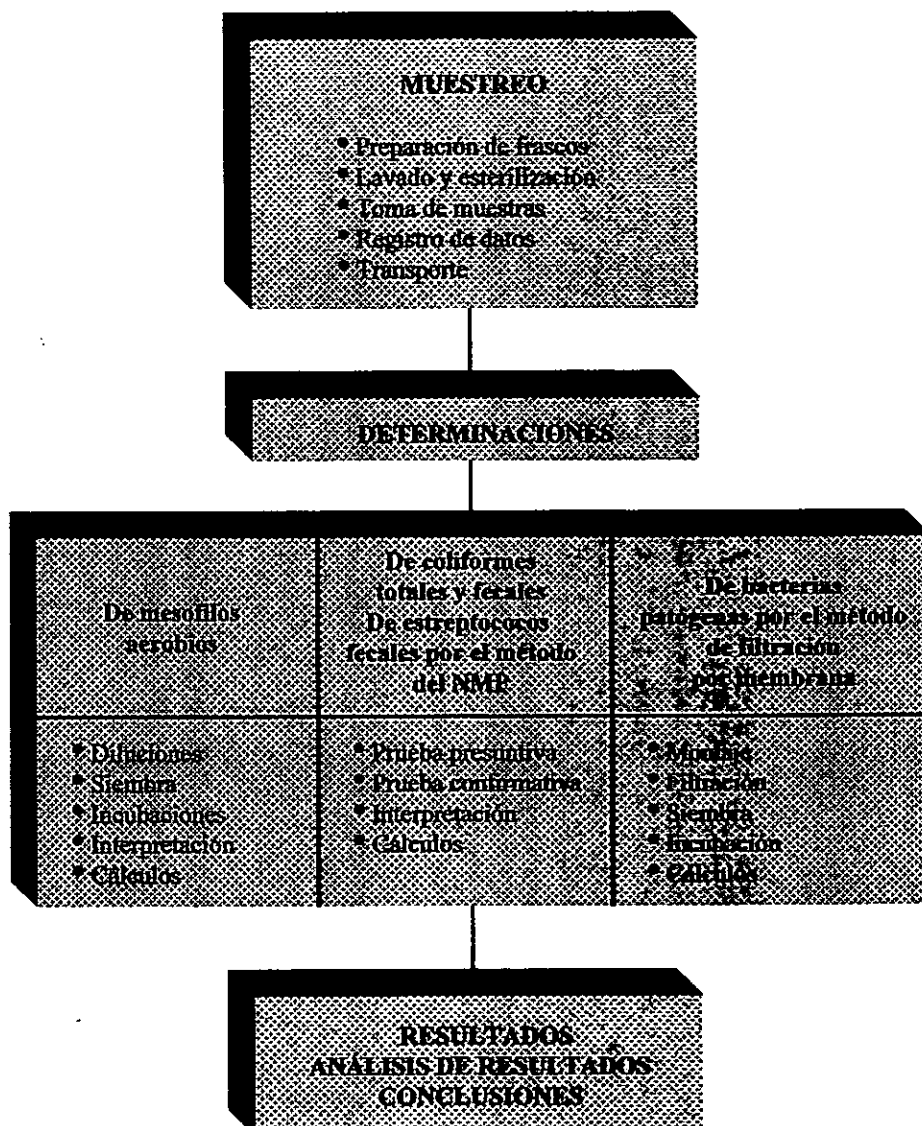
- Evaluar la calidad del agua tratada mediante indicadores biológicos, de tal forma que garantice su manejo seguro y confiable para el riego de hortalizas y sin detrimento de las actividades que la demande.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar el análisis microbiológico de aguas residuales tratadas en la Delegación de Xochimilco.
- Determinar la cuantificación bacteriológica (NMP) de las aguas residuales antes y después de su tratamiento en la Delegación de Xochimilco.
- Aislar e identificar bacterias importantes en salud pública a partir de muestras de agua tratada.

V. PARTE EXPERIMENTAL

El siguiente esquema muestra la realización de la parte experimental



1. MUESTREO

1.1 PREPARACIÓN DE FRASCOS ^(10, 15)

Los recipientes para la toma de muestras bacteriológicas deben ser resistentes a las condiciones de esterilización y a la acción de solventes; con capacidad suficientes para contener el volumen de la muestra para análisis.

Se deben utilizar botellas de vidrio neutro o plástico, no tóxico, de boca ancha, con tapa protectora y cierre hermético. El uso de botellas de boca ancha es recomendable porque disminuye la posibilidad de contaminación en el momento de la toma de la muestra. Si la capacidad debe ser, por lo menos de 125 ml con el objeto de poder tomar una muestra de 100 ml y dejar un espacio vacío para tener un buen mezclado del agua antes del análisis.

Las muestras bacteriológicas deben ser protegidas por la adición de agentes preservativos, los únicos aditivos químicos permitidos son el tiosulfato de sodio y el ácido etilen-diamino tetraacético.

Para evitar la acción bactericida del cloro residual se usa el tiosulfato de sodio, el cual se aplica a las botellas antes de ser esterilizadas en una cantidad que proporcione una concentración aproximada de 1000 mg/l. Cada botella en la cual se muestrea aproximadamente 100 ml de agua debe contener 0.1 ml de una solución de tiosulfato al 10%. Esta es suficiente para neutralizar una muestra que contenga 15 mg/l de cloro residual.

Se debe evitar cantidades excesivas de tiosulfato de sodio pues esto ayudaría al desarrollo de las bacterias posiblemente presentes en la muestra del agua alterando la concentración de las mismas durante el tiempo transcurrido entre la colecta y el inicio del examen. En el cuadro 3 se muestran las formas de preservar las muestras dependiendo del tipo de análisis que se desea determinar.

PARAVIDRIO	TIPO DE ENVASE	VOLUMEN REQUERIDO (ml)	PRESERVATIVO	TIEMPO Y TIPO DE ALMACENAMIENTO RECOMENDADO
------------	----------------	------------------------	--------------	---

FLORUROS	P	300	NO REQUIERE PRESERVACION	28 DIAS
FOSFATOS	V	100	PARA DISOLVER FOSFATOS FILTRAR INMEDIATAMENTE: REFRIGERAR, CONGELAR (-10 C)	48 HORAS 28 DIAS
GRASAS Y ACEITES	V	1000	AÑADIR H SO A Ph <2, REFRIGERAR PARA DISOLVER FOSFATOS FILTRAR INMEDIATAMENTE: Y AGREGAR HNO HASTA Ph <2	6 MESES 7 DIAS
METALES	V, P, V			
NITROGENO AMONIACAL	V, P, V	500	ANALIZAR TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE O AÑADIR H SO HASTA Ph <2 Y REFRIGERAR	48 HORAS
NITROGENO COMO NITRATOS	V, P	100	AÑADIR H SO HASTA Ph <2, REFRIGERAR	NINGUNO
NITROGENO COMO NITRITOS	V, P	100	ANALIZAR TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE O REFRIGERAR O CONGELAR A (-20 C)	7 DIAS
NITROGENO ORGANICO	V, P	500	ANALIZAR TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE O REFRIGERAR, AÑADIR H SO HASTA Ph <2 REFRIGERAR	7 DIAS
MATERIAL SEDIMENTABLE	V, P			
OLOR	V		ANALIZAR TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE, REFRIGERAR	6 HORAS
ACIDEZ	V, P	100	REFRIGERACION	24 HORAS
ALCALINIDAD	V, P	200	REFRIGERACION	24 HORAS
ANALISIS BACTERIOLÓGICO	V, P	100	REFRIGERAR	6 HORAS
CIANUROS	V, P	500	REFRIGERACION	24 HORAS
COLOR RESIDUAL	V, P	500	AÑADIR NaOH HASTA Ph <12, REFRIGERAR EN LA OSCURIDAD	0.5 HORAS
CONDUCTIVIDAD	V, P	500	ANALIZAR INMEDIATAMENTE	48 HORAS
D.B.O.	V, P	500	REFRIGERAR	28 DIAS
FENOLES	V, P	100	REFRIGERAR	6 HORAS
p.H.	V	500	REFRIGERAR, AÑADIR H SO HASTA Ph <2	2 HORAS
TEMPERATURA	V, P		ANÁLISIS INMEDIATO	24 HORAS
TURBIEDAD	V, P		ANÁLISIS INMEDIATO	24 HORAS
SÓLIDOS	V, P	200	ANÁLISIS MISMO DÍA O ALMACENAR EN LA OSCURIDAD REFRIGERACION	7 DIAS
S.A.A.M.	V, P			
OXIGENO DISUELTO	V (FRASCOS PARA DBO)		ANALIZAR TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE	2 HORAS

