

302827

12
24



UNIVERSIDAD MOTOLENIA, A.C.

ESCUELA DE QUIMICA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA U.N.A.M.

CALIDAD FISICA, QUIMICA Y MICROBIOLOGICA DEL
AGUA DE ALGUNOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEL
ESTADO DE MORELOS

TESIS

Que para obtener el título de
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
presenta
ALFREDO NAVARRO OSORIO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D.F.

1970



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

INDICE

CAPITULO I. INTRODUCCION

1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2	SITUACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE EN EL ESTADO DE MORELOS.....	1
1.3	HIPOTESIS.....	2
1.4	OBJETIVO.....	2

CAPITULO II. INFORMACION GENERAL SOBRE EL TEKA

2.1	GENERALIDADES.....	3
2.2	pH.....	11
2.3	DUREZA.....	12
2.4	ALCALINIDAD.....	13
2.5	HIERRO.....	13
2.6	SOLIDOS TOTALES.....	14
2.7	CLORUROS.....	15
2.8	CLORO.....	15
2.9	CUENTA DE BACTERIAS MESOFILICAS AEROBICAS.....	16

2.10	ORGANISMOS COLIFORMES FECALES (TERMO- RESISTENTES).....	17
------	--	----

CAPITULO III. PARTE EXPERIMENTAL

3.1	DIAGRAMA.....	20
3.2	METODOLOGIA.....	23
3.2.1	TOMA, ALMACENAMIENTO Y TRANSPOR- TE DE MUESTRAS.....	23
3.2.2	FRASCOS PARA MUESTRAS.....	23
3.2.3	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.....	24
3.2.4	TOMA DE MUESTRAS DIRECTAMENTE DE UNA FUENTE.....	24
3.2.5	TOMA DE MUESTRAS DE POZOS.....	25
3.2.6	TOMA DE MUESTRAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO, CISTERNAS Y DEPOSITOS..	25
3.2.7	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LAS MUESTRAS.....	26
3.3	RESULTADOS.....	28

CAPITULO IV. DISCUSION

4.1	pH.....	45
4.2	DUREZA.....	46
4.3	ALCALINIDAD.....	46
4.4	HIERRO.....	46
4.5	SOLIDOS EN SUSPENSION, DISUELTOS Y TOTA LES.....	47
4.6	CLORUROS.....	48
4.7	CLORO RESIDUAL.....	49
4.8	BACTERIAS MESOFILICAS AEROBIAS.....	49
4.9	ORGANISMOS COLIFORMES FECALES.....	52

CAPITULO V.	RESUMEN.....	53
-------------	--------------	----

CAPITULO VI.	CONCLUSIONES.....	54
--------------	-------------------	----

BIBLIOGRAFIA.....	55
-------------------	----

APENDICE.....	60
---------------	----

8.1	NOTAS.....	60
-----	------------	----

8.2	ABREVIATURAS DE SISTEMAS Y MUNICIPIOS..	61
-----	---	----

CAPITULO I. INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

En una área de 4934 kilómetros cuadrados, el Estado de Morelos está dividido en 33 municipios conjugados en cinco regiones, en las que existen amplias redes de distribución y sistemas de agua potable, los cuales, en algunas de estas regiones no se encuentran en condiciones realmente aptas que puedan garantizar una óptima calidad del agua, por lo que se requiere conocer dichas condiciones para así poder saber las necesidades y posibles soluciones mediante un programa de restauración, control sanitario y un método de tratamiento adecuado a las necesidades del agua en esos sistemas.

1.2 SITUACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE (S.A.P.) EN EL ESTADO DE MORELOS

El Estado de Morelos está dividido en cinco regiones, 1 Sur, 2 Oriente, 3 Poniente, 4 Norte y 5 Centro. Cada una de ellas cuenta con un número de S.A.P. conformados por fuentes de abastecimiento y redes de distribución de agua, además de cisternas, tanques de almacenamiento elevados o subterráneos, cajas de captación, etc.

En todo el estado existen aproximadamente 150 S.A.P. que operan ya sea de manera independiente, indirectamente por comité municipal, indirectamente por presidencia municipal, adscritas a la Comisión Estatal de Agua Potable y Saneamiento del Estado de Morelos (C.E.A.P.S.E.H.) o se encuentran fuera de servicio. Aparte de estos existe un número de S.A.P., de los que no se tiene un registro en las dependencias de gobierno correspondientes, y se presume que no se lleva a cabo un control sanitario ni de mantenimiento.

1.3 HIPOTESIS

Con base al alto índice de enfermedades gastrointestinales, se presume que tanto en las redes de distribución, como en sistemas de agua potable, fuentes de abastecimiento y sitios donde se almacena el agua en el Estado de Morelos, la mayor parte del agua destinada para el consumo humano, no es tratada, ni se llevan a cabo programas permanentes de mantenimiento.

1.4 OBJETIVO

Efectuar las principales determinaciones físicas, químicas y microbiológicas al

agua de algunos Sistemas de Agua Potable adscritos a la Comisión Estatal de Agua Potable y Saneamiento del Estado de Morelos. Esta información permitirá conocer si el agua que consume la población es apta para consumo humano, y en caso contrario proporcionar dicha información de manera idónea para poder instrumentar algún método adecuado para el tratamiento de aguas.

CAPITULO II. INFORMACION GENERAL SOBRE EL TEMA

2.1 El agua siempre ha estado unida a la vida del hombre, los primeros asentamientos humanos se establecieron en las cercanías del agua, en las riberas de los ríos, en las orillas de los lagos, etc. (7)

En la antigüedad se creía que solo existían cuatro elementos básicos, aire, tierra, fuego y agua, a los que se atribuían propiedades misteriosas. Desde entonces y hasta la fecha el agua ha sido un elemento primordial para el ser humano, determinando sus asentamientos, actividades y festivales. (7)

Dada la gran importancia que el agua ha tenido para la humanidad, el hombre ha buscado la manera de contar con su aprovisionamiento. Si no se encontraba disponi-

ble, se buscaba la manera de conseguirla, y ya en el año 1300 A.C. se hacían excavaciones en la tierra a una profundidad de 4 a 5 metros, y se usaba el cigojal para sacar el agua. Por el año 1300 A.C. los depósitos de agua eran revestidos de cemento y se empezaron a hacer cisternas para almacenar el agua.(7)

En Egipto se construían depósitos de forma triangular, en los cuales se almacenaba el agua que se desbordaba del río Nilo, con lo que surgen las primeras presas y acueductos. (7)

De las presas salían canales en diversas direcciones que servían para el riego de las tierras. Estos canales de distribución eran construidos principalmente de arcilla y ladrillo. Las tuberías y canales de arcilla fueron sustituidos por andra, y en Francia algunos fueron cambiados por fierro colado. (7)

Las tuberías que llegaban a las ciudades iban a un solo destino, la fuente pública, a la cual se tenía que ir a recolectar el agua, y solamente la gente de clase acomodada tenía tuberías que llegaban hasta sus casas a un depósito situado en la parte baja de estas, y del cual los criados se encargaban de acarrear el agua. (6)

A finales del siglo XVIII la ciudad de Londres era abastecida con agua del río Támesis por medio de ruedas hidráulicas, y en las partes más alejadas del río se

abastecian de pozos y manantiales. (0,9)

Hacia fines del siglo XIX el agua se empieza a someter a análisis y a tratamientos para eliminar olores, colores y sabores desagradables, así como partículas indeseables. A raíz de esto surgen los primeros filtros hechos a base de arcillas diversas. (10)

De acuerdo a su contenido de sales el agua se clasifica en : agua de mar, aguas salobres y agua dulce. (14)

