



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**



**ANALISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO EN SUELO Y CULTIVO  
IRRIGADO CON AGUAS RESIDUALES COMO POSIBLE  
INDICADOR DE CALIDAD SANITARIA EN EL DISTRITO DE  
DESARROLLO RURAL 063**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGA**

**P R E S E N T A**

**JULIETA LOMBARDEO VENTURA**

**Director de Tesis**

**M.V.Z. Gerardo Cruz Jiménez**

**Cuatitlan Izcalli. Edo de México**

**1993**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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	Pág
Resumen	1
1.0 Introducción	3
2.0 Objetivos	6
2.1 Objetivos particulares	6
3.0 Antecedentes	7
3.1 Distribución de la zona de estudio	11
3.1.1 Distribución de los suelos de estudio	16
3.2 Indicadores Bacteriológicos	22
3.2.1 Coliformes totales	24
3.2.2 Coliformes fecales	26
3.2.3 <u>Streptococos fecales.</u>	27
3.2.4 <u>Pseudomonas aeruginosa.</u>	28
3.2.5 Indicadores Patógenos	28
3.2.6 <u>Salmonella</u>	29
3.3 Epidemiología	32
3.3.1 Formas y factores envolventes de transmisión de enfermedades	34
3.3.2 Medidas y Riesgos a la salud en aguas residuales	36
3.3.3 Casos Epidemiológicos	37
3.4 Legislación Mexicana	40
4.0 Material y Métodos	46
4.1 Metodología de muestreo	50
4.1.1 Estaciones de muestreo para la caracterización microbiológica	50
4.1.2 Periodicidad	50
4.1.2.1 Metodología de muestreo en campo	50
4.1.2.2 Toma de muestra de suelo	50
4.1.2.3 Toma de muestra de agua .	51
4.1.2.4 Toma de muestra de alimento	52
4.1.2.5 Metodología de las muestras (agua suelo y cultivo)	52
4.2 Análisis cualitativo de <u>Salmonella</u> y <u>Shigella</u> .	53
4.2.1 Concentraciones de microorganismos	53
4.2.2 Enriquecimiento de microorganismos	54
4.2.3 Aislamiento de colonias típicas.	54
4.2.4 Análisis semicuantitativos de <u>Salmonella</u> y <u>Shigella</u>	55
4.2.5 Análisis Cualitativos de Indicadores Bacteriológicos	58
4.2.5.1 Coliformes totales	58
4.2.5.2 Coliformes fecales	60
4.2.5.3 <u>Streptococos fecales</u>	60
4.2.5.4 <u>Pseudomonas aeruginosa.</u>	48
5.0 Resultados .	64
6.0 Discusión	92
7.0 Conclusión	95
8.0 Recomendaciones	96
9.0 Bibliografía.	97

## RESUMEN

Debido a las condiciones geográficas en las que se sitúa México, es recomendable el riego agrícola, ya que por ello se ha tenido la necesidad de reutilizar las descargas de agua residual industrial y doméstica en la irrigación de las parcelas.

El Distrito Desarrollo Rural (DDR-063) con el que se abastece al Estado de Hidalgo para el cultivo de hortalizas es de gran interés para la Investigación ya que una de las afecciones para el mismo es la presencia de bacterias patógenas en los cultivos (lechuga, col y jitomate etc.).

Por lo cual se desarrolló el presente trabajo durante el periodo abril a julio de 1988 en el Centro de Investigación y Entrenamiento para el Control de la Calidad del Agua (CIECCA-SARH).

Para la evaluación de la calidad del agua-suelo y cultivo, se fijaron 9 estaciones en la parcela el Xothi, 10 en el Tephé y 13 en San Salvador, realizándose 8 muestras de suelo y agua de riego en la Parcela San Salvador, Xothi y 8 del Tephé. Los productos agrícolas, se colectaron del mismo sitio fijado para el suelo; en estos puntos de muestreo se llevaron a cabo determinaciones de tipo cuantitativo de indicadores bacteriológicos (Coliformes totales, Coliformes fecales, Streptococos fecales y Pseudomonas aeruginosa, que fueron identificados por la Norma Técnica Oficial Mexicana de Tubos de Fermentación Múltiples (NMP/ 100 mL) (26) en agua de manantial y agua residual tratada.

Se determinaron los análisis cualitativos y semicuantitativos de bacterias patógenas Salmonella s.p y Salmonella typhi en suelo y vegetales en las 3 diferentes parcelas por medio de técnica de tierra de diatomeas reportados en (NMP) (26).

En los resultados se obtuvieron porcentajes en suelo de Coliformes totales de un 29.45% y 23.2% concentraciones mayores a  $1.1E+4$  irrigada con agua del canal

Requena, lo que demuestra que exceden los límites permisibles de indicadores bacteriológicos.

La frecuencia en porcentaje de ocurrencia en bacterias patógenas en suelo para Salmonella typhi, antes del riego fue de un 55.70% y después del riego un 68.26% en la parcela de San Salvador, en la parcela de el Xothí antes del riego fue de un 86.15% y un 78.75% después del riego y en la parcela el Tephé antes del riego fue de un 12.49% y 9.70% después del riego.

Referente a los cultivos la Salmonella typhi se encontró en 85.7% en hojas de tomate y el porcentaje fue mayor para muestras de jitomate irrigadas con aguas residuales a la encontrada en la lechuga que fue irrigada con agua de manantial.

El tratamiento de arrastre no es el adecuado para obtener una calidad de agua tratada para la irrigación de la zona DDR-063 del Estado de Hidalgo.

## 1.0 INTRODUCCION

Debido a que las reservas totales de agua dulce exceden los 37 millones de  $\text{Km}^3$  y más de tres cuartas partes de la misma se encuentra retenida en los glaciares y en el hielo polar que exceden cualquier cantidad imaginable de la población humana, la mayor parte de éste no nos es accesible, el hombre no puede disponer de ella y el resto que está disponible muestra una distribución irregular de un lugar a otro, encontrándose así los acuíferos subterráneos explotados de forma intensiva. Las principales fuentes de suministro son los ríos, lagos y vapor de agua contenido en la atmósfera que constituye menos del 1% de la existencia total.

El agua se utiliza como recurso natural, y en otras ocasiones es transformada, en el proceso utilizado en la industria que suele volver al río con una carga de contaminantes.

Esto ha originado la necesidad de utilizar el agua residual para riego, agrícola ya que tiene como característica la disponibilidad en grandes cantidades para su aprovechamiento, ocasionando así un problema en muchas partes del mundo debido a los contaminantes, limitando la producción en la agricultura, lo cual recae sobre el crecimiento del mundo (32).

La mayor demanda es para la agricultura aunque en la industria se requieren unos  $20 \text{ m}^3$  por persona/año.

El nuestro país la distribución de abastecimiento de aguas en los últimos 50 años, fue apoyo e impulso para el sector primario (agrícola) lo cual expreso los grandes volúmenes consumidos en 1959 con un (78%) y para 1980 disminuyó un 29% (28). El consumo de agua del sector industrial a nivel nacional se ha incrementado pasando del 1% en 1950 a un 14% en 1980, más el incremento

porcentual del consumo de agua destinada a la generación de energía, cifra que paso del 20% al 64% entre 1950-1980 (21).

Desde el punto de vista de los recursos hidráulicos se divide en dos áreas: el norte y el antiplano de México que abarca más del 59% del territorio y el 45% de las áreas de infraestructura para riego esta gran área sólo recibe 19% de la precipitación pluvial. Por su parte el sureste mexicano con menos del 25% del territorio nacional, contiene solo el 20% de la población la industria deficiente y más que infraestructura de drenaje, porque en esta cuarta parte del país cae en el 65% de la precipitación (32).

Por lo que es de suma importancia mantener esta fuente natural para lograr una buena ubicación como para una mejor distribución en las diferentes zonas del país, para consumo humano industrial y agrícola.

En pocas ciudades el uso de aguas residuales esta bajo la regulación de las autoridades de Salud Pública. Sin embargo la formulación del criterio microbiológico para la evaluación del agua es algunas veces difíciles por datos incompletos sobre la diseminación y sobrevivencia de microorganismos de aguas de irrigación (34).

Sin embargo, el uso de agua residual en riego agrícola ha carecido de estudios integrales que evalúen sus efectos, tanto en la estructura productiva como en la salud de la población afectando generalmente al hombre, incrementando infecciones gastrointestinales las cuales son adquiridas por aguas contaminadas. Las enfermedades transmitidas por este medio se limitan a un grupo de microorganismos patógenos, los cuales son eliminados en la heces del hombre y los animales de sangre caliente.

La contaminación fecal de este tipo es especialmente peligrosa cuando la materia contaminada es ingerida por personas susceptibles quienes resultan infectadas, siendo portadores potenciales (5).

Lo que hace necesario definir el problema de la calidad de dicha agua así como su influencia sobre el suelo y cultivo las zona de estudio es decir conocer la fuente de contaminantes a efecto de seguir la trayectoria de difusión en la que es alterada y diluida con el contaminante y la forma en que el mismo afecta las distintas cadenas existentes en el sistema.



## **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Análisis cualitativo y semicuantitativo en suelos cultivos irrigados con agua residual como posibles indicadores de calidad sanitaria en el Distrito de Desarrollo Rural DDR-063

### **2.1. 1 OBJETIVOS PARTICULARES**

Cuantificación de indicadores bacteriológicos en la cadena agua residual- suelo-cultivo en el Distrito de Desarrollo rural DDR-063, Hidalgo.

Determinar la correlación de bacterias patógenas decrece en la etapa final de la cadena agua residual- suelo- cultivo.

Demostrar que el contenido de bacterias patógenas decrece en la etapa final de la cadena agua residual- suelo-cultivo.

### 3.0 ANTECEDENTES

Nuestro país presenta diferentes características geográficas y climatológicas que han ocasionado el crecimiento industrial, comercial, agrícola y demográfico lo cual a demandado grandes cantidades de agua en las últimas décadas y así como la sobreexplotación de los recursos acuíferos que mantiene en peligro al equilibrio ecológico y la salud de la población por la contaminación del agua que se usa para el riego agrícola (20).

Ya que se ha demostrado que el 80% de agua en el país se encuentra a menos de 500 metros sobre el nivel del mar (msnm), en donde se localiza el 25% de la población total y el 10% de la producción industrial, mientras que a una altura mayor a los 500 metros sobre el nivel del mar (msnm), existe un número mayor de ciudades que sólo cuentan con un 20% del recurso y en donde se encuentra el 75% de la población industrial (29).