NOTAS:
 V= VIDRIO
 P= PLASTICO
 P= PLASTICO RESISTENTE AL CALOR
 REFRIGERAR = ALACENAMIENTO A 4 C
 V= VIDRIO BORO SOLICATO
 V= VIDRIO ENJUAGADO C/SOLVENTE ORG.
 V - P = ENJUAGADO CON SOL. DE HNO

Cuadro 3 VOLUMEN REQUERIDO DE MUESTRA, TIPO DE ENVASE, PRESERVATIVO RECOMENDADO Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO

1.2 LAVADO Y ESTERILIZACIÓN ⁽¹²⁾

Se puede efectuar el lavado del material de muestreo al igual que el resto del material de vidrio, por medios normales o por máquinas destinadas a este fin; lo importante es que la limpieza sea completa y que no queden residuos tóxicos de detergentes u otros materiales empleados en la limpieza.

Las botellas de vidrio se deben esterilizar a una temperatura de 170° C, durante una hora, también pueden ser esterilizadas en autoclave a 121° C por 15 minutos colocándoles, si el tapón es de vidrio esmerilado, una tira de papel entre la tapa y el cuello de la botella antes de la esterilización para facilitar su apertura durante su muestreo. Encima de la tapa, cubriendo a su vez el cuello del frasco, colocar un capuchón de papel de aluminio o papel kraft resistente para protegerlo de contaminación posterior durante su manejo.

1.3 TOMA DE MUESTRAS ⁽¹⁵⁾

Cuando se toma la muestra, se debe dejar un espacio (por lo menos de 2.5 cm) para facilitar el mezclado previo al análisis. Las muestras deben ser tomadas en ciertos puntos fijos, tales como estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento etc.

Toma de la muestra de la red de distribución

Para la toma de la muestra de agua de llaves, filtros, etc., limpiar perfectamente la boca de la llave o salida de agua con una torunda de algodón tallando hasta que no se desprenda más suciedad u óxido. Abrir la llave y dejar correr el agua durante un minuto o el tiempo necesario para desalojar la tubería. Llenar el frasco a 2/3 de su capacidad. Al destapar el frasco y durante la maniobra, tener cuidado de no contaminar la boca del frasco ni el interior del tapón.

Aguas corrientes

En caso de agua corriente se efectuará una maniobra similar, ejecutando al desplazamiento del frasco en dirección opuesta a la de la corriente.

Agua embotellada

Tomar varios envases de agua, de preferencia poco después de haber sido embotellada. Enviar al laboratorio inmediatamente para su análisis.

1.4 REGISTRO DE DATOS ⁽¹⁰⁾ Y TRANSPORTE

La muestra debe ser perfectamente identificada, marcar y pegar al frasco una etiqueta con los datos de identificación de la fuente, lugar de muestreo, fecha, hora de recolección. Anexo a la muestra nombre del muestreador y todos aquellos informes que pueden ser útiles para realizar un análisis correcto o explicar resultados extraños. Trasládalo al laboratorio inmediatamente, conservándolo a una temperatura de 4 a 10° C. De preferencia dentro de la siguiente hora al muestreo conservándose en una hielera mientras es transportada. La temperatura de refrigeración debe ser entre 4 – 10° C, especialmente si se requiere un recuento total en placa o si se sospecha que el agua esta contaminada de organismos patógenos.

El tiempo a transcurrir entre la toma de muestra y el análisis no debe exceder de 6 horas para muestras de agua contaminada y de 30 horas, para muestras de agua potable. Cuando las condiciones no permiten que se realice el análisis antes del tiempo máximo indicado, se recomienda efectuar al análisis en el sitio de muestreo con un equipo portátil.

2. DETERMINACIONES

El análisis bacteriológico del agua para la detección de bacterias consiste de tres métodos principalmente:

- 1) Recuento en placa de mesofilos aerobios
- 2) Métodos de fermentación en tubos múltiples (NMP)
- 3) Prueba para la detección de bacterias enteropatógenas

Cuando las muestras tienen una gran cantidad de bacterias es necesario hacer diluciones decimales, para lo cual se utiliza agua estéril. Como se indica en la fig. 4, 1 ml de la muestra homogeneizada es adicionada a un tubo, conteniendo 9 ml de agua estéril, mezclar y pasar de esta solución 1 ml a otro tubo dependiendo de las diluciones que se quieran manejar.

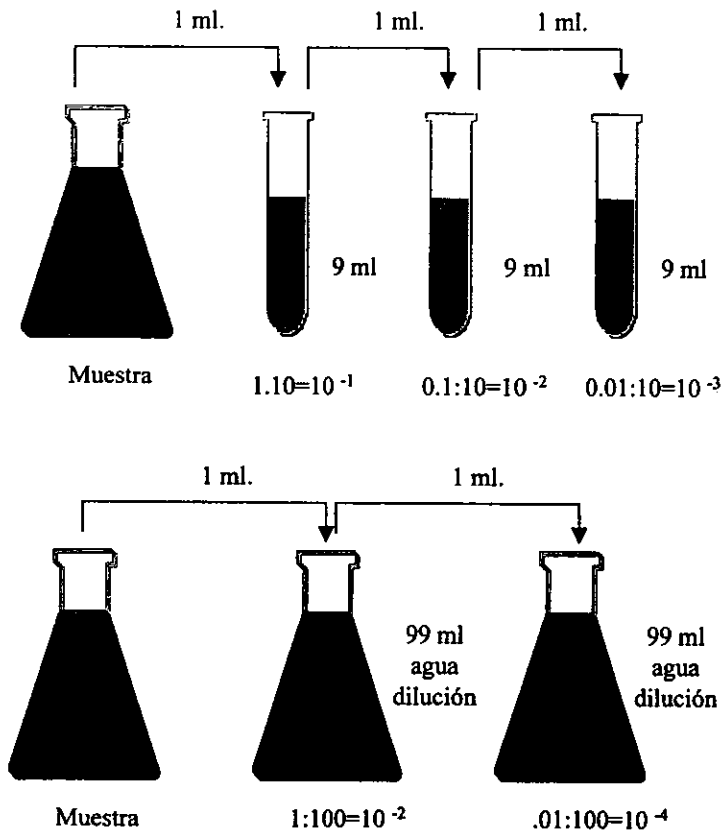


Fig. 4 PREPARACIÓN DE DILUCIONES EN TUBOS Y FRASCOS

2.1 MESOFILOS AEROBIOS

Para determinar la cuenta total de microorganismos mesofílicos aerobios facultativos presentes, se utiliza la técnica de recuento en placas con crecimiento en la superficie, consiste obtener sobre el agar gelificado en placas, diluciones de 1, 0.1 ml de la muestra se incubaba a 20° C por 48 horas, o a 35° C por 24 horas, se hace el recuento de colonias desarrolladas por dilución de la muestra.

Se debe tener especial cuidado al preparar las placas previas a su inoculación; la superficie de la placa debe encontrarse libre de humedad excesiva para evitar o limitar la confluencia y extensión del desarrollo bacteriano, y permita una definición clara de las colonias. Los medios deben ser fundidos con calentamiento rápido y homogéneo cuando se alcance la temperatura de 121° C cesar el calentamiento, sacar los medios al ambiente hasta alcanzar una temperatura de 55 ± 1° C. Sumergir los medios en un baño de agua a 45 ± 1° C para mantenerlos fundidos. No deben conservarse más de 3 horas a esta temperatura.

Marcar las cajas con los datos necesarios para su identificación, clave, dilución, fecha y medio de cultivo. Para realizar el recuento en placa de estos microorganismos se utilizó la técnica por extensión en superficie.

PROCEDIMIENTO

Se agitó el frasco conteniendo la muestra mediante 25 movimientos en arcos en un lapso de 7 segundos. La uniformidad de esta operación en todos los casos conduce a resultados más consistentes.