El contenido de sales en el agua de mar varía en las diversas partes del mundo; en algunas regiones es de menos de 30,000 p.p.m., en tanto que en otros lugares es superior a 60'000,000 p.p.m. (14)

Se llaman aguas salobres a las aguas saladas que poseen un contenido de sales mayor que el deseable para las aguas destinadas al consumo, pero menor que el agua de mar. Las aguas destinadas para beber contienen generalmente menos de 500 p.p.m., pero en algunas localidades se ha bebido agua con 2,000 p.p.m. por mucho tiempo. (14)

El agua es quizá el recurso más codiciado, por lo que es increíble ver que hoy en día no se aprecie como se debe, ya que los hombres se conjugan para derrocharla, contaminarla, desviarla, acapararla, etc. Dado lo anterior de nada sirve perfeccionar día a día las técnicas para la conservación del agua, elaborar métodos para el reciclaje, la eliminación de desperdicios, o diseñar plantas para el mejoramiento del agua, si los conocimientos y avances tecnológicos no van unidos a una mejor comprensión de la necesidad de aplicarlos, si se carece de recursos para llevarlos a cabo, o si las autoridades no adoptan medidas tajantes que nos lleven a la conservación del agua.

El agua es un recurso natural que cada día se ve más afectado por el uso inadecuado y el constante desperdicio. Poco se ha hecho en algunos lugares para mejorar la calidad del agua, ya que tanto las fuentes como las redes de abastecimiento no cuentan con la debida protección, ni con el equipo de tratamiento, y aquellos que llegan a tenerlo, en la mayoría no funcionan, o lo hacen de manera deficiente e irregular. Algunas de estas fuentes como son : pozos, manantiales, cisternas, etc., se encuentran desprotegidas de tal forma que algunos animales tienen acceso a ellos, provocando su contaminación.

Otras fuentes de contaminación son : la industria, los desperdicios de algunas fá-

bricas, hoteles, restaurantes, etc, motivo por el cual estas aguas reciben una cantidad de materia orgánica e inorgánica que impide su uso. De ahí que se tengan que buscar nuevos yacimientos para abastecer las necesidades.

Los desperdicios industriales, entre ellos los que proceden de la producción y procesamiento de alimentos, tienen una composición muy variable, pero generalmente contienen la misma cantidad de agua. El grado de contaminación es importante, ya que influye de manera directa en la dificultad y el costo del desecho de las aguas de desperdicio, siendo así que al juntar las aguas provenientes de diversos tipos de industrias se llega a una contaminación tan elevada, que con frecuencia se excede de la capacidad purificadora de las plantas municipales para el tratamiento de aguas de drenaje. (3)

En estos casos actualmente se obliga a las industrias que mayor cantidad de agua de producción arrojen a los cuerpos receptores, a instalar su propia planta de tratamiento de agua, favoreciendo así la posibilidad de tener más agua y de mejor calidad para usos no potables como la agricultura.

La ciudad de México es la que constituye quizá a nivel mundial el ejemplo más dramático en cuanto a problemas y soluciones de abastecimiento de agua. Con una pobla

ción de más de 18 millones de habitantes, la capital de México está considerada como la más grande de el mundo y se presume que su población para el año 2,000 alcanzará los 25 millones de habitantes, con lo que día a día la demanda de agua se incrementa de manera considerable, por lo que si no se hace algo por cuidarla, pronto habrá escasez provocando serios problemas para el abasto de agua para usos domésticos, industriales, agrícolas etc., con lo que se forma un círculo vicioso, ya que la carencia de agua para determinado uso provoca deficiencia en algunas actividades, produciéndose una reacción en cadena en la que el principal problema radica en la falta de agua en condiciones óptimas para su uso. (3)

Lo anterior conlleva a que sea necesario traer agua de diversos estados adyacentes a la ciudad de México, y que debido a las distancias que esta recorre y los costos tan elevados que esto representa sea necesario tratar y cuidar el agua.

El agua potable debe de ser pura y de buen sabor, por lo que tiene que estar exenta de bacterias patógenas y de bacterias indicadoras de una contaminación fecal. Aún cuando el indicador bacteriano de contaminación fecal es en general el grupo coliforma, no todas las bacterias coliformas presentes en el agua son de origen fecal, aunque se les encuentra en las heces del hombre y de animales de sangre caliente, y que favorecen en gran cantidad la contaminación del agua. (14)

La detección de bacterias coliformes termorresistentes en el agua como Escherichia coli, indican una contaminación fecal. Tampoco debe contener sustancias venenosas o fisiológicamente indeseables. (21)

Cuando se instalaron por primera vez sistemas de distribución de agua a comunidades de países de escaso desarrollo, se atribuían a estos las enfermedades y brotes recurrentes de fiebres entéricas, por lo que las redes de distribución deben estar en condiciones aceptables que permitan que el agua sea microbiológicamente segura para consumo doméstico e industrial. (3)

Así como se debe cuidar el aspecto microbiológico del agua, también deben de tomarse en cuenta sus propiedades físicoquímicas. Por ejemplo, algunas aguas muy mineralizadas tienen propiedades laxantes, tal es el caso de las que contienen iones magnesio y sulfatos; estas consumen mucho jabón para poder formar espuma. Este tipo de aguas son corrosivas, y pueden producir irritaciones dérmicas. (21)

Es por demás desagradable beber agua que contenga sólidos suspendidos, turbia, olorosa e con sabor indeseable. También resulta perjudicial usar estas aguas para fines industriales o domésticos, es por eso que el agua debe ser tratada para poderse utilizar sin consecuencias posteriores.

Las normas para la calidad del agua potable dan pie para juzgar que tan aceptables son los sistemas de abastecimiento de agua. Para lo anterior, es necesario considerar la precisión, validez y conveniencia de las técnicas de muestreo, así como las posibles bacterias presentes en el agua, las diferentes especies indicadoras y las posibles limitantes que ofrecen los diversos métodos de tratamiento, entre los que se encuentran los siguientes (10) :

ADSORCION

AERACION Y TRANSFERENCIA DE GASES

COAGULACION

DESAERACION

DESALACION

DESTILACION

ESTABILIZACION

FILTRACION

FLOCULACION

FLOTACION

INTERCAMBIO IONICO CICLO HIDROGENO

INTERCAMBIO IONICO CICLO SODICO

PRECIPITACION

SEDIMENTACION

TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS

2.2 pH

El pH de un sistema acuoso es la medida del equilibrio ácido-base alcanzado por varios compuestos que están disueltos. (21)

En la mayor parte de las fuentes de agua natural, el pH varía entre 6.5 y 8.5 . (21)

Durante el tratamiento del agua la concentración del ión hidrógeno se puede alterar significativamente; por ejemplo, al añadir cloro al agua, el pH disminuye, no así cuando se agrega cal sodada en exceso para suavizar el agua, en donde el pH se eleva. (21)

Otro parámetro que afecta al pH es la temperatura, de ahí que tanto esta como el pH se tengan que tomar en el lugar de muestreo. (21)

2.3 DUREZA

La dureza es una mezcla compleja de aniones y cationes, y se debe principalmente a la presencia de calcio y magnesio, pudiendo contribuir también el estroncio, el bario y otros cationes polivalentes. (21)

En si puede decirse que la dureza es la medida de la capacidad del agua para reaccionar con el jabón. La dureza se mide en base a la reacción de los iones metálicos polivalentes presentes en una muestra de agua con un agente quelante, como el E.D.T.A., y es expresada como una concentración equivalente de carbonato de calcio. (21)