Las principales fuentes del suelo son manantiales o pozos. La calidad puede diferir grandemente entre pozos poco profundos y el agua de pozos relativamente profundos que es usualmente de calidad bacteriológica aceptable y puede ser usada para beber sin tratamiento (30)(12).

Algunas investigaciones señalan que aproximadamente 30 de los 60 mantos acuíferos existentes en el país presentan un alto grado de explotación y de contaminación. Antes de que terminara el siglo XIX se comenzó a resentir los primeros estragos ecológicos en el Valle de México, productos de la multiplicación y explotación de infinidad de pozos con ello se inició un hundimiento de suelo a

razón de 5 cm/año disminuyendo el caudal de los diversos manantiales del valle, entre ellos el de Chapullepec (30).

Consecuentemente durante el régimen porfirista al darse múltiples facilidades para el establecimiento ya no sólo de talleres artesanales si no de grandes industrias se incrementó más la demanda de agua para 1908. Durante el período revolucionario no hubo ningún incremento significativo si no hasta el gobierno Cardenista, paralelamente al diseño de la política agrícola e industrializadora, fueron llevados a cabo los primeros 93 pozos profundos en el centro y perifería de la ciudad de México, acelerando el hundimiento hasta 18 cm/año pero para evitar la sobreexplotación de los mantos y seguir presentándose el hundimiento se procede a sacar aguas de otras cuencas (28) (33).

La primera de ellas, la cuenca de Lerma, que se localiza a más de 60 Km al oeste del D.F se construyó en dos etapas, la primera en 1953 y la segunda en 1977, mediante las cuales el sistema Lerma llegó a suministrar hasta 14.3 m<sup>3</sup>/seg. por varios años, aunque después reduciría su caudal debido a la severa explotación de sus mantos acuíferos. En 1957 se capturaron 3 m<sup>3</sup>/seg. más con la apertura de los pozos de Chiconautla, en 1958 se captó 1 m<sup>3</sup>/seg. más con los pozos del Peñon. Durante el período que va de 1960 a 1973 se incrementó el caudal con la perforación de 50 pozos municipales y otros más en Xochimilco. En 1977 se lograron obtener 9.5 m<sup>3</sup>/seg. más con la perforación de una serie de pozos profundos localizados sobre el periférico Tláhuac, Nezahualcóyotl y la zona de los Reyes Teoloyucan (30) (12).

Debido a esto ha surgido la necesidad de reutilización de aguas residual como: fuente de abastecimiento de aguas para diferentes usos en agricultura, piscícola y recreativo, recarga de acuíferos y últimamente municipal (21)(38).

El reuso más significativo de aguas residuales de origen municipal es el que se ha venido realizando desde principios de siglo en las zonas comprendidas en el Estado de Hidalgo (Valle del Mezquital) se emplean 1083 millones de m<sup>3</sup>/año de aguas residuales para la irrigación de cultivo procedente del área metropolitana de la Ciudad de México tomada del gran Canal Emisor Poniente, Emisor Central y de los ríos Tula, Salado y Alfayuca en donde es utilizada aproximadamente en 47 mil hectareas, en los Distritos de Riego 03 en el Estado de Hidalgo (30).

El agua ha sumido una parte principal que va hasta el fin de las, epocas en la diseminación de bacterias, protozoarios y virus. Ya que algunas clases de bacterias patógenas se multiplica en tracto intestinal y son descargadas en los sistemas de aguas negras, son las que tienen mayor posibilidad de infectar otras personas por medio del agua. En la actualidad existen enfermedades que se transmiten através del agua, las principales son: la fiebre tifoidea, fiebre paratifoidea, disentería bacilar, amibiana y el cólera asiatico (21).

La infección no sólo se adquiere por ingestión de agua contaminada, sino también por contacto primario y secundario con aguas residuales principalmente en la agricultura y también através del consumo de hortalizas irrigadas con aguas de calidad microbiológica deficiente. Algunos investigadores afirman que nuestra contaminación se debe a las aguas residuales no tratadas y otros afirmar que la contaminación se adquiere posteriormente, debido al mal manejo de los alimentos (21)(20).

Sin embargo, no ha sido hasta los últimos años cuando se han iniciado estudios y proyectos para resolver este problema del agua. Algunos de ellos realizados en el Centro de Investigación y Entrenamiento para el Control de la Calidad del Agua (CIECCA). En el presente trabajo se realizara un estudio en la cadena de agua

residual suelo y cultivo, en la zona (DDR-063), en donde el cultivo es una forma de subsistencia humana.

### 3.1 DISTRIBUCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

#### Localización del Area.

El área de estudio se encuentra localizada en el Distrito de Riego (DDR-063), en el Valle del Mezquital, con una superficie mayor de 50,000 ha. situada en la parte suroeste del Estado de Hidalgo (Lámina 1).

Las altitudes de esta zona varían de los 1760 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y en las partes bajas hasta los 200 (m.s.n.m.). Se encuentra dentro de la parte alta de la cuenca del río Pánuco, subcuenca hidrológica del río Tula, las principales corrientes superficiales que componen esta subcuenca son los ríos de Tula y San Juan. Sus coordenadas geográficas son latitudes norte. paralelo 19 longitud y 35 minutos, 20 latitudes y 10 minutos de latitud Norte y los meridianos 99 longitud y 12 minutos y 99 longitudes y 42 minutos de longitud del meridiano de Greenwich (30)(12).

#### Clima

En 1968, en la región de Tizayuca debido a la gran influencia que la geografía ejerce sobre la precipitación en la temperatura y en la circulación atmosférica se presentan precipitaciones escasas, estas oscilan entre 450 y 600 mm. anuales, en algunas, épocas se inician en abril, en otras continúan erráticas durante verano. La temperatura media anual es de 14.5 a 18 °C; la temperatura media máxima anual varía de 25 a 30 °C y la mínima anual de 0 a 5 °C. Las heladas se presentan generalmente en un período que comprende desde los últimos días de septiembre a principios de octubre hasta el mes de febrero. Los vientos muestran

movimientos convectivos; se producen durante las horas más calientes del día, lo cual provoca que se formen remolinos que se levantan a gran altura, estos llevan en suspensión grandes cantidades de partículas que llegan a ocasionar contaminación al ambiente (12).

### Comunicaciones

Las principales vías de acceso a la zona de estudio son: en la porción oriental la carretera federal No.85 (México-Laredo), y en la occidental la carretera federal de cuota No.57 (México-Querétaro). La primera de ellas, comunica a la capital del país, con la capital del Estado de Hidalgo, Pachuca y más adelante pasa por los municipios de Actopan, Ixmiquilpan, la segunda, une al D.F. con el municipio de Tepeji del Río (fig. 1).

Asimismo, existen 3 importantes carreteras estatales: la primera de ellas, comunica los municipios de San Agustín Tlaxcala, Ajacuba y Tlaxcoapan, atravesando la zona en dirección similar a la primera, une los pueblos de Actopan, Tetepango y Progreso. La tercera recorre la zona suroeste a norte, uniendo a las carreteras federal México-Querétaro en la vecindad de Tepeji del Río y México Laredo en la cercanía de Ixmiquilpan (12).

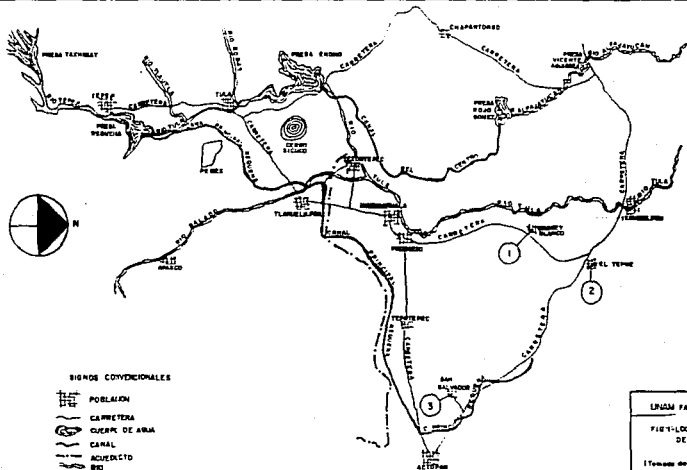
Además existen otras carreteras de menor longitud, caminos y brechas que comunican los poblados entre sí. Así mismo existen dos más de ferrocarril que comunican las poblaciones de la parte sudeste de la zona de estudio (30).

Lámina No. 1 Ubicación del D.D.R. 063 en el país



<b>Superficie Agrícola</b>	<b>257,605</b>	<b>Superficie Total</b>	<b>515,211</b>	
<b>Riego 37.0%</b>	<b>Temporal 63.0%</b>	<b>Agrícola 50.0%</b>	<b>Ganadero 47.0%</b>	<b>Forestal 3.0 %</b>





SIGNOS CONVENCIONALES



UNIDAD FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES - CHALITLILAN FIBRA LOCALIZACION GEOGRAFICA E HICORONAFIA DE LA ZONA DE ESTUDIO [Tema del grupo RD-01/Mayordugui, tipo Noron, JMBELARI I]
TESIS PROFESIONAL Julio Lombardo Varona
MEXICO, D.F. 1989

## Descripción de la zona de estudio.

Se eligieron 3 parcelas irrigadas con 3 calidades de agua diferente con el fin de poder observar las posibles cambios en la concentración de microorganismos patógenos transportables por agua en suelo y productos irrigados.

Al considerar la distribución del suelo de tipo normal se eligieron 3 parcelas, dentro de la misma zona de riego DDR-063, para facilitar, el trabajo de campo, se ubicaron en el Tephé, San Salvador y el Xothí (lámina. 2)

La parcela el Tephé, tiene una superficie aproximadamente de 0.8 hectáreas, se cultiva lechuga y esta irrigada con aguas del manatial el Tephé, por lo que está sujeta a las restricciones del Distrito de Riego y se considero testigo; como fertilizante se utilizo gallinaza (lámina 3).

Parcela el Xothí, tiene una superficie de aproximadamente una hectárea, esta irrigada con aguas provenientes del canal del centro, que fueron almacenadas en la presa Endho, se cultivó jitomate y se utilizó excremento de caballo como fertilizante (una aplicación) y se hicieron aplicaciones periódicas de fungicidas y antibióticos como la estreptomycin y terramicina (lámina 4).

Para la parcela San Salvador, con superficie de 1.5 hectáreas, está irrigada con aguas del canal Requena, cuyo único tratamiento ha sido el recorrido por el canal, se cultiva jitomate, se desconoce el fertilizante utilizado, y se hicieron aplicaciones periódicas parasitidas fungicidas que pueden afectar la viabilidad de bacterias y parásitos patógenos (lámina 5).