Evitando todo tipo de contaminación durante las operaciones:

- 1) Se prepararon diluciones sucesivas de la muestra desde 10^{-1} – 10^{-10}
- 2) Se vaciaron 15 ml del medio de cultivo en cada una de las dos cajas petri y dejaron solidificar. Colocándose las cajas en la incubadora con la tapa ligeramente removida durante 3 horas. No se utilizaron placas conservadas durante más de 24 horas. A temperatura ambiente o 7 días en refrigeración.
- 3) Se inocularon de cada dilución, 0.1 ml sobre la superficie de una placa, las cajas se prepararon por duplicado.

- 4) Se extendió con la varilla el inoculo en toda la **superficie** de la placa, pasando la varilla repetidas veces. Se depositó el inoculo en las **placas**, conforme se progresa en las diluciones. Como se indica en la fig. 5. Utilizando una varilla por cada dilución.
- 5) Se dejaron las cajas a temperatura ambiente **durante** 15 minutos, incubándose en posición invertida durante 48 horas a $35^{\circ}\text{C} = 2^{\circ}\text{C}$.
- 6) Se seleccionaron las placas que mostraron un **máximo** 100 colonias para el conteo. Se contaron todas las colonias desarrolladas en las **placas** no importando las características que presentaron.
- 7) Se multiplicó la cuenta por 10 y por la inversa de la dilución correspondiente.
- 8) Reportando la cuenta de colonias de bacterias **mesofilicas** aerobias a 35°C por 24 hrs./ml.



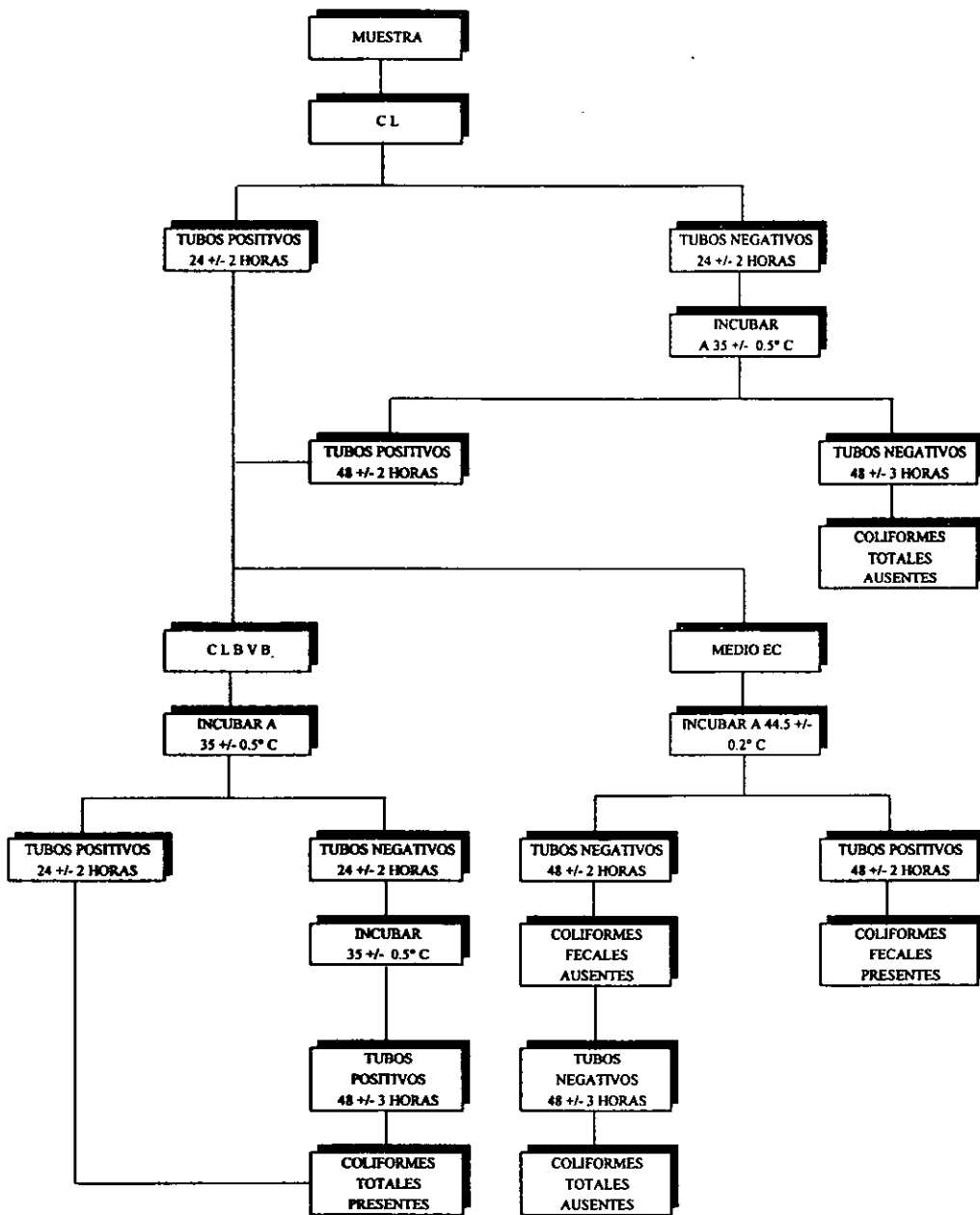
Fig. 5 TÉCNICA POR EXTENSIÓN EN SUPERFICIE

2.2 COLIFORMES TOTALES Y FECALES

La cantidad de microorganismos que se desarrollan en un medio determinado puede conocerse por diversos métodos convencionales⁽⁶⁶⁾. Es un hecho que el recuento directo de microorganismos al microscopio tiene la ventaja de incluir en la cuenta a los microorganismos vivos y a los muertos.

La determinación de la cantidad de microorganismos por el método del Número más probable (NMP), proporciona una estimación de los microorganismos vivos existentes en una muestra y se fundamenta en la fermentación de lactosa con formación de gas en condiciones específicas de tiempo y temperatura por medio del grupo coliforme. Se determinó mediante dos pruebas cuadro 4:

- a) Prueba presuntiva
- b) Prueba confirmatoria



Cuadro 4 DETERMINACION POR EL MÉTODO DEL NMP

PROCEDIMIENTO

1. Se agitó la muestra original e incubándose porciones de 10 ml de la muestra en tres tubos conteniendo 20 ml de caldo lactosado, ya estéril preparados al doble de su concentración normal. También se inoculó 1 y 0.1 ml de la muestra de agua en dos series de tres tubos cada uno con caldo lactosado preparados a una concentración normal.
2. Se taparon las series de tres tubos, marcándolos perfectamente para evitar que se confundieran. Homogeneizándose todos los tubos.
3. Se inocularon todos los tubos de las diluciones seleccionadas a 35° C durante 24 ± 2 horas.
4. Se revisaron los tubos de fermentación para observar si dentro de los tubos Durham se había formado gas, lo cual sucedió, considerándose la prueba positiva. Se anotaron los tubos positivos separándolos para la prueba confirmatoria.
5. Se incubaron los tubos que no presentaron formación de gas otras 24 ± 2 horas.
6. La formación de gas dentro de 48 ± 3 horas de incubación total constituyó una prueba positiva y dio un indicio de la presencia de coliformes.

La ausencia de gas al final de las 48 horas de incubación hubiera indicado una prueba negativa es decir, ausencia de coliformes y por lo tanto, el análisis quedaría concluido.

PRUEBA CONFIRMATORIA PARA COLIFORMES TOTALES

1. Se agitó y se sometió a la prueba confirmatoria todos los tubos de caldo lactosado mostrando cualquier cantidad de gas a las 24 o 48 horas.
2. Se sembró en tres tubos de fermentación que contenían caldo lactosado bilis verde brillante estéril, utilizándose una asa de siembra esterilizada en la flama del mechero, ésta debe enfriarse antes de introducirla al tubo positivo como indica la fig. 6.
3. Se incubaron los tubos a $35 \pm 0.5^{\circ}$ C.
4. Se examinó cada tubo a las 24 ± 2 horas. Los tubos que presentaron formación de gas se consideraron positivos. Incubándose los tubos que no presentaron formación de gas otras 24 ± 2 horas.

5. La formación de gas dentro de las 48 horas de incubación total, constituyó una prueba confirmativa de la presencia de coliformes totales.