La dureza además de impartir características estéticas indeseables e inconvenientes de orden doméstico, llega a producir efectos laxantes sobre el ser humano. (21)

Los iones calcio y magnesio forman precipitados con bicarbonatos en el agua cuando esta se calienta, y con sulfatos y cloruros cuando se evapora el agua de la solución. (21)

2.4 ALCALINIDAD

La alcalinidad del agua es su capacidad ácido-neutralizadora. Es la suma de todas las bases titulables. Esta alcalinidad en el agua se debe a la presencia de iones bicarbonato HCO_3^- , carbonato CO_3^{2-} , e hidroxilo OH^- , pudiendo contribuir también los iones fosfato y silicato, u otras bases agregadas. (21)

La medición de la alcalinidad es utilizada en la interpretación y control de tratamientos de agua en general y aguas de desecho. (21)

2.5 HIERRO

El hierro es uno de los elementos que pueden encontrarse en el agua potable como consecuencia de la corrosión de las tuberías. El hierro proporciona al agua características estéticas desagradables; ocasiona manchas en la ropa al lavarla, y deteriora a los utensilios y llaves de las instalaciones interiores. (21)

El hierro que se sedimenta en el sistema de distribución reduce la corriente de agua y a su vez favorece el crecimiento de "las bacterias del hierro". Esto tiene origen cuando la concentración de hierro se aproxima a las 0.3 p.p.m. (2)

La ingestión de hierro en grandes cantidades ocasiona hemocromatosis en el ser humano, y como consecuencia de la acumulación de hierro se originan daños en los tejidos. (2)

2.6 SÓLIDOS TOTALES

Son aquellos sólidos que se encuentran presentes en el agua.

Algunos sólidos se encuentran suspendidos y otros disueltos. Se determinan por evaporación del agua.

Estos sólidos pueden impartir sabor, color, olor, turbidez, etc. al agua, alterando sus características estéticas y sensoriales principalmente, pudiendo en algunos casos cuando su concentración en el agua es elevada producir manchas en la ropa al lavarla. (21,22)

Uno de los principales problemas que se presentan en la industria de alimentos, causado por los sólidos en el agua, es impartir turbidez a bebidas, coloraciones a frutas y verduras, alteraciones en la textura, etc. (22)

2.7. CLORUROS

Su determinación es importante, ya que un aumento súbito indica una contaminación por desechos industriales o domésticos, sobre todo cuando el agua directa de la fuente de abastecimiento tiene pocos cloruros o está exenta de ellos. (21,22)

Por otra parte, como los cloruros no se afectan por la actividad microbiana, un cambio en el contenido de cloruros del agua original en las muestras recogidas en las plantas de tratamiento o en el sistema de distribución, indica que el agua se ha mezclado con otras. (21)

El consumo excesivo de cloruros puede producir vómito, espasmos y rigidez muscular, edema pulmonar y cerebral. (2)

En los lactantes se producen problemas de mayor gravedad debido a la inmadurez de sus riñones. (2)

2.8. CLORO

El cloro es un desinfectante de uso común en el tratamiento del agua; por ello es

importante la determinación de cloro residual, ya que indica si la población está bien protegida contra posibles contaminaciones. (21)

En el agua puede haber sustancias que reaccionen con el cloro, y por ello generalmente el cloro residual es bastante menor que el agregado. (21)

La porción que desaparece inmediatamente sirve de oxidante de los sistemas reductores presentes en el agua, se denomina Demanda Inmediata de Cloro, y debe conocerse antes de calcular la cantidad de cloro que es preciso añadir para conseguir una adecuada desinfección. Esta demanda varía según la clase de agua, la cantidad de cloro agregado, el tiempo de contacto y la temperatura. (21)

2.9 CUENTA DE BACTERIAS MESOFILICAS AEROBIAS

La cuenta de bacterias mesofílicas aerobias no proporciona un resultado exacto del número de microorganismos presentes en una muestra de agua, ni nos indica que especies de bacterias contiene, pero sí nos da una idea del grado de contaminación en general. (21)

Esta prueba es útil en la evaluación de la eficiencia de los sistemas de tratamiento

to de agua.

Sirve también para establecer el grado de limpieza e integridad del sistema de distribución, y si el agua es apta para consumo humano y para su uso en la elaboración de alimentos y bebidas. (21)

2.10 ORGANISMOS COLIFORMES FECALES (THERMORRESISTENTES)

Dentro de este tipo de microorganismos se encuentran los del género *Escherichia*, y en menor grado algunas cepas de *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. (21)

Los organismos coliformes fermentan la lactosa entre 35.0 y 37.0 grados centígrados, a diferencia de los organismos coliformes fecales que fermentan la lactosa entre 44.0 y 44.5 grados centígrados. (21)

De estas cepas, la única que es de origen estrictamente fecal es la *Escherichia coli*. Las demás se les encuentra en las heces de humanos y animales pero no son de origen fecal. (21)

La detección e identificación de organismos fecales o presencia de *Escherichia*

coli constituye una información suficiente para estimar la naturaleza fecal de una contaminación en agua. (21)

Las epidemias causadas por estos organismos son factibles, ya que las normas establecen que el agua apta para consumo humano no debe contener organismos coliformes fecales (20), de otra forma se podrían permitir cierta cantidad de este tipo de organismos presentes en el agua.

Escherichia coli es el bacilo coliforme más prominente y regular en la materia fecal, sin embargo otras especies y géneros constituyen una fracción, aunque pequeña pero persistente en ella. (21)

Ante la elevada tasa de mortalidad y morbilidad de enfermedades infecciosas diseminadas por el agua, fué necesario buscar un microorganismo o grupo de microorganismos que funcionaran como indicadores de contaminación fecal en el agua. (21)

Para estos fines, se encontró que el grupo coliforme reunía las siguientes características (21) :

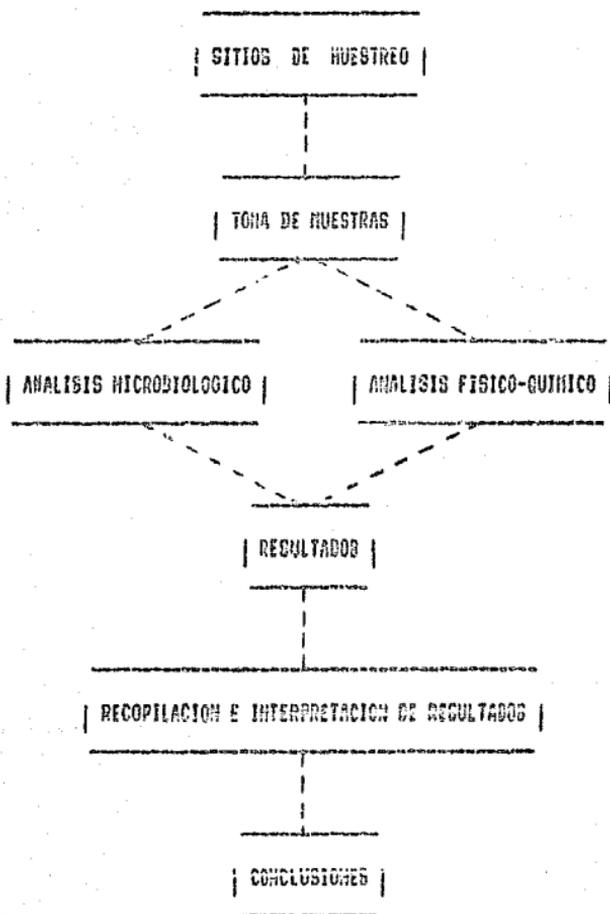
1) Son constantes en la materia fecal.