### 3.1.1 Distribución de los suelos.

Los principales tipos de suelos en el Distrito de riego 063 son los siguientes: franco arcilloso con 17,135 hectáreas, francoarcilloso arenoso con 9,168 hectáreas arcilloso con 7,174 hectáreas y franco arenoso con 4,980 hectáreas (27).

La descripción efectuada para estas diferentes zonas se hizo conforme a un análisis realizado por el laboratorio local en el que se determinaron parcialmente la composición física como su composición química (tabla No.1).

Composición Fisicoquímica de los suelos de la zona de Riego DDR-063

La parcela No.1 ubicada en Xothi presentó una textura de migajón arenoso y una composición de un X = 71.64 % de arena, X = 71.74% de limo, X = 6.72% de arcilla el cual se puede describir como suelo de tipo normal, de acuerdo a la (tabla No.1).

La parcela No.2 ubicada en Tephé, presentó una textura de (migajón-arenoso) con la composición de un X = 21.54% de arcilla, 53.28%, 62.34% por lo cual fue descrito como suelo de tipo normal de acuerdo a la (tabla No.1).

La parcela No.3 ubicada en San Salvador presentó una textura franco con una composición de un X = 52.46% de arena, un X = 41.64% de limo, X = 23.72% de arcilla clasificándose como suelo de tipo normal (tabla No.1).

Actualmente de las 515,211 hectáreas, con que cuenta el distrito de riego, el 50% (257,605 hectáreas) son de uso agrícola, el 47% ganadero y el 3% forestal. Como se señaló anteriormente, la agricultura es una de las actividades más importantes de este distrito, debido a que el 37% de superficie agrícola es de riego, el 63% de



Lámina No. 3 Parcela No. 2 Tephé (cultivo:lechuga)

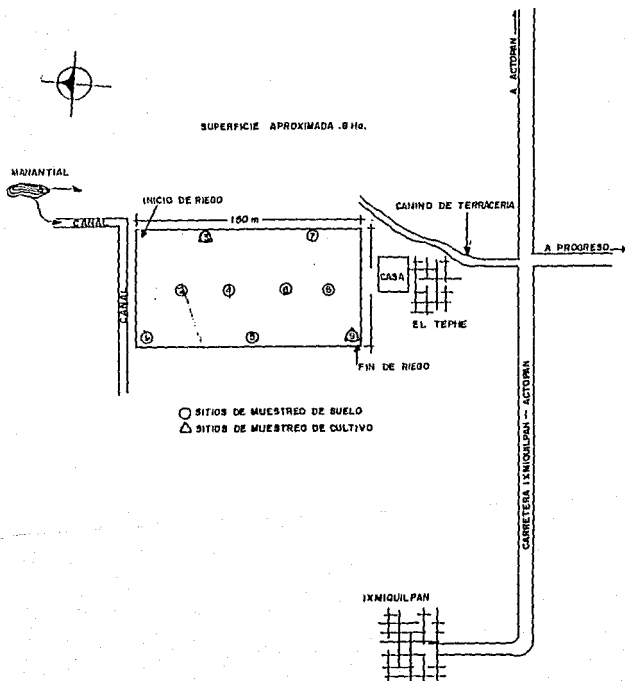


Lámina No. 4 Parcela No. 1 Xothí (cultivo: jitomate)

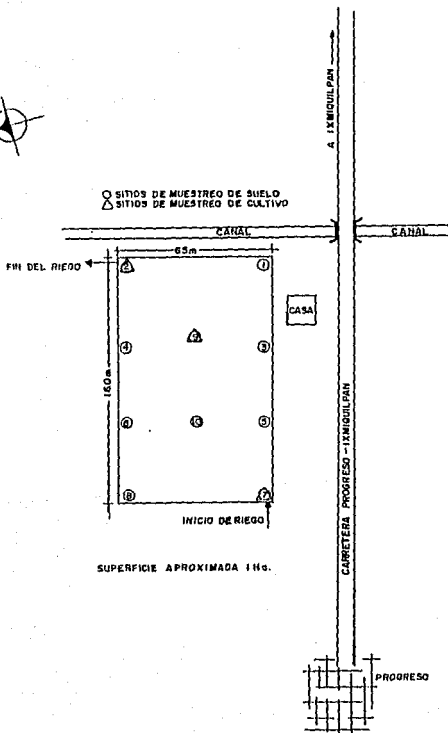


Lámina No. 5 Parcela No. 3 San Salvador (cultivo: jitomate)

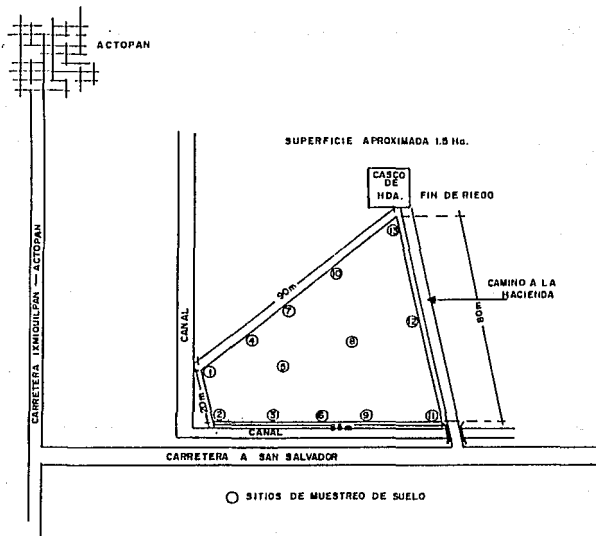


TABLA No. 1 COMPOSICION FISICOQUIMICA DE LOS SUELOS DE LA ZONA DE RIEGO DDR-063

UBICACION	SAN. SALVADOR.	SAN. SALVADOR.	TEPHE	TEPHE	XOTHI	XOTHI
TEXTURA	FRANCO	FRANCO	MIGAJON ARENOSO	MIGAJON ARENOSO	MIGAJON ARENOSO	MIGAJON ARENOSO
No. DE LAB.	479	480	481	482	483	484
SITIO	1	1	1	1	1	1
PROF. (cm)	00-30	00-30	00-30	00-30	00-30	00-30
CLASIF.	SALINO NO SODICO	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL
% Arena	35.64	33.64	65.64	59.64	73.64	69.64
% Limo	39.64	43.64	25.64	27.64	19.64	23.64
Arcilla	24.72	22.72	8.72	12.72	6.72	6.72
DOP	0.92	0.90	0.90	0.94	0.90	0.94
CC	21.14	20.34	20.81	20.30	16.04	16.33
% PMP	11.48	11.05	11.30	11.03	8.71	8.87
CE (cm)	4.00	2.20	1.10	1.80	1.10	0.70
pH	7.6	7.7	7.9	7.9	7.8	7.9
Ca (meq/l)	8.72	4.65	2.42	3.58	2.42	1.25
Mg (meq/l)	8.66	4.42	2.02	3.18	1.88	1.05
Na (meq/l)	18.55	11.15	5.50	9.80	5.20	3.75
K (meq/l)	4.10	1.81	1.04	1.48	1.50	0.97
CO <sub>3</sub> (meq/l)	0.00	0.37	0.55	0.74	0.55	0.74
HCO <sub>3</sub> (meq/l)	3.26	3.35	3.35	4.19	3.17	1.21
SO <sub>4</sub> (meq/l)	11.65	4.75	2.70	6.60	3.00	2.35
Cl (meq/l)	25.05	13.53	4.40	6.47	4.24	2.70
RAS (meq/l)	6.30	5.25	3.69	5.35	3.56	3.50
PSI (meq/l)	7.43	6.08	4.01	6.21	3.82	3.75
Boro (ppm)	0.72	0.57	0.35	0.27	0.42	0.35
% Co tot.	8.47	6.96	20.98	18.96	6.96	7.47
% M.O.	1.76	2.12	1.00	2.12	0.76	1.06
%N <sub>2</sub> TOT.	0.08	0.10	0.05	0.10	0.03	0.05
N (NO <sub>3</sub> )	9.00	4.50	1.27	3.00	2.47	1.05
P	1.70	2.10	2.30	2.50	2.10	1.70
K	1173.0	1270.	684	684.0	1173	918

la superficie agrícola es de temporal (20). Los cultivos que se producen en este distrito, son: maíz, cebada, frijol, chile, avena, jitomate, trigo, cebolla, higo, durazno y ciruela (20).

Nota: X = representa valores promedio.



### 3.2 INDICADORES BACTERIOLÓGICOS

En las diferentes fuentes de aguas (ríos, lagos, canales, etc.) pueden encontrarse diversas bacterias: algunas de las cuales son indígenas o nativas, y por lo tanto pueden ser benéficas, ya que de ellas dependen en gran medida del proceso de autopurificación de los cuerpos de agua, mientras que otras, tienen su origen en las excretas de los humanos y animales de sangre caliente (animales domésticos, silvestres y aves).

En la evaluación microbiológica de la calidad del agua, sistemáticamente se realizan pruebas de laboratorio que permiten emitir la magnitud de la contaminación. Estas pruebas sistemáticas consisten en la determinación de los indicadores bacteriológicos de contaminación o de calidad del agua.

A este respecto según la organización Mundial de la Salud todo país industrializado y densamente poblado ha sufrido en los últimos años contaminación en las aguas de superficie o subterránea.

Este problema se vuelve más complejo, debido a la calidad de recursos de agua existente. Así mismo para dar atención a este problema se han dado medidas que aseguren las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para que las condiciones sanitarias sean adecuadas así como para el consumo humano.

El agua destinada para consumo humano y animal debe estar exenta de contaminantes químicos y biológicos, en particular organismos patógenos como virus, bacterias, protozoarios y helmintos que puedan afectar la salud del organismos humanos y animales (4)(34).

Los indicadores bacteriológicos son organismos de un grupo específico, los que por su sola presencia demuestran que ocurrió contaminación y en ocasiones, sugieren el origen de la contaminación (24).

Esto es de suma importancia ya que para un control sobre aguas superficiales es necesario detectar los focos de contaminación por fuentes industriales (3).

Tradicionalmente, los Coliformes totales, Coliformes fecales y Estreptococos fecales, son los grupos de bacterias indicadoras que se consideraron para este estudio así como para su evaluación de calidad del agua.

Cabe mencionar que otro grupo de bacterias, que se eligió fué Pseudomonas aeruginosa que es un indicador para aguas cloradas (24).