PRUEBA CONFIRMATORIA PARA COLIFORMES FECALES

1. Los tubos que resultaron positivos de la prueba presuntiva, fueron inoculados usando un asa de platino, de una a tres veces en tubos de fermentación medio EC.
2. Inoculándose los tubos a $44 \pm 0.5^\circ$ C durante 48 ± 3 horas.
3. La formación de gas dentro de 48 ± 3 horas de incubación constituyó una prueba de la presencia de coliformes fecales.

2.3 ESTREPTOCOCOS FECALES

La determinación de enterococos o estreptococos fecales, confirma la suposición de que organismos coliformes identificados en una muestra de agua, sea de origen fecal. Son microorganismos que se encuentran habitualmente en el tracto intestinal del hombre y de los animales. Complementan el análisis bacteriológico y corroboran la contaminación con heces.

Para su determinación se utilizó la técnica de dilución en tubos.

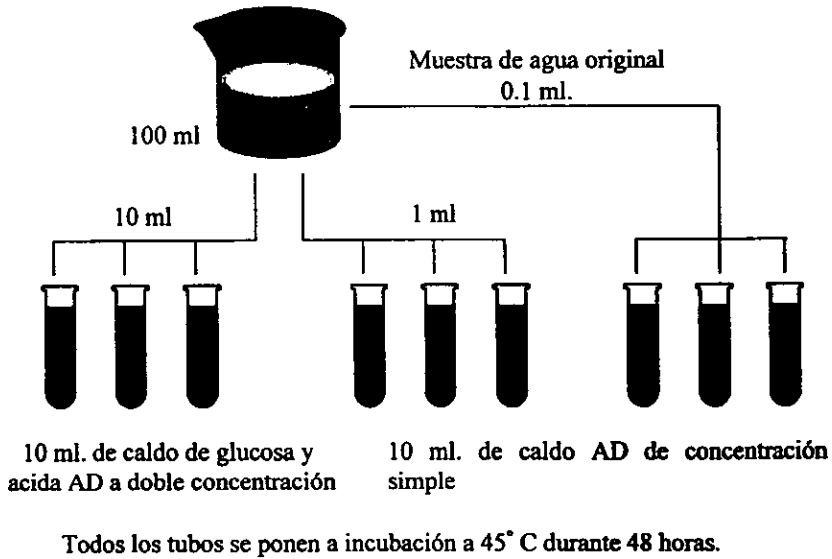
PROCEDIMIENTO

1. Se agitó la muestra y se prepararon de la misma forma que la técnica para coliformes, solamente que se utilizaron medios diferentes; estos medios fueron: Caldo glucosa y azida (AD), Caldo azida y violeta de etilo (EVA); para prueba presuntiva y confirmatoria respectivamente.
2. Se inocularon de la muestra 10, 1 y 0.1 ml en series de tres tubos respectivamente conteniendo medio AD estéril, los tres primeros con 20 ml de medio preparado a doble concentración y los otros seis tubos a concentración normal.
3. Todos los tubos fueron incubados a 45° C durante 48 horas, no obstante, fue aconsejable realizar una observación a las 24 horas de incubación.
4. Los tubos positivos fueron los que presentaron turbidez después del periodo de incubación, e indicaron la posible presencia de estreptococos en la muestra de agua analizada.
5. Con el fin de corroborar la presencia de estreptococos, estos tubos fueron analizados para llevar a cabo la prueba confirmatoria.

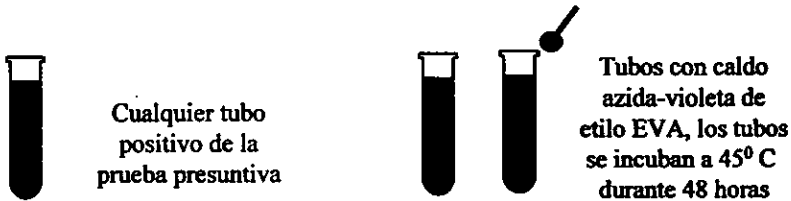
PRUEBA CONFIRMATORIA

1. Los tubos positivos de la prueba presuntiva fueron agitados para homogeneizar la muestra.
2. Los tubos fueron inoculados en series de tres tubos que contenían 10 ml de caldo EVA y se incubaron a 45° C.
3. Aquellos que presentaron turbidez y sedimento de color ladrillo fueron considerados positivos. fig.7

PRUEBA PRESUNTIVA



PRUEBA CONFIRMATIVA



Tinción de Gram
Si presenta bacterias
esféricas en forma de
cadenas es una prueba
positiva

**Fig.7 PRUEBAS PRESUNTIVA Y CONFIRMATIVA
PARA ESTREPTOCOCOS**

2.4 AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS ENTEROPATÓGENAS

Las enfermedades gastrointestinales agudas representan una de las principales causas de muerte en el mundo. Por esta razón es conveniente incluir en todo análisis bacteriológico del agua las pruebas que sean necesarias para detectar a la brevedad posible, la presencia de estos microorganismos patógenos fig. 8.

PROCEDIMIENTO

1. Se agitó la muestra para homogeneizar.
2. Se filtro la muestra a través de una membrana de 0.04 Mm.
3. Se traslado la membrana a los medios de enriquecimiento previamente preparados de Selenito y Tetrionato y fue sumergida totalmente dentro de los medios.
4. Incubándose los medios a 37° C durante 24 horas.
5. De los medios incubados se sembraron por triplicado en agar Mack Conkey, Salmonella-Shigella y Sulfito-Bismuto.
6. Se incubaron los medios a 37° C durante 24 horas.
7. Se seleccionaron las colonias típicas y mediante pruebas bioquímicas (TSI, LIA, Malonato, Urea, SIM, MR-VP), realizando la identificación.