- 2) Solo una proporción muy baja de bacterias que satisfacen la definición de coliformas no son huéspedes normales del intestino.
- 3) No se multiplican en aguas limpias o relativamente limpias.
- 4) En el agua expuesta a contaminación fecal existen siempre en una proporción muy por encima a la de las bacterias patógenas que eventualmente pudieron estar presentes.
- 5) Tienden a morir en el agua a un ritmo semejante al de las bacterias patógenas intestinales.
- 6) Su recuento en el laboratorio es relativamente sencillo.

Por otra parte, en el control sanitario del agua potable, los coliformas totales son el grupo indicador más práctico para resolver los problemas de rutina. Aún cuando los coliformos detectados en el análisis no provengan precisamente de la materia fecal, las acciones que se tomen están justificadas, ya que revela un tratamiento deficiente o una contaminación post-tratamiento.

CAPITULO III. PARTE EXPERIMENTAL

3.1 DIAGRAMA



Unicamente se tomaron muestras en aquellos S.A.P. que están adscritos a la C.E.A. P.S.E.M., pero el número de sistemas muestreados fué limitado, ya que en unos no permitieron que el agua se analizara, otros no contaban con presupuesto para efectuar análisis, algunos de los sistemas adscritos se encontraban fuera de servicio, etc.

El número de muestras que fueron tomadas en cada sistema varió dependiendo principalmente del tamaño del sistema y de las facilidades proporcionadas para dicho estudio.

Los análisis de las muestras de agua se efectuaron en las instalaciones de los Laboratorios de Control Especializado, S.A. El estudio se hizo en colaboración con la Comisión Estatal de Agua Potable y Saneamiento del Estado de Morelos para cumplir con la Ley que Regula la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento del Estado, que dice :

ARTICULO II : LA COMISION ESTATAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE MORELOS, TEN
DRA LAS SIGUIENTES ATRIBUCIONES :

FRACCION XVII : PRACTICAR VISITAS A LOS SISTEMAS PARA VERIFICAR SU EFICAZ FUNCIONAMIENTO.

FRACCION XVIII : SUPERVISAR PERIODICAMENTE LOS SISTEMAS PARA CORREGIR DEFICIENCIAS
TECNICAS Y ADMINISTRATIVAS.

FRACCION XX : EVITAR Y CONTROLAR LA CONTAMINACION DEL AGUA COLABORANDO CON LAS
SECRETARIAS DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS, SALUD, Y DESA-
RROLLO URBANO Y ECOLOGIA.

FRACCION XXI : AUXILIAR AL GOBIERNO FEDERAL, PARA EVITAR LA CONTAMINACION DE LAS
AGUAS DESTINADAS A USOS DOMESTICOS.

ARTICULO 27 : LAS ADMINISTRACIONES DIRECTAS O INDIRECTAS DE LOS SISTEMAS DE
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO LOCALES, TENDRAN A SU CARGO :

FRACCION IX : MANTENER EN CONDICIONES DE OPERACION LAS REDES Y ESTRUCTURAS QUE
COMPONEN LOS SISTEMAS QUE MANEJAN.

FRACCION X : EFECTUAR PERIODICAMENTE ANALISIS BACTERIOLOGICOS Y FISICOQUIMICOS
AL AGUA QUE ABASTECE A LOS SISTEMAS, PARA EL CONTROL DE SU CALI-
DAD, CON AUXILIO DE LA COMISION ESTATAL.

3.2 METODOLOGIA (21)

3.2.1 TOMA, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS

El muestreo de aguas debe hacerse por personas capacitadas y se deben tomar precauciones sobre todo en aquellas que se van a destinar para análisis microbiológico, para evitar cualquier tipo de contaminación externa. Las muestras deberán etiquetarse, anotando el lugar, fecha, hora y naturaleza de la muestra, y si es necesario alguna otra información pertinente; posteriormente se enviarán lo antes posible al laboratorio para ser analizadas.

3.2.2 FRASCOS PARA MUESTRAS

Los frascos a utilizarse deberán ser de vidrio, limpios, y estériles, con tapón de vidrio esmerilado o tapas de rosca; el cuello del frasco se protegerá cubriéndolo con papel especial o de aluminio. Pueden usarse también frascos de polipropileno que soporten las temperaturas de esterilización. El volumen de las muestras dependerá de los análisis a efectuar.

3.2.3. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

A fin de evitar contaminaciones en el sitio de muestreo cuando se van a tomar varias cuestas del mismo lugar, la cuestra destinada para análisis microbiológico deberá tomarse en primer término.

Al obtener la muestra se deberá tomar con una mano el frasco cerca de la base, y con la otra mano la tapadera, misma que se deberá retirar del frasco hasta el momento de la toma, evitando que ambas partes entren en contacto con objeto alguno. Se llenará el frasco dejando un espacio pequeño de aire para cuando se vuelva a poner la tapadera.

En caso de que la muestra no se pueda obtener directamente en el frasco, se hará esto en un recipiente de acero inoxidable previamente esterilizado; una vez obtenida la muestra se vaciará con todo cuidado en el frasco.

3.2.4. TOMA DE MUESTRAS DIRECTAMENTE DE UNA FUENTE

El objetivo del muestreo de aguas obtenidas directamente de ríos, lagos, arroyos, manantiales, reservorios, pozos, estanques, vertientes, depósitos, etc., es que en

te sea representativa para la obtención de resultados fidedignos. Por tal motivo no se recomienda tomar muestras muy próximas a la orilla, distantes del punto de extracción, del sedimento del fondo o de sitios con agua estancada.

Al tomar la muestra se deberá sumergir el recipiente con la boca de este hacia abajo (para evitar los desechos flotantes), a una profundidad de 15 a 30 cm. Después se enderezará el recipiente con la boca hacia arriba en dirección a la corriente, y se capulará a través del agua para llenarlo.

3.2.5 TOMA DE MUESTRAS DE POZOS

Se deberá flopear la boca de la llave de salida a fin de evitar contaminaciones. Posteriormente se pondrá en marcha la bomba que hace circular el agua y se dejará correr el agua aproximadamente un minuto; después se cierra el frasco cerca de la llave, se llena y se tapa inmediatamente.

3.2.6 TOMA DE MUESTRAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO, CISTERNAS Y DEPÓSITOS

Tanto en plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento, predios de los usuarios

derechos, fuentes o surtidores de agua públicos en caso de ser posible las muestras se deberán tomar de los grifos. Al tomar muestras del sistema de distribución, los grifos deberán escogerse con cuidado, de manera que la elección de estos sea representativa.

Los grifos escogidos deberán estar limpios, y el agua que de ahí se obtenga deberá proceder de las tuberías de la red pública. También habrá de tomarse en cuenta la posibilidad de tomar muestras de depósitos, cisternas, etc., en el caso de edificios o unidades habitacionales.

En cualquiera de los casos anteriores, se deberán seguir los procedimientos y precauciones ya mencionados.

3.2.7 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Los cambios que pudieran sufrir las muestras de agua que se van a analizar, pueden reducirse al mínimo, primero si fueron debidamente obtenidas, y si estas se mantienen sin exponerse a la luz, y a temperaturas entre 4 y 5 grados centígrados.

Los análisis a efectuarse deberán practicarse en un lapso no mayor de 24 horas por

teriores a la obtención de las muestras, a fin de evitar cualquier deterioro de las mismas.