De manera general, un indicador de contaminación por excretas humanas y de animales de sangre caliente debe de poseer las siguientes características:

- Ser aplicable a todo tipo de agua.
- Estar presentes cuando existan bacterias patógenas de origen fecal .
- La cantidad de bacterias tiene que estar directamente relacionada con el grado de contaminación fecal.

El tiempo de sobrevivencia debe ser más prolongado que el de los patógenos entéricos.

- Deben desaparecer rápidamente del agua, una vez que ha desaparecido los patógenos durante los procesos de autopurificación o de tratamiento:
- No producirse en el ambiente
- No deben de estar presente en agua potable.
- Poder determinarse cuantitativamente en forma rutinaria, sin interferencia de otras bacterias
- No ser patógenas al hombre o animales (6)(5) (3).

Sin embargo, la determinación de indicadores es de utilidad en múltiples discusiones .

- Evaluación de la calidad de agua para definir su uso (agrícola, doméstico, recreativo, potable y riego de áreas verdes entre otras).

- Evaluación de la eficiencia de plantas de tratamiento de aguas residuales y plantas potabilizadoras.
- Determinación del efecto agentes tóxicos y orgánicos en la flora bacteriana.
- Identificación de fuentes de contaminación.
- Diagnóstico relativamente rápido de calidad bacteriológica del agua (24)(3)(5).

La correlación entre grupos de indicadores (Coliformes totales, Coliformes fecales y Streptococos fecales) y patógenos como Salmonella en los procesos de desinfección en el proceso de tratamiento de aguas residuales secundarias se detectó que en el tratamiento de cloración secundario en el efluente contiene una alta densidad de Coliformes fecales/100 mL (20).

Se indica una relación cuantitativa entre las densidades del indicador y la frecuencia de un aislamiento de Salmonella presentándose una mínima cantidad en la contaminación del agua (24).

### 3.2.1 COLIFORMES TOTALES.

El grupo de Coliformes totales están conformados: por Escherichia coli, Escherichia aurescens, Escherichia freundii y Escherichia intermedia Enterobacter aerogenes, Escherichia clocae, y especies de Klebsiella.

En la actualidad, el grupo de Coliformes se define como todos aquellos bacilos cortos, gram negativos, y anaerobios facultativos, que fermentan la lactosa con producción de gas en 48 hrs. a 35 °C (22)(23).

Escherichia coli, se aisló en 1885 en heces humanas bacterias que se encontraban de manera consistente y en gran cantidad, por lo que las llamó "organismos característicos de las heces humanas", dándoles el nombre, de Bacteria col commune y Bacterium laetis aerogenes. En 1895 se designó a la primera Escherichia coli commune, posteriormente, se demostró que estas

especies en realidad eran un conjunto bacteriano de especies y variedades de especies (14).

Este grupo de bacterias se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza: agua, suelo y vegetación de manera natural y no solamente como contaminante.

Las ventajas de los Coliformes totales como indicadores son:

- Su ausencia es evidencia de potabilidad bacteriológica del agua.
- La cantidad encontrada es una estimación de la contaminación de la contaminación por desechos fecales y no fecales.
- Generalmente se encuentra en mayor cantidad que los patógenos .
- Sobreviven por periodos de tiempos más prolongados que los patógenos .
- Son poco nocivos al hombre (generalmente no son patógenos).
- Los procedimientos para su cuantificación en laboratorio son relativamente sencillos (24)(3)(5).

En la evaluación microbiológica de la calidad del agua, sistemáticamente se realizan pruebas de laboratorio que permiten estimar la magnitud de la contaminación. Estas pruebas sistemáticas consisten en la determinación de los indicadores bacteriológicos de contaminación o de calidad del agua. Los indicadores bacteriológicos son organismos de un grupo específico, los que por su sola presencia demuestran contaminación y en ocasiones, sugieren el origen de contaminación (24)(3) .

Esto es de suma importancia ya que para un control sobre aguas superficiales es una fuente que afecta a la agricultura son focos de contaminación por fuentes industriales (3).

- Las desventajas de este grupo son las siguientes:
- Algunos miembros del grupo Coliforme total están ampliamente distribuido en la naturaleza en comparación a su presencia en el intestino humano y animales de sangre caliente.

- Son capaces de reproducirse en el medio ambiente.
- Existen bacterias que interfieren en el análisis.
- Aún en presencia de Coliformes, pueden estar presentes microorganismos patógenos y oportunistas como Pseudomonas, virus entérico y parásitos (24)(5)(4).

### 3.2.2 COLIFORMES FECALES.

Los Coliformes fecales se definen como todos aquellos bacilos cortos, Gram negativos, aerobios y anaerobios facultativos, capaces de fermentar lactosa con producción de ácido y gas en 24 - 48 hrs.  $44 \pm 0.5$  °C (24).

La principal diferencia entre los Coliformes totales y fecales es la capacidad de estos últimos de crecer a mayor temperatura en condiciones de laboratorio. El grupo de los Coliformes fecales constituye aproximadamente el 90% de los Coliformes totales en las excretas e incluye a Escherichia coli y algunas cepas de Klebsiella pneumoniae.

Las ventajas de este grupo como indicador son:

- El 95% de los Coliformes fecales, dan positiva la prueba de temperatura.
- Pueden estar ausentes si la contaminación no es de origen fecal.
- Sobreviven menos tiempo que los Coliformes totales, por lo que permiten suponer contaminación reciente si se encuentra en concentraciones altas.
- Son más exigentes que los Coliformes totales para producirse en el ambiente externo.
- Los procedimientos de laboratorio para su cuantificación son relativamente sencillos a 37 ° C.

Debe tenerse en cuenta que esta determinación es diferente a la cuantificación de bacterias totales que se realiza mediante observación al microscopio (24)(4)(3)(5).

La desventaja de este grupo es la siguiente:

- No indica el origen de la contaminación y no puede haber diferenciación entre los grupos de las bacterias .

### **3.2.3 Estreptococos fecales.**

Son cocos Gram positivos, que se agrupan en cadenas cortas o en pares, crecen en presencia de sales biliares y altas concentraciones de electrolitos y azida de sodio, producen ácido pero no gas, a partir de manitol y lactosa, no fermentan la rafinosa, no reducen nitratos a nitritos, producen ácido en leche tornasolada precipitando la caseína, resisten el calor condiciones alcalinas y elevadas concentraciones de electrolitos (22)(23).

Este grupo de bacterias se encuentran en regiones donde existe actividad humana (agrícola y pecuaria principalmente). Sobreviven menos tiempo que los Coliformes totales y Coliformes fecales, por lo que son un buen indicador de contaminación reciente. Las excretas humanas contienen concentraciones menores de estos organismos que de Coliformes fecales mientras que las de los animales de sangre caliente contienen altas concentraciones de Estreptococos, por lo que además permiten conocer el origen de la contaminación fecal (24).

Las ventajas de este grupo de bacterias son las siguientes:

- Generalmente desaparecen antes que los Coliformes totales en el medio acuático.
- Se reproducen menos que los Coliformes en el agua, debido a los nutrientes que requieren.

- La proporción Coliformes (fecales/Estreptococos>4.0) sugiere contaminación fecal humana; si la proporción es mayor de 0.7, la contaminación podría ser por excretas animales (24)(8).

Las desventajas de esta bacteria es la siguiente:

- Existen cepas de cloración.
- Incluye biotipos de significado sanitario inespecífico (24).

#### **3.2.4 Pseudomonas aeruginosa**

Bacilos delgados, pequeños, gram negativos frecuentemente unidos en pares y en cadenas cortas, móviles oxidasa positivos y aerobios estrictos, se incuban a 41.5 °C. Esta bacteria es patógena oportunista, su actividad patógena no se da por ingestión sino por el contacto con aerosoles y aguas contaminadas, de aquí la importancia de su determinación en aguas de albercas (22).

#### **3.2.5 Indicadores Patógenos**

Desde los principios de 1900 el grupo de bacterias de los Coliformes fecales (Escherichia coli) se ha usado como posible indicador de contaminación en suministro de aguas urbanas tales indicadores son la base de estados de contaminación, indicándo la regulación de la Calidad del agua. Aunque los mismos Coliformes son considerados benignos indicando la presencia de contaminación fecal (3).

Pero aún con estos parámetros se han presentado algunos microorganismos oportunistas, otros patógenos que son muy nocivos a la salud causando mortandad. En 1944 ocurrió una epidemia de fiebre tifoidea, en la que se diagnóstico 171 casos con 23 muertos, en 1947 se concluyó que tal relación fue debida al consumo de hortalizas irrigadas y lavadas con aguas altamente contaminadas. Indicando así los Coliformes el principio de contaminación fecal y la presencia de organismos.

En algunos reportes se ha demostrado que aún en ausencia de Coliformes, los patógenos pueden estar presentes. Uno de ellos fue el mencionado en 1965 el Riverside, California: donde ocurrió un fracaso clásico de los Coliformes como indicadores de contaminación fecal, ya que dicha epidemia fue causada por Salmonella typhimurium la cual fue aislada del suministro de agua en ausencia de Coliformes (2).

Por lo que se crea la necesidad de iniciar estudios para determinar la contaminación de agua, suelo y cultivo através, del uso de indicadores bacteriológicos en suelo, agua y cultivo así como organismos patógenos entre los más comunes como Salmonella y Shigella.

### **3.2.6 Salmonella**

Bacterias gram negativos, bacilos rectos, anaerobios facultativos, fermentación ácida mixta de los azúcares. No forman esporas, no fermentan la lactosa; forman gas a partir de glucosa, maltosa, manitol y dextrina. El género de Salmonella comprende una gran variedad de especies patógenas para el hombre y animales o habitualmente (22)(23) (10).

Existen en el género de Salmonella más de 1800 diferentes serotipos que son considerados patógenos. La Salmonella es un agente primario en la gastroenteritis humanas y muchas epidemias son documentadas (11)(10).

Este agente es transmitido por alimentos, pasto y aunque la erradicación de la Salmonella no es posible, en alimentos y agua potable la incidencia de Salmonellosis es reducida por tratamientos, aunque en algunas ocasiones la potencialidad de organismos patógenos son transmitidos por aguas residuales tratadas (7).



El agua contaminada por materia fecal es la sobrevivencia y vinculó para Salmonella producida por animales domésticos, la cual se hace necesaria la preservación de Salmonella, tanto en las poblaciones humanas y animales (21). Las cepas de Salmonella han sido detectadas en lodos, corrientes de agua natural, aguas de irrigación pozos, aguas de manantial y en aire (20))(21).