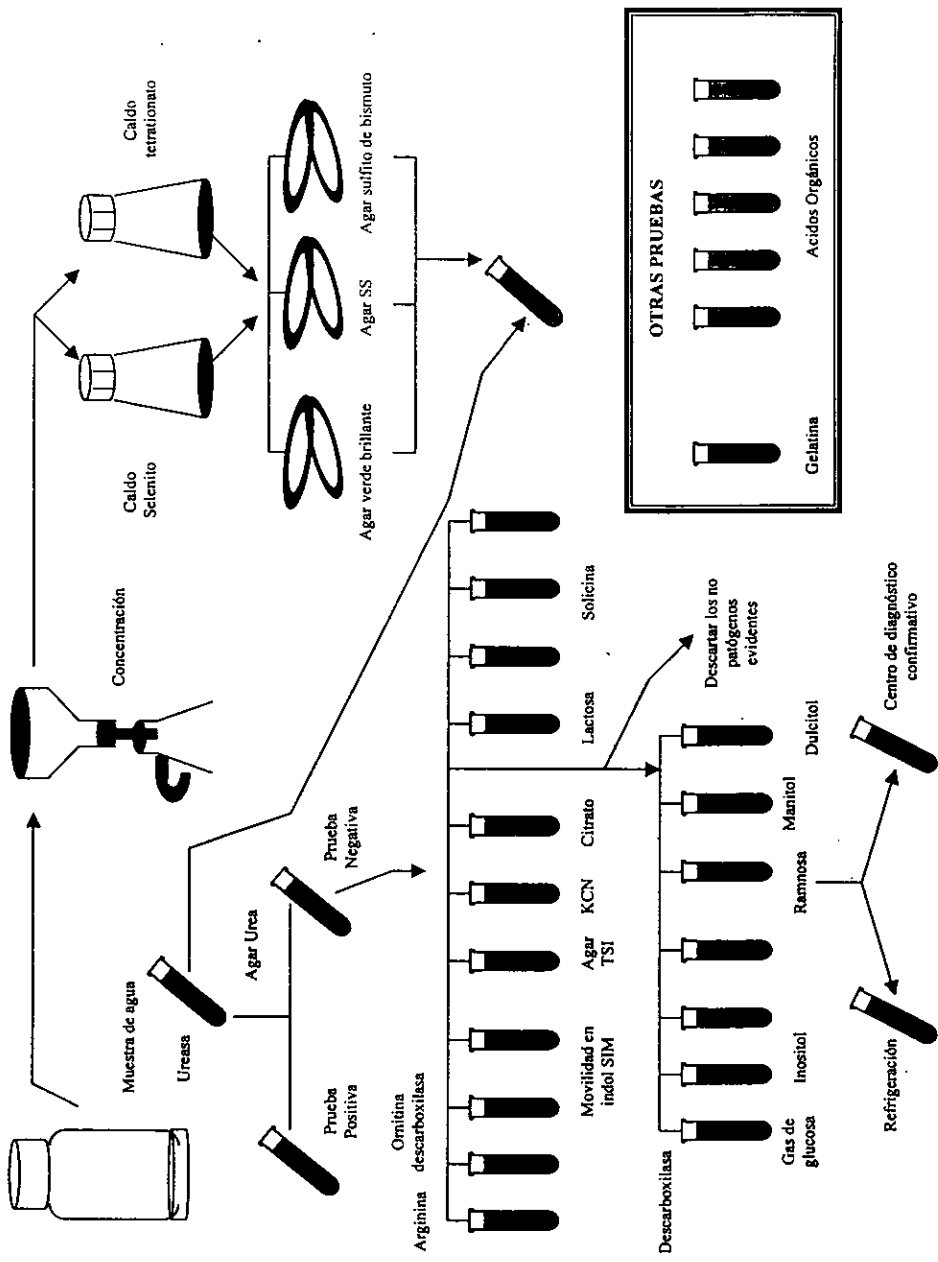


Fig. 8 PRUEBAS PARA DETECTAR MICROORGANISMOS PATOGENOS

VI. RESULTADOS

En el cuadro 5 se resumen los resultados obtenidos y se presenta el número de bacterias determinadas en las diferentes etapas de tratamiento de las plantas San Luis Tlaxialtemalco y Cerro de la Estrella, así como el tanque de almacenamiento de Aculco y los canales de Mixquic y Urrutia.

SAN LUIS TLAXIALTEMALCO			
ETAPA DE TRATAMIENTO	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	ESTRETOCOCOS FECALES
PRELIMINAR	> 2400	> 2400	> 2400
	> 2400	> 2400	> 2400
SEDIMENTADOR PRIMARIO	> 2400	> 2400	> 2400
	> 2400	210	> 2400
AEREACIÓN	> 2400	> 2400	> 2400
	> 2400	> 2400	> 2400
SEDIMENTADOR SECUNDARIO	> 2400	> 2400	> 2400
	> 2400	> 2400	> 2400
CLORACIÓN	23	23	< 3
	> 3	4	< 3
CERRO DE LA ESTRELLA	> 2400	> 2400	> 2400
	> 2400	> 2400	> 2400
PRELIMINAR	> 2400	> 2400	> 2400
	> 2400	> 2400	> 2400
AEREACIÓN	> 2400	> 2400	> 2400
	210	11	> 2400
SEDIMENTACIÓN	> 2400	> 2400	> 2400
	> 1100	> 210	> 2400
CLORACIÓN	> 2400	> 2400	15
	> 2400	> 2400	210
ACULCO	> 2400	> 2400	> 2400
	> 2400	> 2400	> 2400
CANAL DE URRUTIA	> 2400	> 2400	> 2400
	> 2400	> 2400	> 2400
CANAL DE MIXQUIC	> 2400	> 2400	> 2400
	> 2400	460	1100

Cuadro 5 NÚMERO MÁS PROBABLE

Resultados del control de bacterias mesofilicas registradas durante los diferentes tratamientos del agua.

PLANTA	TRATAMIENTO	DILUCIÓN Y No. DE COLONIAS UFC/ML.				
		10^{-6} (10^7)	10^{-7} (10^8)	10^{-8} (10^9)	10^{-9} (10^{10})	10^{-10} (10^{11})
SAN LUIS TLAXIALTEMALCO						
	1. Preliminar	285	283			
	2. Primario	213	120	100		
	3. Aereación		28	93	29	
	4. Secundario	103	205	87		
	5. Cloración	10	125	4		
CERRO DE LA ESTRELLA						
	1. Preliminar			150	30	66
	2. Aereación			15	70	
	3. Secundario			43	17	15
	4. Cloración			20	7	5
ACULCO						
				20	13	15

Cuadro 6 CUENTA TOTAL DE MICROORGANISMOS

Las bacterias que se lograron aislar e identificar son las siguientes:

SAN LUIS TLANIALTEMALCO
<i><u>Klebsiella oxitoca</u></i>
<i><u>Edwarsiella tarda</u></i>
<i><u>Kluyvera esorbata</u></i>
CERRO DE LA ESTRELLA
<i><u>Proteus mirabilis</u></i>
<i><u>Proteus rettgeri</u></i>
ACULCO
<i><u>Klebsiella ozaenae</u></i>
<i><u>Salmonella paratyphi A</u></i>
<i><u>Morganella morgani</u></i>
<i><u>Hafnia alvei</u></i>
FERRUTIA
<i><u>Providencia stuartii</u></i>
<i><u>Proteus morgani</u></i>
MINQUIC
<i><u>Salmonella paratyphi A</u></i>

Cuadro 7 AISLAMIENTO DE BACTERIAS

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos para la determinación de coliformes totales y fecales, así como de estreptococos fecales fueron evaluados empleando las tablas del número más probable (NMP) publicadas por American Public Health Association las cuales tienen un límite de confianza del 95% para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se utilizan tres alicuotas de 10 ml, tres de 1 ml y otras tres de 0.1 ml.

Este análisis fue aplicado con el número positivo de cada serie, obtenidos hasta las 48 horas \pm 2 horas; se buscó el NMP de coliformes de acuerdo a las tablas.

En caso de que no aparezca el código obtenido en la tabla, se puede determinar por la siguiente formula:

$$\text{NMP}/100\text{ml} = \frac{(\text{Número de tubos positivos}) (100)}{\frac{(\text{ml de mta en los tubos positivos})}{(\text{ml de mta de todos los tubos})}}$$

Los resultados se expresan en forma de quebrado, en donde el numerador es el número total de tubos positivos y el denominador el total de tubos empleados ⁽¹⁰⁾.

Coliformes totales y fecales

Los resultados que se obtuvieron empleando el número más probable (NMP) por 100 ml fue mayor de 2,400 coliformes en las diferentes etapas de tratamiento, presentándose una disminución al final. El primer estudio bacteriológico realizado por Jiménez Nuñez⁽⁷⁶⁾ reportó de 10,000 a 180,000 coliformes/100 ml. Otro estudio realizado por el Instituto de Geología⁽⁵²⁾ reportó 5×10^4 organismos/100 ml. Comparando estos datos con los del trabajo realizado se puede observar una disminución de los mismos, menor de 4 coliformes/100 ml en la etapa de cloración, lo cual puede deberse a que la cloración ha constituido uno de los más grandes avances en la desinfección de las aguas, siendo ampliamente utilizada a causa de su gran capacidad germicida.

Por lo anterior se puede deducir que en la planta de tratamiento de San Luis Tlaxialtemalco la concentración de estos indicadores microbiológicos, disminuyen notablemente menos de 4 coliformes/100 ml en comparación con la planta de tratamiento Cerro de la Estrella más de 2,400 coliformes/100 ml.

Existen reglamentos nacionales⁽¹⁵⁾ que indican un estándar microbiológico de menos de 1,000 coliformes/100 ml para el agua que es utilizada en la irrigación de cultivos vegetales que se consumen crudos y las frutas que tienen contacto directo con el suelo, con lo que podemos decir que el agua analizada de la planta San Luis Tlaxiátemalco es apta para el riego ya que contiene menos de 4 coliformes/100 ml. No así el agua analizada en la planta Cerro de la Estrella, la cual presenta 2,400 coliformes/100 ml.

En la literatura se han reportado los tipos de agua, de riego y de cultivos no permitidos que establece la Norma Técnica Ecológica en 1991 ⁽⁸³⁾, cuadro 8, la cual estipula las condiciones para el uso de aguas residuales de origen urbano y municipal o de la mezcla de éstas con la de los cuerpos de agua que se disponen para el riego de hortalizas de consumo crudo en lo relativo a parámetros bacteriológicos. Dichas aguas se clasifican en los siguientes tipos para efectos de determinar las clases de cultivos no permitidos.

Tipo 1

La que contenga menos de 1,000 coliformes totales/100 ml ó cuando más un huevo viable de helminto por litro de agua.