3.3 RESULTADOS

DETERMINACION DE pH

(Unidades de pH)

REGION	MEDIA	DESV. ESTANDAR	No. NUESTRAS
1 SUR	7.36	± 0.15	60
2 ORIENTE	7.15	± 0.26	88
3 PONIENTE	7.14	± 0.34	113
4 NORTE	6.90	± 0.05	6
5 CENTRO	6.90	± 0.35	25

DETERMINACION DE DUREZA

(p.p.o. como CaCO_3 -)

REGION	MEDIA	DESV. ESTANDAR	No. NUESTRAS
1 SUR	277.6	\pm 112.4	60
2 ORIENTE	210.9	\pm 92.4	80
3 PONIENTE	193.7	\pm 75.1	113
4 NORTE	177.1	\pm 24.1	6
5 CENTRO	130.6	\pm 125.9	25

DETERMINACION DE ALCALINIDAD

(p.p.p. como CaCO₃)

REGION	MEDIA	DESV. ESTANDAR	No. MUESTRAS
1 SUR	251.0	± 61.7	60
2 ORIENTE	200.5	± 72.9	60
3 PONIENTE	190.4	± 76.3	113
4 NORTE	152.5	± 9.9	6
5 CENTRO	155.6	± 139.3	25

DETERMINACION DE HIERRO

(p.p.m. como Fe=)

REGION	MEDIA	DESV. ESTANDAR	No. MUESTRAS
1 SUR	0.53	± 0.71	90
2 ORIENTE	1.35	± 4.49	69
3 PONIENTE	0.31	± 0.63	113
4 NORTE	0.04	± 0.04	6
5 CENTRO	0.04	± 0.08	25

DETERMINACION DE SOLIDOS DISUELTOS

(p.p.m.)

REGION	MEDIA	DESV. ESTANDAR	No. MUESTRAS
1 SUR	272.6	± 210.9	00
2 ORIENTE	143.0	± 61.6	00
3 PONIENTE	91.4	± 74.0	113
4 NORTE	65.3	± 10.6	6
5 CENTRO	36.2	± 39.4	25

DETERMINACION DE SOLIDOS SUSPENDIDOS

(p.p.m.)

REGION	ME DIA	DESV. ESTANDAR	No. MUESTRAS
1 SUR	55.2	± 39.9	00
2 ORIENTE	39.0	± 28.7	09
3 PONIENTE	33.3	± 30.1	113
4 NORTE	16.5	± 5.4	6
5 CENTRO	12.0	± 11.5	25

DETERMINACION DE SOLIDOS TOTALES

(p.p.m.)

REGION	MEDIA	DESV. ESTANDAR	No. MUESTRAS
1 SUR	327.7	± 224.6	69
2 ORIENTE	102.9	± 59.1	80
3 PONIENTE	124.0	± 104.7	113
4 NORTE	61.4	± 16.0	6
5 CENTRO	49.2	± 41.9	25

DETERMINACION DE CLORUROS

(p.p.a. como NaCl)

REGION	MEDIA	DESV. ESTANDAR	No. MUESTRAS
1 SUR	52.0	± 70.9	60
2 ORIENTE	21.1	± 9.1	60
3 FONTEÑE	22.4	± 10.4	113
4 NORTE	12.9	± 0.9	6
5 CENTRO	13.1	± 5.7	25

DETERMINACION DE CLORO RESIDUAL

Solamente se detectó cloro residual en tres Sistemas de Agua Potable de los 36 muestreados, dando los siguientes valores :

REGION	S.A.P.	MUNICIPIO	N MUESTRAS	CLORO RES.O
1 SUR	ZACATEPEC	ZACATEPEC	6	0.25 p.p.m.
2 ORIENTE	JONACATEPEC	JONACATEPEC	10	0.03 p.p.m.
2 ORIENTE	AXOCHIAPAN	AXOCHIAPAN	6	0.01 p.p.m.

‡ Cloro Residual

DETERMINACION DE ORGANISMOS COLIFORMES FECALES (TERMORRESISTENTES)

Por la técnica del H.M.P. en la prueba presuntiva 27 de los 36 sistemas muestreados resultó positiva.

En la prueba confirmativa únicamente 0 de los sistemas resultaron positivos, obteniéndose los siguientes datos :

DETERMINACION DE ORGANISMOS COLIFORMES FECALIS

(N.H.P./ 100 ml)

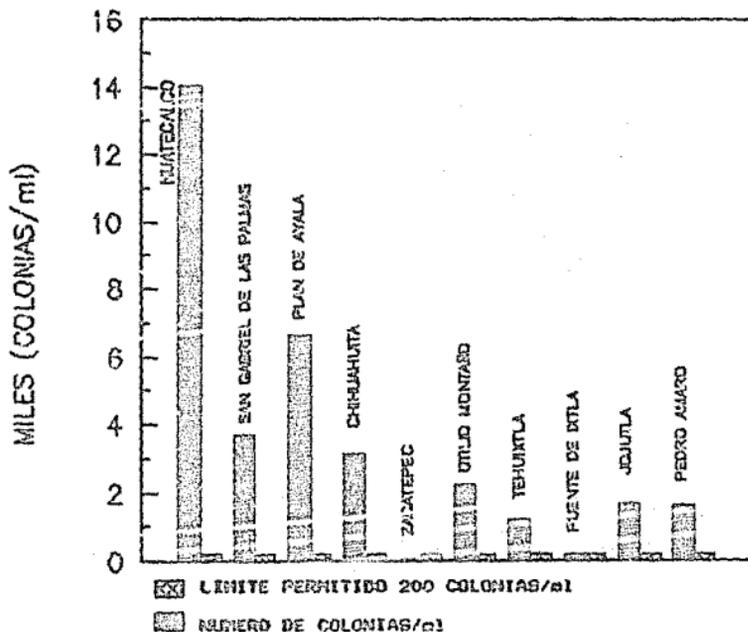
REGION	S.A.P.	MUNICIPIO	0 MUESTRAS	N.H.P. O.C.F./100 ml
1 SUR	S.G.P.	MIACUZAC	6	1,405
1 SUR	CHIH.	00	20	93
1 SUR	O.B.	TLALT.	4	14
1 SUR	TEH.	JOJUTLA	8	329
1 SUR	P.D.I.	P.D.I.	10	3
1 SUR	P.A.	JOJUTLA	3	10
2 ORIENTE	TEPAL.	TEPAL.	5	7
2 ORIENTE	JOMA.	JOMA.	10	611

0 Número Más Probable de Organismos Coliformes Fecales por 100 ml
00 Ver notas en apéndice.

NOTA : Ver las abreviaturas de sistemas y municipios en apéndice.