Ventajas del uso de salmonella como indicador de calidad del agua.

- La contaminación de su presencia, nos da una información más completa acerca del tipo y grado de contaminación del agua.
- Su tiempo de persistencia con respecto a otras enterobacterias en aguas residuales tierras irrigadas con aguas residuales y en los vegetales producidos depende de los factores ecológicos de la zona.
- Su relación directa con las fuentes de contaminación de áreas específicas.
- Con su detección se puede llegar a evitar epidemias que en años recientes han sido principalmente atribuidas a Salmonella.

Su dependencia a partir de ciertos factores ecológicos, como la temperatura la cual no permite que su densidad tenga una relación directa con la del grupo coliforme.

- La recuperación de estos microorganismos patógenos en el agua, proporciona un estímulo para desarrollar investigaciones y métodos microbiológicos de mayor sensibilidad y rapidez (24).

#### Desventajas del indicador de calidad del agua.

- Los procedimientos para su diferenciación son generalmente más complejos que los requeridos para la determinación de Coliformes.
- El metodo utilizado para la cuantificación de Salmonella es tentativo debido a las limitaciones de los metodos usados.
- Generalmente se encuentra en poca cantidad, por lo que se requiere grandes volúmenes de muestra para su aislamiento y cuantificación (2).

### 3.3 EPIDEMIOLOGIA

En muchos países se habla de la destrucción de recursos hídricos naturales por la contaminación con las aguas residuales domésticas e industriales. El rápido aumento de la densidad poblacional y el crecimiento industrial hace necesario e indispensable tratar las aguas residuales para que de esta manera pueda servir, en diversos usos considerándolo como un recurso adicional. Desde el punto de vista de salud pública tratar el agua residual no es solo estabilizar los desechos biodegradables, sino también evaluar los riesgos que presentan para la salud los usos de estas aguas, ya sea con fines agrícolas, industriales, recreativos y piscícolas etc. (36). Es por ello que en este capítulo se hablara de la importancia que representa en la salud con la finalidad de detectar los casos mas frecuentes así como sus posibles vías de contaminación en el que están presentes.

De acuerdo a los patógenos causantes de infecciones se han dividido en 5 categorías en relación a sus características ambientales siendo las siguientes:

La Categoría I.- Esta categoría corresponde a los virus protozoarios y helmintos que tiene una dosis infectiva mediana o baja que pueden multiplicarse en el ambiente. La transmisión directa es predominante, de persona persona en el ambiente doméstico y especialmente cuando hay malos hábitos de higiene personal (13).

La categoría II.- Corresponde a los patógenos que son eliminados en la materia fecal y tienen afinidad por los agentes de la Categoría I, produciendo una dosis infectiva alta y mediana. Estos microorganismos son causantes de una gran variedad de enfermedades, tienen una gran habilidad para la persistencia, en el

medio ambiente que los hace sobrevivir en grandes períodos. La ruta de transmisión es la ingestión de alimentos contaminados por el mal manejo ó por la irrigación de aguas contaminadas.

La Categoría III.- Corresponde a los nematodos intestinales, su dosis es mínima los más importantes son el Ascaris lumbricoides, Ancylostoma duodenale y Nectar americanus, no requieren hospedero inmediato. El período de latencia se puede desarrollar en el medio ambiente todos ellos son transmitidos fácilmente por la materia fecal en aguas residuales y el uso de estas mismas en la agricultura.

La Categoría IV.- Los agentes correspondientes a este grupo es la Tenia saginata y la Tenia solium que se transmite por huevos viables que por ingestión de animales, la ruta de transmisión es la pastura irrigada con aguas residuales.

La Categoría V.- Corresponde a los helmintos que se encuentran en el agua y que se limitan a su distribución geográfica, su transmisión es promovida por la acuicultura y el uso de aguas residuales, sin tratamiento uno de los agentes es el Shistomiasis, una fuente de transmisión que es un potencial de enfermedades es la irrigación de aguas residuales en la pastura.

Requieren un hospedero intermedio, transmitida por el uso de agua residual mal tratada así como las prácticas inadecuadas de cocción principalmente de pescado. En la clasificación de infecciones en la categoría II-IV que son causados por helmintos requieren un período de tiempo de latencia después de su eliminación para iniciar la infección en el hombre, el período de latencia esta presente en suelo, agua o en un hospedero intermediario persistiendo en el medio ambiente en semanas hasta años (13)(21).

Las excretas y las aguas residuales son, mecanismos de transmisión de varias enfermedades por lo que es de suma importancia llevar y controlar los tratamientos de aguas residuales.

### **3.3.1 Formas y factores envolventes en la transmisión de enfermedades.**

Las principales causas de enfermedades diarreicas son transmitidas por la vía oral y por la eliminación de heces fecales, influenciada de alguna manera por el agua, el ambiente y por la susceptibilidad del individuo, el cual esta relacionada con la dosis requerida para infectar a un nuevo hospedador (37)(2).

Algunos organismos patógenos se transmiten por la ingestión, directa, de vehículos como los alimentos ó por la ingestión de vegetales crudos ó indirectamente por contacto de aguas contaminadas (37)(21)(4).

Para la Salud Pública significa un problema la recuperación de microorganismos patógenos en vegetales contaminados. Se sospecha que la leche y productos lácteos son también, vehículos alimenticios transmisores como se muestra en la fig.(2). La transmisión frecuente en el hogar es generalmente continua ya que muchos infantes adquieren la inmunidad en los primeros años de vida, permanece y tienen pequeñas probabilidades de enfermedades pero la exposición frecuente de las aguas residuales se hace más nocivo para los infantes (21).

Por lo tanto los patógenos de la Categoría II-IV que son más persistentes y tienen un gran período de latencia y varias dosis infectivas bajas, para la inmunidad del huésped se convierte en un riesgo actual. En igual forma las

enfermedades de virus de la Categoría I y II pueden ser infectivamente transmitidos por el uso de agua residual a pesar de que persisten y tienen dosis infectivas bajas. Sin embargo en la categoría I y II una pequeña cantidad en la transmisión por el reuso de agua residual puede ser de menor importancia aún por la transmisión de otras rutas de las infecciones oral-fecal (13).

El uso de abono o de aguas residuales pueden ser de importancia para la Salud Pública como la única causa de incidencia o prevalencia de enfermedades.

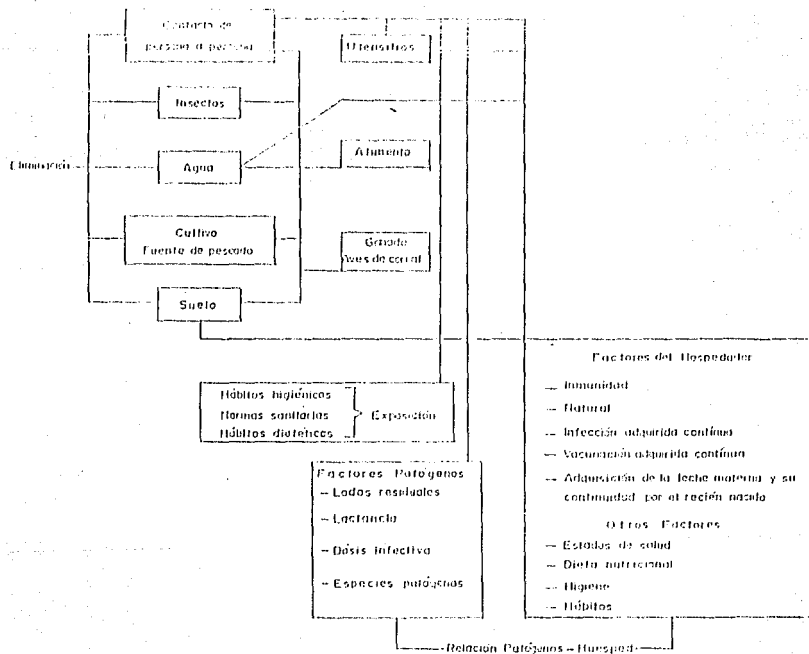
El riesgo probable se puede incrementar por medio del uso de aguas residuales debido a las características de los patógenos siendo los siguientes:

- 1.- Persistencia para grandes períodos en el medio ambiente.
- 2.- El gran período de latencia o preparación de la etapa del desarrollo.
- 3.- Baja dosis infectiva.
- 4.- Inmunidad del huésped.
- 5.- Las transmisiones mínimas reunidas por medio de otras rutas como alimentos agua y malos hábitos de higiene (6).

Se considera que la dosis mínima requerida para iniciar la tifoidea o la eliminación del bacilo de la tifoidea es de por lo menos  $1E+3$  organismos, sin embargo bajo condiciones naturales, se ha sugerido que en dosis menores pueden provocar la enfermedades un bajo porcentaje de población (37).

Las evidencias indican que los patógenos eliminados pueden sobrevivir en suelo y estanques y en un largo tiempo ser un riesgo potencial para formas y en estas fuentes de trabajo como es el manejo de vegetales debido a que en estos sobreviven en su superficie por corto tiempo, que en suelo.

**Fig. 2 Relación- patógenos- huesped, posible rutas de transmisión de infecciones relacionadas con la eliminación**



**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

Se reporta que la persistencia es el periodo entre la excreción de un patógeno y la muerte eventual o inactivación en el medio ambiente. Los patógenos tienen menos protección debido a la desecación a los efectos de la luz del sol, la sobrevivencia se puede dar en un largo tiempo teniendo, un riesgo potencial para el cultivo y especialmente cuando el tiempo de consumo es más largo que el ciclo de crecimiento de cultivo, en los vegetales (21).

### **3.3.2 Medidas y riesgos a la salud en aguas residuales.**

El conocimiento de la sobrevivencia de los patógenos eliminados y la remoción de patógenos en el tratamiento de aguas residuales es una medida de transmisión por el uso de agua residual, por lo que es necesario hacer, énfasis sobre los criterios.

El concepto epidemiológico de riesgo es el enfoque sobre el cambio de un individuo desarrollando enfermedades ó experimentando un cambio en el estatus de salud, sobre un periodo específico como el resultado de una exposición; es decir, cuando los microorganismos se convierten en un riesgo potencial.

Se considera riesgo atribuible cuando la población es expuesta. Otros factores que influyen en la exposición de los individuos son aquellos que se encuentran como una contaminación común en el medio ambiente estos están asociados con aguas residuales que pueden ser solo un factor de exposición secundaria (35).

El riesgo asociado a la salud con el reuso de agua residual en el periodo de mayo se divide en subgrupos de la población como sigue:



El riesgo por consumo.- Se considera a las personas que consumen cultivos irrigados con las aguas residuales.