Tipo 2

La que contienen de 1 a 1,000 coliformes fecales/100 ml ó cuando más un huevo viable de helminto por litro de agua.

Tipo 3

La que contienen de 1,001 a 100,000 coliformes fecales/100 ml.

Tipo 4

La que contienen más de 100,000 coliformes fecales/100 ml.

Con base en lo anterior, se compararon los resultados registrados al finalizar el tratamiento en ambas plantas y se encontró que el agua tratada en la planta de San Luis Tlaxiátemalco se clasifica dentro del tipo 1 ó 2, ya que para determinar a cual de los dos corresponde se debió llevar a cabo un estudio y determinación de protozoarios, lo cual no fue objetivo del presente trabajo. El agua tratada en la planta Cerro de la Estrella pertenece al tipo 3, según las cifras registradas.

Estreptococos fecales

En la determinación de estreptococos fecales se encontró una disminución de estos, menos 4 microorganismos/100 ml en la planta de San Luis Tlaxialtemalco y menos de 15 microorganismos/100 ml en la de Cerro de la Estrella. En aguas potabilizadas la determinación de estreptococos es importante, pues los enterococos son más resistentes a la acción del cloro que las bacterias coliformes⁽⁶⁵⁾ y aquí nos damos cuenta que el tratamiento en la planta San Luis Tlaxialtemalco es eficiente. No podemos decir lo mismo de la del Cerro de la Estrella, debido a que no hubo disminución de coliformes. También es importante hacer notar que estas aguas no contienen un alto contenido de sales ya que los estreptococos pueden sobrevivir más tiempo que los coliformes en soluciones con altas concentraciones de ellas⁽⁶⁶⁾.

Por otro lado las concentraciones encontradas de coliformes y estreptococos en el Canal de Urrutia, en el Canal de Mixquic y en el tanque de almacenamiento en Aculco no disminuyeron, lo cual puede deberse a que existen aportaciones en el recorrido como son: descargas directas o bien multiplicación de los microorganismos.

En la Delegación Xochimilco por la presencia de canales hace difícil la construcción de infraestructura convencional para la recolección y disposición de aguas residuales⁽⁶⁹⁾. Por esta razón existen numerosas descargas directas a los canales provenientes de asentamientos en sus márgenes, situación que representa riesgo para la salud porque el agua de los canales se utiliza para riego de legumbres y por el contacto que puede tener la población que utiliza los canales para actividades recreativas.

Bacterias Patógenas

Las bacterias que se lograron aislar fueron algunas especies como: *Klebsiella oxitoca*, *Edwardsiella tarda*, *Kluyvera escorbata*, *Proteus mirabilis*, *Proteus rettgeri*, *Klebsiella ozaenae*, *Salmonella paratyphi A*, *Morganella morgani*, *Hafnia alvei*, *Providencia stuartii*, *Proteus morgani*.

Actualmente se sabe que cuando la densidad de coliformes fecales es mayor de 200/100 ml se incrementa la frecuencia de encontrar salmonella⁽¹⁵⁾.

Estudios previos reportan que para densidades de coliformes de 1 a 200/100 ml, en 41 pruebas se reportó el 31.7% positivo con presencia de salmonella. Para densidades de 1,000 a 2,000/100 ml, el 85% en 17 pruebas y para densidades superiores a 2,000 el 97.6% de detección positiva en 123 pruebas.

En un estudio de calidad ⁽³³⁾ realizado en el Río Missouri se encontró que cuando la densidad de coliformes fecales superaba los 2,000 organismos/100 ml, estaban presentes: Salmonella, Poliovirus y Echovirus.

En el presente trabajo se logró aislar Salmonella paratyphi A, que no es patógena, lo cual era de esperarse, ya que presentan densidades mayores a 2,000/100 ml de coliformes fecales en Aculco y en el canal de Mixquic, en cambio en la planta San Luis Tlaxialtemalco no se encontró Salmonella porque hay densidades menores a 200/100 ml y disminuye la frecuencia de encontrarla.

TIPO DE RIEGO	TIPO DE AGUA	INTERVALO MÍNIMO ENTRE EL CULTIVO RIEGO Y LA COSECHA (DÍAS)	CULTIVOS NO PERMITIDOS
Inundación	1	20	Hortalizas
	2	20	Excepto ajo, pepino, jicama, melón y sandía
	3	20	Hortalizas
	4	20	Hortofrutícolas
Surco	1	15	Hortalizas
		20	Melón y sandía, así como el tomate verde o de cáscara
	2	20	Libre de cultivo
			Hortalizas
Aspersión	3	20	Melón y sandía, así como el tomate verde o de cáscara
	4	20	Hortalizas
	1	20	Hortofrutícolas
	2,3,4	20	Hortalizas
			Melón y sandía, así como el tomate verde o de cáscara
			Hortofrutícolas

Cuadro 8 CULTIVOS NO PERMITIDOS DE ACUERDO AL TIPO DE AGUA ⁽⁸³⁾

VIII. CONCLUSIONES

- Se logró evaluar la calidad del agua antes y después de su tratamiento mediante indicadores biológicos mediante el método del NMP, obteniéndose menos de 4 coliformes/100 ml en la planta San Luis Tlaxialtemalco y más de 2,400/100 ml en la planta Cerro de la Estrella, en el tanque de almacenamiento de Aculco y en los canales Urrutia y Mixquic.
- De acuerdo a valores ya establecidos menos de 1,000 coliformes/100 ml el agua analizada en la planta San Luis Tlaxialtemalco es adecuada para el riego.
- Se lograron aislar e identificar bacterias que no son tan importantes en salud pública como: *Klebsiella oxitoca*, *Edwardsiella tarda*, *Kluyvera esorbata*, *Proteus mirabilis*, *Proteus rettgeri*, *Klebsiella ozaenae*, *Salmonella paratyphi A*, *Morganella morgani*, *Hafnia alvei*, *Providencia stuartii*, *Proteus morgani*.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anastacio P. (1985); Validación de Control Microbiológico Total de Agua Desmineralizada; Infotec; Jun. Vol. 124 Num.6.
2. Arredondo Ledesma J. Trinidad (1978); Determinación Analítica de la Contaminación en Aguas Costeras de México; Tesis UNAM.
3. Avallone H.L. (1988); Control Microbiológico en Productos de Uso Tópico; Infotec; Abril Vol. 12 Num.4.
4. Barnstead (1989); The Water Book; Termoline Corp.
5. Bautista Zuñiga Francisco (1988); Algunos Estudios Edafológicos en San Gregorio Atlapulco Xochimilco D.F., Tesis UNAM.
6. Breach M.R. (1976); Esterilización, Métodos y Control; El Manual Moderno.
7. Cano Norma (1992); Pruebas de Efectividad de Medios de Cultivo; Control de Calidad Departamento de Microbiología; Atlantis.
8. Capella Bustos Antonio (1978); Nociones Elementales de Microbiología Médica.
9. C.E.P.I.S. (1981); Teoría, Diseño y Control de los Procesos de Clasificación del Agua.
10. C.I.E.C.A. (1988); Control de Investigación y Entrenamiento para el Control de la Calidad del Agua; S.R.H.
11. Collins Barry (1987); Control Microbiológico en Sistemas de Purificación del Agua; Pharm Engr: Jun. Vol. 7 Num.3.
12. Cortés Muñoz Juana (1988); Microbiología de Agua para el Reuso en la Agricultura; S.A.R.H.
13. Cowan S.T. (1974); Manual for the Identification of Medical Bacteria; London 2da edición.
14. Cruz Maldonado Eduardo Manuel (1977); Análisis para el Control de Aguas Residuales; Tesis UNAM.
15. Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación (1988); Manual del Curso de Análisis de Aguas y Aguas de Desecho; S.R.H. Vol. 1.