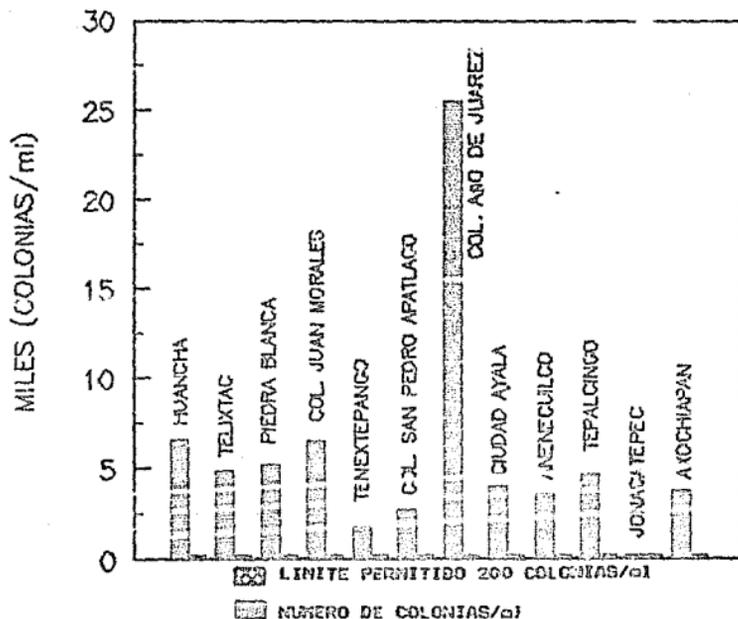
REGION 1 SUR

CTA. DE BACTERIAS MESOFILICAS AEROBIAS



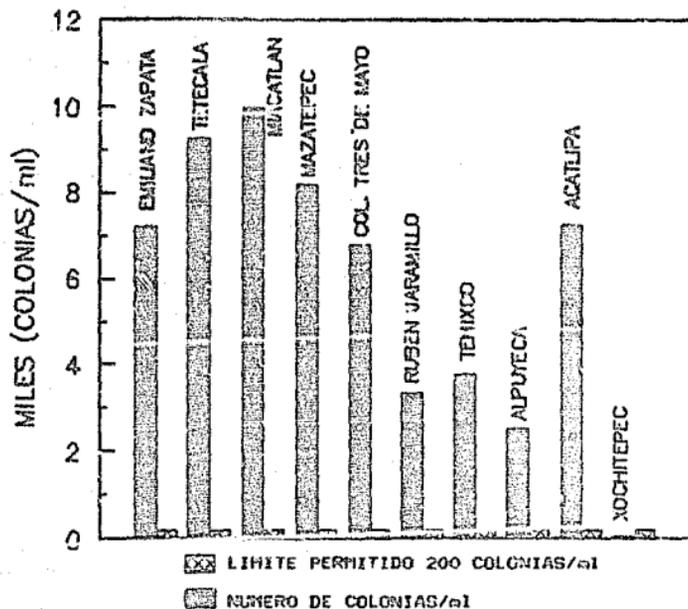
REGION 2 ORIENTE

CTA. DE BACTERIAS MESOFILICAS AEROBIAS

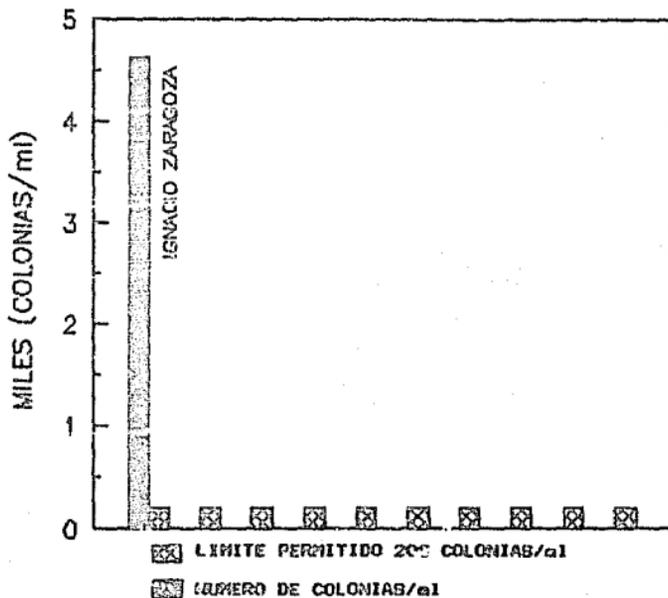


REGION 3 PONIENTE

CTA. DE BACTERIAS MESOFILICAS AEROBIAS



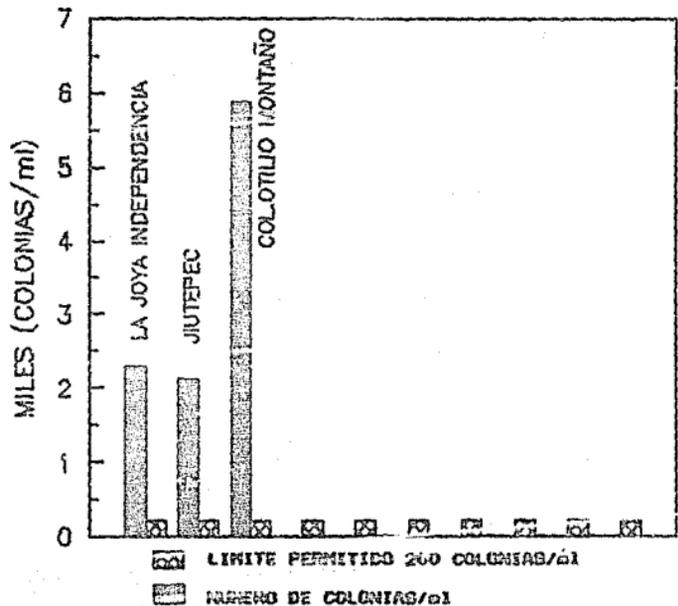
REGION 4 NORTE
CTA. DE BACTERIAS MESOFILICAS AEROBIAS



REGION 5 CENTRO

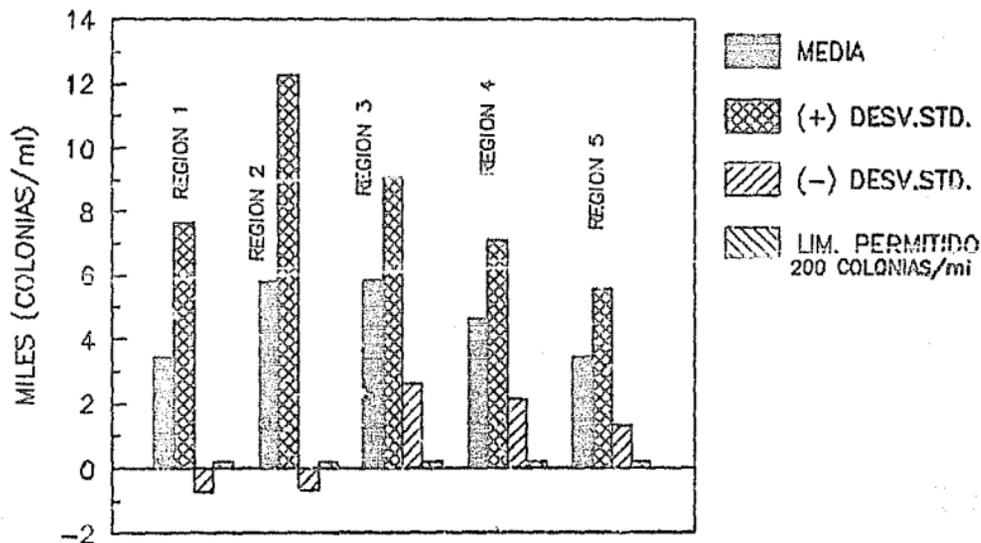
CTA. DE BACTERIAS MESOFILICAS AEROBIAS

-45-



REGIONES 1,2,3,4,5

CTA DE BACTERIAS MESOFILICAS AEROBIAS



CAPITULO IV. DISCUSION

4.1 pH

Los datos obtenidos señalan que únicamente la región 5 Centro no se encuentran dentro de los límites establecidos por las autoridades, que son de 6.9 a 8.5 unidades. (4)

La desviación estandar en esta región es la más grande, lo que indica que una gran cantidad de muestras están fuera de norma.

El rango de pH que señala la norma puede considerarse como demasiado amplio, y a pesar de ello, si se considera que es una distribución normal de los valores de pH, la mitad de las muestras de la región 4 Norte están fuera de los límites.

El pH bajo encontrado en algunas muestras, no se debe a la adición de cloro al agua, ya que se encontró que en muy pocos sistemas los equipos de clorinación del agua funcionan adecuadamente.