El riesgo ocupacional.- Se considera a las personas que se exponen, en el trabajo de campo, almacenamiento de cultivo, y trabajo de agricultura (21).

Presentándose en tres categorías:

- 1.- La distribución en alimentos y las cuales pueden iniciar una vía de transmisión en vehículos como los alimentos, provocando patogenicidad.
- 2.- La operación de alimentos distribuidos con alimentos contaminados microbiológicamente, sobrevivencia o crecimiento de patógenos potenciales.
- 3.- La distribución son los vehículos implicados por el número de agentes causantes de enfermedades (21) (20).

### 3.3.3 Casos Epidemiológicos.

Detección Microbiológica de organismos patógenos (Salmonella y Shigella). La Salmonellosis es un importante problema de salud que puede dar origen a la formación de epidemias, debido a la mala manipulación de alimentos como productos lácteos y cárnicos.

En el año de 1981 en Inglaterra se manifestó una epidemia en un 62% de la población que se atribuyó al consumo de aves, con un aislamiento del 35% de Salmonella en el que se reportaron Salmonella enteritidis Salmonella virchow y Salmonella alban y se presentaron 31 casos asociados con bacteremia, 24 casos de Salmonellosis fueron causantes de muerte infantil (36).

En la ciudad de México en el año de 1972-1973 se reportó un descubrimiento acerca de la etiología sobre la resistencia de la cepa de Salmonella typhi en la

cual el cloranfenicol presentó en una mínima resistencia en 13578 casos, en la que fueron por primera vez resistentes al cloranfenicol, por lo que fue reportada a una asociación epidémica (17).

En el año de 1979 en Singapur se reportó una enfermedad desconocida producida por el agente etimológico la Salmonella paratyphi Gpo. "A", principalmente en personas indígenas e inmigrantes fue fácilmente tipificada desde el año de 1979 el riesgo fue marcado en la gente nativa fue progresivo, en 61 pacientes de los cuales se tuvo un aislamiento exitoso de Salmonella paratyphi Gpo. "A" en el que hubo un aislamiento en sangre de un 82.8%, en heces fecales un 43.1% y 3.4 % en orina algunos de estos de estos aislamientos no fueron fagotipificados (16).

Determinaron la proporción de sobrevivencia de bacterias patógenas entre refugiados vietnamitas en los campos de refugiados de Hong-Kong los cuales ocasionaron el principio de contaminación en las comunidades cercanas. Se encontró 11 serotipos de Salmonella distribuidos en 37 aislamientos de 37 sujetos, 3 sujetos, fueron positivos para Campylobacter s.p. y aislamiento de Vibrio parahemolyticus, y Vibrio cólera llevando una proporción del 13.5% de Salmonella en refugios y un 50% en la población indígena (1).

En el noroeste de Brasil se reportó, una enfermedad diarreica donde la mortalidad fue de un 25% en 150 casos, en estudios profundos se demostró que existía una frecuencia de los siguientes aislamientos: Escherichia coli 21%, Shigella s.p. 8%, Campylobacter s.p. 11%, Giardia lamblia 7% , Strongyloides s.p. 5% y Entamoeba histolítica (31).

Mortalidad y Morbilidad en la zona de riego DDR-063.

La alimentación es uno de los principios básicos para el desarrollo de la comunidad. En la zona que actualmente se encuentra con un desarrollo demográfico acelerado, la adquisición de alimentos principalmente por la clase proletaria se torna cada vez más difícil, ya que el valor de los alimentos se ha incrementado en los últimos años a más del 100% (34).

Se citan diversos estudios efectuados en la India y en Guatemala, en los cuales se demuestra claramente los efectos nocivos de una nutrición insuficiente en la frecuencia, duración y gravedad de las diarreas infantiles. Lo que hacen observar que la mala nutrición y la infección son de extrema importancia, al presentarse en el hombre, produciendo estados patológicos más graves (15).

Los estudios que se han efectuado y registrado en el sector No. 63 en el Estado de Hidalgo son casos de Salmonella que han sido en los años de (1971, 1973) enfermedades gastrointestinales que ocuparon el primer lugar y esto ha sido permanente ya que en estos años se registraron 239 casos. Posteriormente se han registrado en el Estado de Hidalgo, en el municipio de Progreso: 369 casos diarreicos, 311 con influenza. 209 de disentería A y 90 parasitosis (28)(25).

### 3.4 LEGISLACION MEXICANA

En México la constitución de 1917 es el antecedente en que se fundamenta la legislación hidráulica actual. La primera ley derivada de ella fue la Ley Federal de Agua de 1926, ley que contemplo la creación de la Comisión Nacional de Irrigación. A partir de entonces se expidieron diversas leyes y reglamentos que se unificaron en 1972 en la Ley Federal de Aguas, ordenamiento que se ajusto a las condiciones de este tiempo, la base jurídica para el manejo de los Recursos Hidrahúlicos. Esta Ley Federal de Agua, en su artículo 43 da la integración a los distritos de riego en su fracción VIII; a los canales, drenes caminos, de operación y la fracción IX; las obras de instalaciones necesarias para su operación y funcionamiento.

Posteriormente al surgir la Legislación Federal en Materia de aguas en su título segundo, capítulo segundo de los abastecimientos de agua potable y Obras de Alcantarillado, marca el inicio de los permisos de las descargas de aguas residuales. Según el artículo 39, los asignatarios o concesionarios de las aguas propiedad de la nación y en general, los usuarios que infiltren agua residual en los terrenos o las descarguen en otros cuerpos receptores distintos de los alcantarillados de las poblaciones deberán obtener de las autoridades competentes el permiso correspondiente.

Asimismo en su artículo 40. Las solicitudes de permiso de descarga de aguas residuales a que se refiere el artículo anterior debe contener:

- I.- Nombre, nacionalidad y domicilio del solicitante.

- II.- Datos generales del título de asignación, concesión o permiso para el aprovechamiento de aguas o comprobante de conexión suministro de agua por sistemas de abastecimiento.
- III.- Uso del agua .
- IV.- Ubicación y características de calidad y cantidad de la descarga de agua residual.
- V.- Nombre, Ubicación y características generales del cuerpo receptor, y
- VI.- Dictamen favorable de la Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología, en los términos de la Ley Federal de Protección al Ambiente. En su caso se otorgará el permiso de descarga de las aguas residuales con base a la clasificación de corrientes acuíferos en y general de la características de los cuerpos donde sean vertidos (9).

artículo 41.- Para obtener el permiso de descarga, el solicitante deberá comprobar que cuenta con su título de asignación o permiso para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas de origen de la descarga. Cuando la descarga de agua ocasione o pueda ocasionar contaminación a las fuentes o de abastecimiento para agua potable se negará o se revocará de inmediato el permiso para la construcción de obras y/o el funcionamiento de los ya existentes, sin perjuicio de que se apliquen las medidas de seguridad y sanciones que disponen la Ley General de Salud y Federal de Protección al Ambiente marcando en lo anterior los límites permisible de control de Calidad para cada alimento básico, es por ello que en El Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Agua en su artículo 13.- Las descargas de aguas residuales que sean arrojadas en el alcantarillado de las poblaciones deben tener dentro de un plazo de 3 años limitados a partir de la fecha registro de la descarga ajustada a los siguientes máximos tolerables.

- I.- Sólidos sedimentables 10 ml/lt.
- II.- Grasas y Aceites 70 ml /lt.
- III.- Materia Flotante Ninguna que pueda ser retenido por malla de 3 mm de espacio libre cuadrado.
- IV.- Temperatura 35 ° C.
- V.- Potencial Hidrogeno, pH. 4.5-10.0

Los métodos de muestreo y análisis de laboratorio para comprobar los responsables de las descargas se ajustan a la tabla anterior, serán fijados por la Secretaria de Industria y Comercio (SECOFI) mediante instructivo que se publicara en el Diario Oficial de la Federación y el artículo 23.- La Secretaría de Recursos Hidráulicos y La Secretaría de Salubridad realizaran estudios en los cuerpos receptores a que se refiere este reglamento a fin de clasificar las aguas en función de sus usos, conocer su capacidad de asimilación y de dilución, así como para señalar las condiciones particulares de las descargas de estas aguas residuales.

Temperatura °C C.N. condiciones naturales más 3.5 máximo 30 °C, excepto cuando sea causada por condiciones naturales. Medida en la superficie fuera de la zona de mezclado, la cual se determinara de acuerdo con las características de las descargas (9).

En igual forma los límites máximos permisibles para:

Oxígeno Disuelto (mg/lt) 32.

Bacterias, Coliformes (NMP Organismos/100ml).- (Para riego de legumbres que se consumen sin hervir o frutas que tengan contacto con el suelo) y libre para los demas.

Aceites y grasa (mg/lts.).

Ausencia de partículas visibles.

Sólidos disueltos (mg/lt)

No se permite color artificial que no sea coagulable por tratamiento convencional.

Turbiedad ( U.T.J.) C.N.

Color (Escala platino cobalto)

mas de 10 Nutrientes Nitrógeno y fósforo ( No deben existir en cantidades tales que provoquen una hiperfertilización )

Materia flotante (Ausente)

Sustancias tóxicas.- El criterio con respecto a sustancias tóxicas es el siguiente:

Ninguna sustancia tóxica sola o en combinación con otras debiera estar presente en concentraciones tales que conviertan el agua del cuerpo receptor en inadecuada para el uso específico que se destinen. La tabla siguiente resume algunas de las sustancias tóxicas que de acuerdo con la información disponibles encuentran bajo reglamentación y estudio en varias partes del mundo. Los valores de las sustancias de esta tabla son eliminadas y están sujetos a modificación de acuerdo con el futuro avance, cronológico.

A partir de la publicación del Diario Oficial del día 24 de septiembre de 1991 según su artículo 4o. Los límites máximos permisibles de los parámetros de contaminantes para las aguas residuales de origen urbano o municipal que se dispongan mediante riego agrícola, son los que a continuación se indican:

Parámetros Físicos y Químicos .