16. Donald W. D. (1989); Validación microbiológica de Filtros Usados en Procesos Asépticos; Infotec; Nov-Dic; Vol. 43 Num.6.
17. Eskel Nordel (1961); Tratamiento de Agua para la Industria y Otros Usos; 2da. edición; Continental
18. Falcón Briseño Yolanda (1986); Control de la Contaminación del Agua; SEDUE
19. Flores Gaxiola B. Lilia (1978); Modelos Físicos, Químicos y Biológicos para el Control de Calidad del Agua; Tesis * UNAM.
20. Freeman Bob (1984); Tratado de Microbiología de Burrows; Interamericana.
21. Figueroa Vázquez Felipe (1977); Proyecto para el Análisis de Aguas Industriales de Desechos Tesis UNAM
22. García García Genaro (1970); Epidemiología de la Brucelosis en Derecho Habientes del Hospital PEMEX en Salamanca Gto. Infectología; Sep. Año 10; Num.9.
23. Guillot G. (1989); Separación Sobre Membranas; Ingeniería Química; Infotec; Jul. Vol. 21; Num.144.
24. Gutiérrez Mendieta Fco. José (1985); Estudio Físico Químico y de algunos Contaminantes en el Sistema de Canales de Xochimilco; D.D.F.
25. Gómez Quiroz Enrique Mario; Estudio y Análisis de las Aguas Negras de Ciudad Universitaria; Tesis *UNAM; 1976.
26. Hardenbergh W.A, Rodie B. Edward (1977); Ingeniería Sanitaria; CECSA.
27. Hernández P.G, Díaz Z.G. (1982); Métodos Microbiológicos para evaluar la Calidad del Agua; Memorias del Curso: Microbiología y Aplicaciones en los procesos Biológicos de Tratamiento de Aguas; SARH.
28. Hilleboe Herman E. (1989); Manual de Tratamiento de Aguas Negras; 1era. Edición; Limusa; Nueva York.
29. I.N.A.I.N.E. (1991); Contaminación Mortal en el Agua Potable; Correo Farmacéutico; Marzo; Num.64.
30. I.M.S.S., El Método Científico; Hospital de zona: Francisco del Paso Troncoso; Jefatura de Enseñanza e Investigación.
31. Industrial World (1991); Cuando se Trata del Agua Recorra a los Expertos; May-Jun; VOL.216; Num.5-6.

32. James (1979); Biological; Indicator The Water Duality.
33. Kleimbaum D.G., Kupper L.L., Morgentern H; (1982); Principales y Quantitative Methods; Epidemiologic Research; Lifetime Learning; Publications.
34. León Sandoval Enrique Igancio (1983); Criterio Para la Evaluación de la Calidad del Agua Residual Provenientes de Zonas Industriales; Tesis *UNAM.
35. Liceaga; Medios de Cultivo; Departamento de Información Técnica; Bioxon.
36. López Juárez J.M., Evaluación de la Calidad Microbiológica y Físicoquímica del Agua Potable en la Delegación Miguel Hidalgo; Tesis *UNAM.
37. Mason C.F., Biología de la Contaminación del Agua Dulce; Alhambra; México.
38. Merck; Infecciones en las Vías Urinarias; Servicio Informativo; Merck; Num.11.
39. Merck; Medios de Cultivo; Servicio Informativo; Merck; Num.12.
40. Merck; Salmonelas y Salmolenosis; Servicio Informativo; Merck; Num.11.
41. Merck (1986); Control Microbiológico de Calidad de Productos Farmacéuticos y Materias Primas.
42. Merck; Las Enterobacteriaceae; Servicio Informativo; Merck; Num.9.
43. Millipore Microbiological Monitoring in Water Treatment Programs.
44. Moro Alfredo A. Consideraciones Sobre Standards Microbiológicos; La Alimentación Latinoamericana; Ciencia y Técnica; Instituto Nacional de Farmacología y Bromatología; Departamento de Biología.
45. Morris N. (1984); Optimización de Plantas Deionizadoras; Infotec; Sept., Vol. 55 Num.59. Mfg.
46. Muscatiello M.J. (1987); Evaluación de Métodos Microbiológicos Utilizando Corriente Eléctrica; Infotec Cosm & Toilet; Dic. Vol. 102; Num.12.
47. Nakamura López Miguel Ángel (1991) Panorama Epidemiológico de las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos en México; Boletín Mensual de Epidemiología; Abr., Vol. 6.
48. Navarrete Francisco, Osorio García Ana María (1980), Estudio del Tratamiento de las Aguas Negras de las Lomas de Chapultepec; Tesis *UNAM.
49. Nemerow Nelson Leonard (1977); Aguas Residuales Industriales, Teorías Aplicaciones y Tratamientos.

50. Novag Infancia S.A., Prueba de Reactividad de Medios de Cultivo; Depto. De Microbiología; Laboratorio de Medicamentos y Productos Biológicos.
51. Ordoñez Blanca Raquel (1975); Simposio Sobre la Contaminación del Agua en Parques y Ciudades Industriales; Abr., SRH.
52. Ortega Reyna Yolanda, Villalpando Galicia Yolanda (1984); Estudio de la Frecuencia de Bacterias, Parásitos y Contaminantes de Aguas Negras Tratadas y de las Aguas de Riego de los Canales de la Delegación de Xochimilco; Tesis *UNAM.
53. Ortiz Enrique (1982); Muestreo y Análisis de Aguas; Manual de Apoyo; Universidad Autonoma de Chapingo; Depto. De Preparatoria Agrícola.
54. Prescott Samuel Cate (1972); Water Bacteriology; With Special Reference to Sanitary.
55. Pontius W. Frederick; Water Quality and Treatment; Mc. Graw Hill; 4ta edición.
56. Quadri de la Torre Gabriel (1989); Aguas Residuales de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; D.D.F.
57. Ramos Chaparro Leticia Jacqueline (1990); Estudio Edafológico de Algunas Chinampas San Gregorio Atlapulco, Xochimilco; Tesis *UNAM.
58. Ribble R.A. (1989); Bruselosis; Medicina Integral; Jun., Vol.5; Num.6.
59. Roca Villanueva B. (1981); Bruselosis; Medicina Integral; Jun., Vol. 5; Num.6.
60. Rusell A.D. (1986); Resistencia de los Microorganismos a los Agentes Bacterianos; Infotec Pharm; Dic; Vol7; Num.12.
61. Sainz Rojas Juan (1987); Técnicas para la Detección, Identificación y Cuantificación de Enterobacterias en Aguas Costeras; Tesis *UNAM.
62. Sánchez Flores Leticia (1985); Estudio de la Calidad del Agua en las Bahías de Manzanillo; Tesis *UNAM.
63. Sandoval Villasana Ana María (1988); Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Bacterias de Importancia Sanitaria, en la Infraestructura Hidroagrícola del Distrito de Desarrollo Rural 063 como posibles Indicadores de la Calidad del Agua. Tesis *UNAM.
64. S.A.R.H. (1988); Prevención y Ordenación Ecológica en la Delegación de Xochimilco; SEDUE.
65. S.A.R.H. (1979); Curso: Microbiología del Agua; Vol.1-2. Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación.

66. S.A.R.H. (1983); Microbiología y Aplicaciones en los Procesos Biológicos de Aguas.
67. S.A.R.H. (1988); Microbiología del Agua para Rehuso en la Agricultura; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
68. S.A.R.H. (1974); Control; Manual de Prácticas de Muestreo de Aguas de Desecho; The Canadian Institute on Pollution.
69. S.A.R.H. (1982); Características, Problemática y Recomendaciones para la Rehabilitación de Xochimilco.
70. S.A.R.H. (1982); Protección y Ordenación en la Delegación de Xochimilco.
71. S.A.R.H. (1970); Aguas Residuales; Secretaría General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación.
72. S.A.R.H. (1988); Informe Final del Proyecto: Microbiología del Agua para el rehuso en la Agricultura; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
73. Secades de Benito Ignacio (1984); Los Lodos de Depuración, ¿Un Producto a Desechar?, Ing. Química; Nov., Vol. 16; Num.188.
74. S.E.D.U.E. (1975); Usos del Agua y Prevención de la Contaminación del Agua en Parques y Ciudades Industriales; Subsecretaría de Planeación.
75. S.E.D.U.E. (1985); Manual de Técnicas Analíticas para Aguas Residuales.
76. S.E.D.U.E. (1985); Comentarios Respecto a la Nota Periodística Aparecida en el Periódico Cuestión de Fecha 17 de Mayo de 1985 Referente a la Contraminación del Lago y Canales de Xochimilco.
77. S.E.D.U.E. (1988); Diseño y Construcción de la Planta Piloto Móvil de Tratamiento de Aguas Residuales para Efectuar Pruebas de Tratabilidad; DGPCCA.
78. S.E.D.U.E. (1988); Los Distritos de Control de la Contaminación del Agua en el Plan Nacional de Desarrollo; DGPCCA.
79. S.E.D.U.E. (1988); Control de la Contaminación del Agua.
80. S.E.D.U.E. (1988); Tratamiento y Rehuso del Agua en el Valle de México; Comité Sectorial de Infraestructura y Usos del Agua.
81. Soto Bandini Magdalena (1986); Estudio de la Sobrevivencia de Bacterias Coliformes Presentes en Aguas Negras Tratadas con Radiación Ionizante; Tesis *UNAM.
82. Valle Juarenses (1973); Boletín Oficial de Comité Directivo del Distrito de Riego 09; Abr., Vol. 1; Num.14.