4.2 DUREZA

Las medias obtenidas se encuentran por debajo del límite permitido, (hasta 300 p.p.m.) (4), sin embargo las desviaciones estandar de la región 1 Sur y 2 Oriente están arriba de este valor, ya que en algunos de los sistemas la dureza es mayor a 300 p.p.m., por lo que podemos suponer que esta agua se haya mezclado con aguas residuales, o que sea una agua dura de origen (procedente de terrenos calcáreos).

4.3 ALCALINIDAD

Los datos obtenidos indican que en ninguna de las cinco regiones se detectaron valores fuera de los límites establecidos (hasta 40 p.p.m.) (4), límite que se considera aceptable para que el agua no varíe sus características debidas a las sustancias que proporcionan la alcalinidad.

4.4 HIERRO

Los resultados obtenidos indican que las regiones 1 Sur, 2 Oriente y 3 Poniente se encuentran por arriba de los límites permitidos (hasta 300 p.p.m.) (4), datos que

reflejan las condiciones en las que se encuentran las tuberías y redes de distribución.

Para evitar cualquier problema relacionado con la presencia de hierro, se deben mantener los sistemas en condiciones aceptables y controlar el nivel de hierro por debajo de 0.3 p.p.m. (21)

El hierro se considera como un elemento esencial en la nutrición humana, ya que se encuentra en proteínas, enzimas, etc. La ingestión diaria de hierro varía entre 7 y 14 mg, dependiendo la edad y sexo, pero aún así el agua no se considera como una fuente de abastecimiento de hierro para consumo humano.

4.5 SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN, DISUELTOS Y TOTALES

Los sólidos disueltos, así como los sólidos en suspensión no representan como tales un problema específico a la calidad del agua, aún cuando cada uno de ellos por separado proporcione al agua diferentes características, razón por la que no existen límites establecidos para cada uno. En cambio los sólidos totales son un punto de interferencia de dicha calidad, ya que al tratar el agua se deberán remover ambos.

En ninguna de las cinco regiones se detectaron valores que rebasaran los parámetros establecidos (hasta 1,000 p.p.m.). (6)

En el caso de la región 1 Sur se observa una desviación estándar muy superior a la media, indicando que algunos de los sistemas contienen mayor cantidad de sólidos, pero cada de manera independiente en ningún caso se detectaron valores por encima del límite, que pudieran dar como resultado una agua de características indeseables.

4.6 CLORUROS

La cantidad de cloruros encontrada en las muestras de agua de las cinco regiones no llegan en ningún caso siquiera a la mitad del límite permitido (hasta 250 p.p.m.) (6), con lo que no puede considerarse como peligrosa para su consumo en lo que a este compuesto se refiere.

4.7 CLORO RESIDUAL

El sistema Zacatepec rebasa ligeramente el límite establecido (0.2p.p.m.) (4), aumento que no es realmente significativo, sino por el contrario, al menos se tiene la seguridad de que el agua es apta para consumo humano, siendo que en los otros dos sistemas el valor obtenido es muy bajo, el cual no da un indicio de estar bien clorada, y tanto en estos como en los demás sistemas en que no se detectó la presencia de cloro residual, no se puede garantizar su calidad óptica para ser ingerida, indicando que las primeras aguas están tratadas de manera deficiente, y las demás carecen de algún sistema de tratamiento respectivamente.

La ausencia de cloro en los sistemas es alarmante, ya que el agua en estas condiciones no está protegida contra contaminaciones posteriores.

Dado el mal manejo que se le da al agua en estos lugares, es muy probable que esta sea la causa de enfermedades gastrointestinales.

4.8 BACTERIAS MESOFILICAS AEROBIAS

De los 10 sistemas muestreados en la región I Sur, solamente dos sistemas (Zacate-

pec y Puente de Ixtla) tuvieron menos de 200 colonias de bacterias mesofílicas aerobias por ml de agua, que es el límite máximo permitido. (6). Estos sistemas representan el 25 de los sistemas de la región.

La región 2 Oriente no reporta ningún sistema por debajo del límite, en donde el que menor cuenta de bacterias mesofílicas aerobias tuvo fue Jonacatapac con 230 colonias por ml.

El sistema Xachitepec de la región 3 Poniente es el único en la región que cumple con la norma, con 53 colonias por ml, este sistema equivale al 15 de los sistemas de esa región.

En la región 4 Norte solamente se muestreó un sistema, el cual representa al 100% en la región. El valor obtenido en la cuenta de bacterias mesofílicas aerobias está muy por encima de lo permitido.

En ninguno de los tres sistemas muestreados en la región 5 Centro se obtuvieron datos cercanos a la norma, estos también sobrepasan dicho valor.

La gráfica donde se muestran las medias obtenidas en las cinco regiones (pag. 44),

denotan valores muy elevados, teniendo como mínimo 3,415 colonias por el de bacterias mesofílicas aerobias en la región 5 Centro, y 5,826 colonias por el en la región 3 Poniente.

Solamente 3 de los 36 sistemas muestreados resultaron con una cuenta inferior al límite permitido, estos sistemas representan el 8.3% y el 91.7% restante está por arriba de este valor.

Estos datos reflejan directamente la falta, o en su caso la ineficiencia del sistema de tratamiento del agua, a lo que podemos sumar las condiciones en las que se encuentran las fuentes de abastecimiento, así como las redes de distribución.

En el mejor de los casos se detectaron 53 colonias por el en el sistema Xochitapez en la región 3 Poniente, y el más crítico fue el sistema de la Colonia Año de Juárez en la región 2 Oriente con una cuenta de 25,512 colonias por el.

Se pueden considerar prácticamente despreciables los 3 sistemas con menos de 200 colonias por el, en comparación de los demás, ya que la mayoría de ellos tienen más de 1,000 colonias por el de agua, lo que puede considerarse como factor determinante en la calidad microbiológica del agua, y por consiguiente para la salud de los consumidores.

4.9 ORGANISMOS COLIFORMES FECALES

Los resultados obtenidos nos indican una contaminación de tipo fecal, en donde los 8 sistemas positivos representan un 23% de los sistemas muestreados, con un N.H.P. de organismos coliformes fecales de 3/100 el censo mínimo y un máximo de 1,405/100 ml.

Esta contaminación representa un problema, ya que puede llegar a ser causa de enfermedades tales como pielitis, pielonefritis, septicemia, endocarditis, meningitis, diarreas epidémicas graves, etc. (21)

Las epidemias causadas por estos organismos son factibles, ya que las normas establecen que el agua apta para consumo humano no debe contener organismos coliformes fecales (4), de otra forma se podrían permitir cierta cantidad de este tipo de organismos presentes en el agua.

CAPITULO V. RESUMEN

Se tomaron muestras de agua de algunos Sistemas de Agua Potable del Estado de Morelos, siendo estas de fuentes de abastecimiento, redes de distribución, grifos, tanques de almacenamiento, tomas domiciliarias, etc., a los que se les practicaron de terminaciones de:

pH

DUREZA

ALCALINIDAD

NIQUELO

SOLIDOS TOTALES

SOLIDOS DISUELTOS

SOLIDOS EN SUSPENSION

CLORURO

CLORO RESIDUAL

BACTERIAS MESOFILICAS AERODIAS

ORGANISMOS COLIFORMES FECALES

con la finalidad de comprobar la potabilidad de las mismas, concentrándose datos en las determinaciones físicas y químicas no alarmantes, no siendo así en las pruebas microbiológicas.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista físico y químico, el agua de los sistemas muestreados en el estado de Morelos es potable.