Niveles máximos permisibles

pH (Unidades pH).	6.5 a 8.5
Conductividad eléctrica (mmhos/cm).	2000.00
Aluminio (mg/l).	0.29

Antimonio (mg/Lt).	0.0
Arsénico (mg/lit).	0.10
Boro (mg/lit).	0.75
Cadmio (mg/lit).	0.01
Cianuro (mg/lit).	0.02
Cobre (mg/lit).	0.20
Cromo(mg/lit).	5.01
Fierro(mg/lit).	5.00
Fluoruros (mg/lit).	1.00
Manganeso (mg/lit).	0.02
Niquel (mg/lit).	0.05
Plomo (mg/lit).	0.50
Selenio (como selenato) (mg/LT).	0.02
Zinc (mg/lit).	2.00

Así mismo según el artículo 5o.- En el caso de que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología determine que a pesar del cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidas en su artículo 4o. de esta norma técnica ecológica, causen efectos negativos en el bienestar de la población o en el equilibrio ecológico, al fijar las condiciones particulares a que se refiere el artículo 123 de la ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente, la Secretaría, podría señalar límites máximos permisibles más estrictos parámetros previstos en dichos artículos y en su caso, además sin límites máximos permisibles, entre otros, los siguientes parámetros:

Acrilonitrilo, Acroleína, Coliformes fecales, Compuestos alifáticos y alifáticos Halogenados, Compuestos aromáticos, monocíclicos y policíclicos, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO 5), Esteres, Esteres del ácido ftálico, Fósforo Total



Grasas y aceites, Isoforona, Metales pesados, Nitrosaminas, Nitrógeno total,  
Plaguicidas, Temperatura.

#### **4.0 MATERIAL Y METODOS**

##### **1.- Material de vidrio**

Pipetas graduadas 1, 5 y 10 mL

Tubo de ensayo de 16 X 150 mm.

Tubos de ensayo de 13 X 125 mm.

Cajas de petri 15X 100 mm.

Vasos de precipitado de 100, 500 mL.

Probetas de 10, 250, 500 mL. matraces erlenmeyer de 150, 250, 100 y 2000 mL.

Portaobjetos y cubreobjetos

Tela de alambre con asbesto

Jeringa Cornwall

Asa Bacteriológica

Térmometro

Papel pH

Frascos de muestreo con tapón esmerilado de 125 y 2000 mL.

##### **2.- Equipo de laboratorio**

Campana de flujo láminar

Incubadora

Horno

Autoclave

Balanza granataria

Microscopio óptico

Baño de agua

Equipo de filtración millipore  
Equipo de disección  
Gradillas  
Agar Hierro y Lisina  
Agar de Hierro y Triple azúcar TSI  
Agar Xilosa Lisina Dexosicolato  
Agar Nutritivo  
Agar Salmonella- Shigella  
Agar Cetrimida  
Base de Caldo Tetrionato  
Caldo Verde- Brillante Lactosa Biliar  
Caldo Malonato-fenilalanina  
Caldo Lactosado  
Caldo Azida Dextrosa  
Caldo Azida Violeta  
Caldo Asparagina  
Caldo Rojo de Fenol y Glucosa  
Caldo Azida- Violeta de Etilo  
Caldo Rojo de fenol y lactosa  
Caldo Rojo de fenol y Manitol  
Caldo Selenito-Cistina  
Caldo Urea

Medio SIM

### 3.- Material Biológico

Cepas puras:

Salmonella typhi (NCTC779)

Salmonella paratyphi \*\*

Shigella dysenteriae

\*\* cepas obtenidas en el laboratorio del CIECCA- IMTA

### 4.- Material de muestreo

Pala recta

Barreta

Regla

Lápiz o plumón

Cuerda de 2 mm

Etiquetas de colgar, bolsa de plástico (22 X 32 cm )

Tamices

Tinas

Maskin Tape

Hielera

### 5.- Reactivos

Tiosulfato de sodio al 10%

Agua de dilución

Agua fosfatada (isotónica)

Agua peptonada al 0.1%

**Alcohol- acetona**

**Cristal violeta**

**Reactivo de Kovac's**

**Solución de cloruro férrico al 10%**

**Solución de lugol, solución isotónica**

**Tierra de diatomeas**

## **4.1 METODOLOGIA DE MUESTREO**

### **4.1.1 Estaciones de muestreo para la caracterización microbiológica de las parcelas.**

En las parcelas, el número de estaciones de muestreo se fijaron de acuerdo al tamaño y a las sugerencias hechas por personal del laboratorio del Distrito, de tal manera que permitieran evaluar el comportamiento y distribución de los microorganismos patógenos en la superficie.

En el tiempo de cosecha, los productos agrícolas se colectaron del mismo sitio fijado para el suelo.

### **4.1.2. Periodicidad.**

En la parcela testigo, el Tephé se fijaron 9 estaciones (ver lámina 3) en el Xothí, diez (ver lámina 4), y en san Salvador trece (ver lámina 5).

En el período de abril a julio de 1988, se realizaron 8 muestreos de suelo y agua de riego de la parcela San salvador, 8 del Xothí y 8 del Tephé.

#### **4.1.2.1 Metodología del muestreo en campo.**

Se tomaron las muestras en campo para agua, suelo y cultivo de la siguiente forma:

#### **4.1.2.2 Toma de muestra para el suelo.**

Para llevar acabo el muestreo se llevo acabo la división de las areas como lo muestran las láminas 3, 4 y 5.

1.- La obtención de muestras representativas de cada area se hizo con la pala

ó barreta un raspado en la superficie para quitar basura, haciendo un pozo de 40 cm del lado y 40 cm de profundidad realizando un corte al suelo desde la superficie hasta una profundidad de 15 a 20 cm con la pala.

2.- Se hizo un recorrido de zig- zag a través de la parcela.

3.- Se retiro, la capa superficial unos centímetros, mediante la pala.

4.- Se tomó de 1.5 a 2.5 Kg. antes del riego y una hora después, éste para permitir las infiltraciones del agua el cual fue depositado en una bolsa de plástico y se colocó una etiqueta con el número y nombre de la parcela correspondiente transportada en un lugar fresco sin incidencia directa de la luz para evitar el secado de suelo y el deterioro de los microorganismos.

#### 4.1.2.3 Toma del agua

1.- Las muestras de agua de irrigación fueron estraidas al inicio, a la mitad al finalizar el riego, en los puntos siguientes se mencionan los volúmenes de agua, y las condiciones de preservación transporte y almacenamiento para los diferentes parámetros microbiológicos.

2.- Para llevar a cabo esto se repararon botellas ámbar con 0.1 mL de tiosulfato de sodio al 10%.

3.- Se tomo la botella cerca de su base y aflojando el papel que esta protegiendo al tapón.

4.- Se sumergió cerrada y con el cuello hacia abajo se destapo y se giro de modo de que el cuello quedara ligeramente más elevado que la base, dirigiéndola en contra corriente una vez que se lleno 3/4 partes del recipiente se tapó y se seco.

5.- Para los Coliformes totales, fecales, Pseudomonas aeruginosa el volumen de muestra fue de 125 ml conservada con EDTA y su almacenamiento de 24 hrs. con hielo. Para Salmonella y Shigella el volumen de 2 a 4 litros con EDTA y 6

horas de hielo.

#### **4.1.2.4 Toma de muestras de alimento**

- 1.- Se seleccionaron muestras de vegetales suficientes para analizar.
- 2.- Con la pala se quitaron vegetales tratándolos de extraer con todo y raíz.
- 3.- Fueron colocados en bolsas de plástico, colocando el número correspondiente de parcela y muestra.

#### **4.1.2.5 Metodología de las muestras (agua, suelo y cultivo).**

Para llevar a cabo los análisis se trabajaron las diluciones de suelo agua y cultivo para mayor facilidad de su análisis (27).

Los suelos fueron homogenizados con las manos utilizando guantes estériles y posteriormente en un tamíz del número 20 (malla 2.34 mm), extendiéndose en una superficie de 50 x 80 cm, esta se dividió en cuatro partes y se tomaron 0.25 g. de muestra de cada cuarto hasta complementar 10 g. de muestra.

1.- Diluciones para agua.- Se preparó agua peptonada al 0.1% para la recuperación de los organismos estresados evitando la formación de burbujas para obtener estabilidad en el agua y poder tomar las alícuotas correspondientes para su medición (32). Se tomó 1 mL de muestra en 9 mL de agua peptonada y de aquí se tomó 0.1 mL y 1 mL para obtener una dilución de  $1E-2$  Y  $1E-3$  (ver fig No.3).

2.- Diluciones para suelo.- Después de haber obtenido la mezcla de la tierra de cada una de las parcelas se pesaron en condiciones estériles 10 g. de cada una de estas en igual forma a frascos ya preparados y esterilizados con agua peptonada al 0.1% conteniendo 90 mL. (ver fig.2), de esta agua, después de



esto se mezcló y se prosiguió a tomar 0.1 mL, 1 mL y 10 mL de muestra para su análisis (32).

3.- Diluciones para el cultivo.- Se llevo a cabo el análisis de las diferentes cultivos (lechuga, tomate, raíz) se pesaron 10 g. de cada una de las muestras en condiciones estériles, se licuaron, durante un minuto con 90 mL de agua petonada ya previamente preparada y esterilizada se mezcló y de aquí se tomo 0.01 mL, 1 mL y 10 mL de la muestra para efectuar su análisis correspondiente (ver fig. 3) (24).

#### **4.2 Análisis Cualitativo de Bacterias Patógena (Salmonella y Shigella).**

Generalmente se requieren de muestras relativamente grandes para aislamiento de organismos patógenas ya que estos organismos usualmente están presentes en pequeños números comparados con coliformes, porque su ocurrencia esporádica esta relacionada con un índice de enfermedades de infección dado un período(23). Es por ello que los análisis que se efectuaron se llevaron a cabo por la técnica de concentración de tierra de diatomeas la cual consiste en lo siguiente:

##### **4.2.1 Concentración de microorganismos de tierra de diatomeas**

La capacidad de tierra de diatomeas es usada para la concentración relativamente grande de microorganismos presentes en una muestra, se monto el equipo de filtración que consiste en colocar una membrana de celulosa de 0.45  $\mu$  m estéril sobre la malla del portafiltras utilizando pinzas esterilizadas. Encima de esta membrana se coloco un embudo estéril, el cual se aseguró con unas pinzas sobre el pesafiltras adicionando posteriormente una suspensión de 12.5 g/100 mL de tierra de diatomeas en agua destilada y esterilizada (26).

Después se preparó el equipo de filtración se tomo 1 litro de la muestra y se hizo pasar por este equipo para cada medio enriquecido.

Se quitaron las pinzas de millipore se tomó el cojin que se formo con la tierra de diatómeas para después colocarlo en los medios de enriquecimiento.