ESTA TESIS NO PUEDE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

83. Canseco J., Morgan J., y Noyola A., 1993 Tratamiento Avanzado de un Agua Residual Doméstica: Evaluación del Arranque de un Sistema Anaerobio - Anóxico - Aerobio. IX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y I Congreso Internacional de AIDIS de Norteamérica y del Caribe, México D.F., 14-16 de Octubre.

APENDICE

MATERIAL, EQUIPO, REACTIVOS, MEDIOS DE CULTIVO Y BIOQUÍMICAS

MATERIAL DE VIDRIO

- Cajas de petri 15 x 100 mm
- Tubos con tapón de rosca 16 x 150 mm
- Tubos con tapón de rosca 13 x 125 mm
- Tubos con tapón de rosca 13 x 100 mm
- Capilares
- Pipetas graduadas de 1, 5, 10 ml
- Matraces Erlenmeyer de 100, 250 ml
- Probetas de 50, 100 ml
- Frascos de muestreo ámbar con tapón esmerilado de 250, 1000 ml
- Porta-objetos y cubre-objetos
- Tubos de Durham

EQUIPO DE LABORATORIO

- Autoclave
- Balanza granataria
- Baño de agua
- Asa bacteriológica de platino
- Espátulas
- Tripies
- Telas de asbesto
- Mechero de Bunsen
- Gradilla
- Equipo de filtración Millipore
- Tijeras
- Pinzas
- Incubadora
- Horno
- Microscopio óptico
- Termómetro
- Pissetas
- Etiquetas
- Perillas
- Bomba de vacío

REACTIVOS

- Fenol al 5%
- Benzal
- Tiosulfato de sodio al 10%
- Lugol
- Glicerol
- Agua destilada

MEDIOS DE CULTIVO

- Caldo lactosado
- Caldo E C
- Caldo bilis verde brillante
- Caldo glucosa azida (G A)
- Clado azida violeta de etilo (E V A)
- Caldo selenito
- Caldo tetracionato
- Agar sulfito bismuto
- Agar Mac Conkey
- Agar salmonella – shigella (S S)
- Agar nutritivo

BIOQUÍMICAS

- Agar de hierro y triple azúcar (T S I)
- Agar de hierro y lisina (L I A)
- Caldo urea
- Caldo malonato
- Medio motilidad, ácido sulfhidrico, indol (S I M)
- Nitratos
- Caldo M R - VP

PREPARACIÓN, ESTERILIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MEDIOS DE CULTIVO

PREPARACIÓN DE LOS MEDIOS DE CULTIVO

Nunca prepare los medios de cultivo a partir de sus ingredientes básicos, cuando cuente con los medios deshidratados. Siga las instrucciones del fabricante para rehidratar y esterilizar los medios.

En todas las siguientes formulaciones, disolver los ingredientes y distribuir en tubos de fermentación volúmenes de 10 ml, tapar y esterilizar en el autoclave.

CALDO LACTOSADO

Extracto de carne	3.0 g
Peptona	5.0 g
Lactosa	5.0 g
Agua destilada cbp	1 litro

El pH debe estar 6.8-7 después de esterilizar.

Antes de esterilizar distribuya el caldo en tubos de fermentación (tubo durham invertido en el tubo de rosca).

MEDIO E C

Triptosa o tripticasa	20.0 g
Lactosa	5.0 g
Mezcla de sales biliares	1.5 g
K ₂ HPO ₄	4.0 g
K ₂ PO ₄	1.5 g
Na Cl	5.0 g
Agua destilada cbp	1 litro

El pH final de la esterilización debe ser de 6.9. Verter el medio en tubos de fermentación y esterilizar.

CALDO LACTOSADO VERDE BILIS BRILLANTE

Peptona	10.0 g
Lactosa	10.0 g
Bilis de buey deshidratada	20.0 g
Verde brillante	0.0133 g
Agua destilada cbp	1 litro

El pH después de esterilizar debe ser de 7.2; colocar este medio en tubos de rosca antes de esterilizar.

CALDO AZIDA GLUCOSA

Extracto de carne	4.5 g
Triptosa o polipeptona	15.0 g
Glucosa	7.5 g
NaCl	7.5 g
Azida de sodio, NaN	0.2 g
Agua destilada cbp	1 litro

El pH de esterilizar debe ser de 7.2; colocar este medio en tubos de rosca antes de esterilizar.

CALDO AZIDA VIOLETA DE ETILO

Triptona	20.0 g
Glucosa	5.0 g
NaCL	5.0 g
K ₂ HPO	2.7 g
KH ₂ PO ₄	2.7 g
Azida de sodio, NaN	0.40093 g
Violeta de etilo	0.00083 g
Agua destilada cbp	1 litro

ALMACENAMIENTO DE LOS MEDIOS DE CULTIVO

Los medios de cultivo deshidratados deben estar en frascos perfectamente cerrados, en la obscuridad, a temperaturas inferiores a 30° C y en una atmósfera de baja humedad. No los use si han perdido color o se han atorronado.

La cantidad de medio preparado debe ser tal que se ocupe todo, en menos de una semana. Si el medio líquido en los tubos de fermentación se guarda en refrigeración o a temperaturas moderadas bajas, puede disolver aire suficiente para producir durante la incubación a 35° C una burbuja de aire en el tubo. Es necesario, por consiguiente, que los tubos de fermentación que han sido almacenados a baja temperatura sean incubados antes de usarlos para descartar aquellos tubos que tengan aire.

Los tubos de fermentación pueden guardarse aproximadamente a 25° C, ya que la evaporación puede proceder rápidamente bajo esas condiciones dando como resultado cambios en la concentración de los ingredientes, el almacenamiento a esta temperatura no debe exceder de un período de una semana.

ESTERILIZACIÓN

Todos los medios, excepto los caldos con azúcares y caldos con otras especificaciones, se esterilizan en autoclave a 121° C durante un periodo de 15 minutos después de que la autoclave haya alcanzado 121° C para los medios que contengan carbohidratos se da un período menor a la misma temperatura (por lo menos de 12 minutos).

En cuanto el autoclave tenga una presión cero retire los medios y enfríe rápidamente para evitar la descomposición de los azúcares por exponerlos al calor un tiempo prolongado.

El tiempo máximo de exposición de los azúcares a temperaturas altas es de 45 minutos.

LAVADO Y ESTERILIZACIÓN DEL MATERIAL

Se debe limpiar con detergente adecuado y agua caliente, los enjuagues con el agua caliente tienen por objeto remover todas las trazas de compuestos residuales del lavado. Dar los últimos lavados con agua destilada.

Ciertos agentes humectantes o detergentes usados en el lavado del material de vidrio pueden contener sustancias bacterioestáticas o inhibidoras, que requieren de 6 a 12 enjuagues sucesivos para remover todas las trazas de la superficie del vidrio y asegurar que estén libres de residuos bacterioestáticos.

HORTALIZAS:

Acelga, ajo, berro, betabel, brocoli, cebolla, cilantro, col, coliflor, epazote, espinaca, hongo, lechuga, pápalo, perejil, quelite, quintonil, rábano, hierbabuena, zanahoria, pepino, calabacita, jitomate, tomatillo y tomate verde, con excepción de las cinco últimas cuando se siembren con espaldera. Se equiparan a las hortalizas de los siguientes frutos: fresa, jicama, melón, sandía y zarzamora.

HORTOFRUTICOLAS:

Las señaladas anteriormente y todas las demás hortalizas y frutas en general.