Se considera que esta agua no es apta para consumo humano ya que no cumple con las normas microbiológicas.

Las aguas en este Estado en su mayoría no reciben tratamiento alguno, y aquellas que en su caso están sujetas a tratamiento, este es técnicamente deficiente.

La Comisión Estatal de Agua Potable y Saneamiento de Morelos no cumple con las disposiciones del artículo 11 fracciones XVII, XVIII, XX y XXI de la Ley que Regula la Prestación de Servicios de Agua Potable y Saneamiento del Estado.

Las Administraciones Directas o Indirectas de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento Locales tampoco cumplen con el artículo 27 fracciones IX y X de la ley antes mencionada.

En base a los resultados obtenidos, se recomienda llevar a cabo un programa basado en los siguientes puntos :

1.- Aislamiento de las fuentes de abastecimiento mediante protecciones que eviten el acceso de animales y personas no autorizados.

2.- Reparación y mantenimiento constante tanto de los sistemas, como de las redes de distribución, y todo tipo de depósitos para agua.

3.- Clorinación del agua en la que se obtenga una concentración final de 0.2 p.p.m. de cloro residual.

4.- Efectuar periódicamente análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua.

apoyándose así a las normas y requerimientos que establecen las autoridades correspondientes.

BIBLIOGRAFIA

PUBLICACIONES Y REVISTAS

01) DRAGOCCO REPORT. BOLETIN INFORMATIVO No. 1/1970

DRAGOCCO, S.A. MEXICO, D.F. 1970

02) I.N.H.S.Z. CUADERNOS DE NUTRICION VOL. VII, No. 5

MEXICO, D.F.

03) INTERNATIONAL DEVELOPMENT RESEARCH CENTRE. REVISTA "BUSQUENA"

OTTAWA, CANADA 1989

04) ORGANISMO DE GOBIERNO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION TOMO CDXII, No. 11

MEXICO, D.F., LUNES 18 DE ENERO DE 1989

LIBROS

05) CADALLERO, J.P. METODOS ESTANDAR PARA EL ANALISIS DE AGUAS Y AGUAS DE DESECHO

ED. INTERAMERICANA, S.A. MEXICO, D.F. 1989

- 06) CODIFICACION SANITARIA MEXICANA VOL. II
EDICIONES ANDRADE. MEXICO, D.F. 1972
- 07) DERRY, T.K. HISTORIA DE LA TECNOLOGIA. DESDE LA ANTIGUEDAD HASTA 1750 VOL. I
SIGLO XXI EDITORES. 11a EDICION, 1989
- 08) DERRY, T.K. HISTORIA DE LA TECNOLOGIA (I). DESDE 1750 HASTA 1900 VOL. II
SIGLO XXI EDITORES. 10a EDICION, 1988
- 09) DERRY, T.K. HISTORIA DE LA TECNOLOGIA (II). DESDE 1750 HASTA 1900 VOL. III
SIGLO XXI EDITORES. 10a EDICION, 1988
- 10) DERRY, T.K. HISTORIA DE LA TECNOLOGIA (I). DESDE 1900 HASTA 1950 VOL. IV
SIGLO XXI EDITORES, 2a EDICION, 1988
- 11) DERRY, T.K. HISTORIA DE LA TECNOLOGIA (II). DESDE 1900 HASTA 1950 VOL. V
SIGLO XXI EDITORES, 2a EDICION, 1988
- 12) DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION EN SALUD PUBLICA. TECNICAS PARA EL MUESTREO
Y ANALISIS MICROBIOLOGICO DE ALIMENTOS
MEXICO, D.F. 1965

- 13) FERNANDEZ ESCARTIN, E. MICROBIOLOGIA SANITARIA. AGUA Y ALIMENTOS VOL. I
ED. UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA. GUADALAJARA, JAL. 1981
- 14) GREENBERG, E.A. STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER
AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. WASHINGTON, D.C. 1985
- 15) KIRK, R.E. ENCICLOPEDIA DE TECNOLOGIA QUIMICA VOL. I
ED. U.T.E.H.A., 1a EDICION.
MEXICO, D.F. 1961
- 16) LEY GENERAL DE SALUD
ED. PORRUA, S.A. MEXICO, D.F. 1987
- 17) LEY QUE REGULA LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
DEL ESTADO DE MORELOS
GOBIERNO DEL ESTADO DE MORELOS
CUERNAVACA, MORELOS 1981
- 18) HASKEN F. O. PURIFICACION DE AGUAS Y TRATAMIENTO Y RECOLECCION DE AGUAS RESIDUA-
LES. INGENIERIA SANITARIA Y DE AGUAS RESIDUALES VOL. II
ED. LIMUSA. MEXICO, D.F. 1984

- 19) NORDELL E. TRATAMIENTO DE AGUA PARA LA INDUSTRIA Y OTROS USOS
ED. C.E.C.S.A. MEXICO, D.F. 1969
- 20) ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. ORGANIZACION MUNDIAL DE
LA SALUD. GUIAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE VOL. I
PUBLICACION CIENTIFICA No. 401 WASHINGTON, D.C. 1965
- 21) ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. ORGANIZACION MUNDIAL DE
LA SALUD. GUIAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE VOL. II
PUBLICACION CIENTIFICA No. 506 WASHINGTON, D.C. 1965
- 22) ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. ORGANIZACION MUNDIAL DE
LA SALUD. GUIAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE VOL. III
PUBLICACION CIENTIFICA No. 509 WASHINGTON, D.C. 1965
- 23) SMITH T. D. BACTERIOLOGIA DE ZINGIBER
ED. U.T.E.H.A. MEXICO, D.F. 1960

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

APENDICE

0.1. NOTAS 08

EL SISTEMA DE AGUA POTABLE CHIHUANUITA ESTA CONFORMADO POR :

- PUEBLO DE SAN MIGUEL 30
- PUEBLO DE XOXOCOYLA
- PUEBLO DE SAN JOSE VISTA HERMOZA
- PUEBLO DE SANTA ROSA 30
- COLONIA EL MIRADOR
- PUEBLO LA NOPALERA
- PUEBLO DE TETELPA

LOS PUEBLOS DE : SAN MIGUEL 30, SANTA ROSA 30, LA NOPALERA, TETELPA, Y LA COLONIA EL MIRADOR, PERTENECEN AL MUNICIPIO DE ZACATEPEC.

LOS PUEBLOS DE XOXOCOYLA Y SAN JOSE VISTA HERMOZA PERTENECEN AL MUNICIPIO DE FUENTE DE IXTLA.

AUN CUANDO ESTOS PERTENECEN A DIFERENTES MUNICIPIOS, TODOS SE ENCUENTRAN LICENCIADOS EN LA REGION 1 SUR Y ESTAN ABASTECIDOS POR LA MISMA RED DE DISTRIBUCION.

6.2. ABBREVIATURAS DE SISTEMAS Y MUNICIPIOS

SISTEMAS DE AGUA POTABLE

CHIH.	.....	CHIHUAHUITA
JGNA.	.....	JONACATEPEC
O.H.	.....	OTILIO MONTAÑO
P.A.	.....	PEERO AMARO
P.D.I.	.....	FUENTE DE IXTLA
G.O.P.	.....	SAN GABRIEL LAS PALMAS
TEN.	.....	TENQUIXTLA
TEPAL.	.....	TEPALCINGO

MUNICIPIOS

JGNA.	.....	JONACATEPEC
P.D.I.	.....	FUENTE DE IXTLA
TEPAL.	.....	TEPALCINGO
TLALT.	.....	TLALTIZAPAN