#### **4.2.2 Enriquecimiento de los microorganismos**

El enriquecimiento de las muestras iniciales es esencial, ya que los patógenos están usualmente presentes en bajas cantidades y el medio selectivo para su aislamiento de colonias son algunas veces tóxicas también para un patógeno. Puede ser un medio enriquecido concentrado recomendado como el caldo tetrionato, para permitir el crecimiento óptimo de algunas bacterias como Salmonella (18).

El caldo tetrionato fue seleccionado para su utilización en esta técnica, debido a que inhibe a coliformes con la acción conjunta del tiosulfato excedente. En cambio todas las bacterias puede multiplicarse, el ácido procedente de la reducción de tetrionato es neutralizado por el carbonato de calcio (7)(26).

Caldo selenito cistina este medio en igual forma se utilizó porque puede inhibir enterobacterias no patógenas durante las próximas horas de incubación permitiendo la obtención de Salmonella mediante una multiplicación rápida, el tiempo óptimo de incubación para la recuperación es de 24 hrs. (23)(26).

Se observó turbidez en el medio se prosiguió a sembrar en los medios de cultivo siguientes:

#### **4.2.3 Aislamiento en medios selectivos.**

Para efectuar el aislamiento se tomó una asada de cada muestra y se sembró por estría y por triplicado para cada uno de los medios siguientes:

Agar sulfito-bismuto.

En este medio fue abundante para Salmonella typhi se examinaron las placas de sulfito bismuto después de las 24 hrs. de incubación. Para colonias sospechosas se reincubaron por 24 hrs, para la detección de las cepas de lento crecimiento. Las colonias típicas usualmente desarrollaron un color negro con un brillo metálico y negruzco.

#### Agar Salmonella Shigella.

En este medio las colonias típicas de Salmonella y Shigella se presentaron incoloras a opacas las productoras de  $H_2S$ , mostraron un punto negro en el centro de la colonia (3).

#### Agar xilosa lisina dexosicolato

En este medio las colonias típicas producían un color rojo mucoso después, de una incubación de 24 hrs a 37 °C ó por 48 hrs. Se seleccionaron las colonias sospechosas de Salmonella Shigella se tomó de cada caja 3 colonias y sembraron por estría en agar nutritivo dejándose incubar por 24 hrs. a 37 °C. Después de observar el crecimiento se empezó a preparar las pruebas bioquímicas para su identificación (ver fig. 3) (26).

#### **4.2.4 Análisis Semicuantitativo de Salmonella y Shigella.**

El método del Número Más Probable (NMP) fue usado para la estimación de los niveles de Salmonella y Shigella en las estaciones de muestreo seleccionadas.

De la muestra a analizar se tomaron volúmenes de muestra de 10 mL, 1 mL y 0.1mL se empleó como medio de cultivo el caldo base tetrationato a doble concentración; y para la otra serie se utilizó el mismo medio de cultivo, pero en concentración normal.

Todas las series de tubos fueron incubados a una temperatura de 44°C durante 24 hrs. posteriormente a este período de incubación, se resembró por estria en tres tipos de placas, las cuales contenían agar SS, Agar Sulfito-Bismuto y agar xilosa lisina desoxicolato dejándose incubar a 37°C por 24 a 48 hrs (ver fig 3) (7)(18)

Posteriormente se seleccionaron las colonias típicas y se realizó un pase en tubos de agar nutritivo para posteriormente realizar las pruebas bioquímicas.

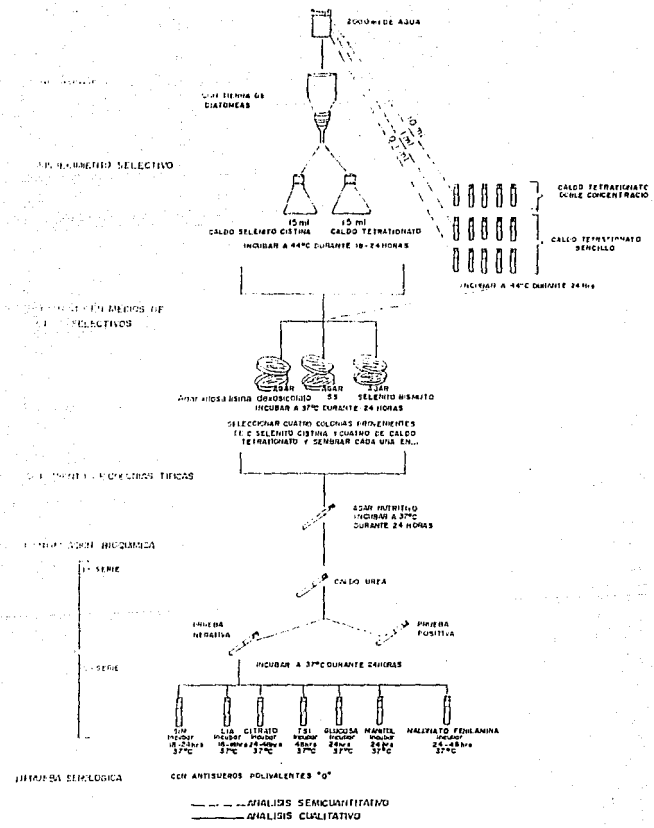


Figura 3 Recuperación e identificación de salmonella y shigella en aguas residuales

#### **4.2.5 Análisis cualitativos de Indicadores Bacteriológicos**

Dentro de las metodologías trabajadas en el laboratorio como parámetros de indicadores de contaminación fueron los siguientes:

##### **4.2.5.1 Coliformes totales**

Esta técnica consiste en dos partes, la prueba presuntiva y la prueba confirmativa (ver fig.4).

##### **1.- Prueba presuntiva**

a.-) Se inoculó 3 tubos de fermentación conteniendo caldo lactosado (CL) con cantidades de 1 mL de cada una de las diluciones de las muestras de agua, posteriormente se incubaron a 35 °C.

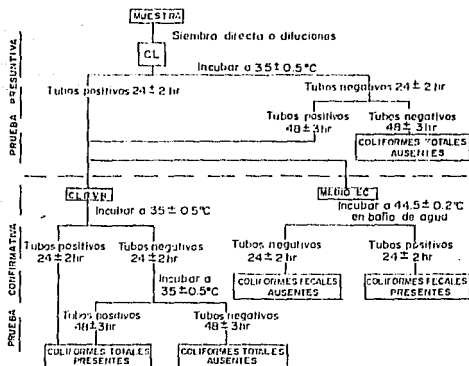
b.-) Se examinaron cada tubo agitando suavemente, los tubos que no se observaron la formación de gas se reincubaron y se reexaminaron a las 48 hrs de cada uno de los tubos. La formación de gas después de las 48 hrs  $\pm$  3 hrs constituyó una prueba positiva ya que con la formación del gas se tuvo un resultado de la fermentación indicando posibilidades para la presencia de coliformes. Los tubos que no presentaron la formación de gas se consideraron pruebas negativas.

##### **Prueba confirmativa**

a.) De los tubos de fermentación positivos de la Prueba Presuntiva se sembraron mediante un asa de metal esterilizada de 3 mm de diámetro en tubos de fermentación conteniendo, caldo verde brillante lactosa-bilis se removió el asa en el medio.

b.-) Se incubaron por 24 hrs  $\pm$  3 hrs a 35  $\pm$  0.5 (°C), se examinaron los tubos que presentaron formación de gas que se encontraron positivos y los negativos se reincubaron otras 24 hrs, la formación de gas dentro de las 48 hrs  $\pm$  3 hrs

Fig. 4 Prueba para la determinación de Coliformes totales y fecales



constituyo una prueba confirmativa de la presencia de coliformes. La ausencia del a formación de gases en esta prueba constituyo una prueba negativa (24)(30).

#### **4.2.5.2 Coliformes fecales.**

La diferencia de la prueba de coliformes fecales entre los coliformes totales es que los anteriores son de origen fecal (de intestino de animales de sangre caliente) y los coliformes de otras fuentes (24).

a.-) Se transfirieron los tubos de la prueba presuntiva positivos los tubos negativos que a las 48 hrs. fueron positivos en el medio de EC.

Se realizó la examinación simultaneamente con el procedimiento confirmatorio usando caldo verde-brillante lactosa biliar. Posteriormente se utilizó una asa de metal con un mimimo de diámetro de 3 mm. en el medio E.C.

b.-) Incubando los tubos a baño de agua a  $44.5 \pm 0.2$  se examinaron cada tubo a las 24 hrs  $\pm$  2 hrs. fueron anotados los tubos como positivos a los que presentaron la formación de gas. Indicando la presencia de coliformes de origen fecal (36)(22).

#### **4.2.5.3 Estreptococos fecales.**

Esta prueba consiste de la prueba presuntiva y prueba confirmativa (ver fig. 5).

1.- Prueba presuntiva.

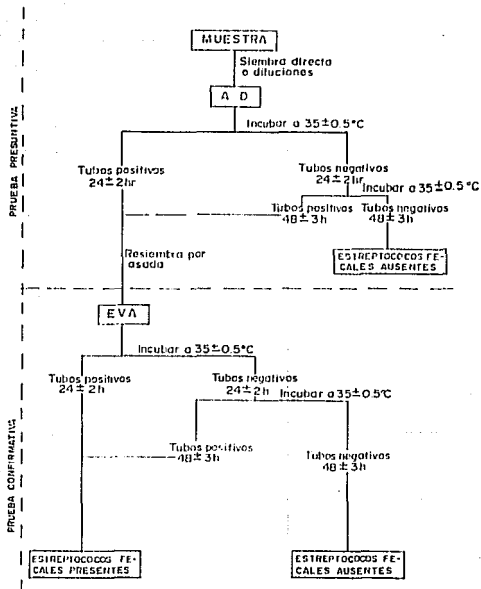
a.) Se inoculó una serie de tubos de caldo azida dextrosa con cantidades de (10 mL, 1 mL, 0.1 mL) de la muestra directa.

b.) Se Incubaron los tubos inoculados a  $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ . Examinándose a las 24 hrs. se observó la presencia de la turbiedad, en los tubos que no presentaron se volvieron a reincubar posteriormente a las 48 hrs  $\pm$  3 hrs. Se tomaron como positivos los tubos turbios.

2.- Prueba Confirmativa.



**Fig.5 Prueba para la determinación de Estreptococos fecales**



a.-) Todos los tubos en donde se presentó turbiedad después de las 24 hrs a 48 hrs se incubaron, en la prueba presuntiva se sembraron de una a 3 azadas en tubos conteniendo caldo-azida-violeta de etilo (EVA).

b.-) Se incubaron a  $35 \pm 0.5$  °C durante 24 hrs  $\pm$  48 hrs. considerandose positivas aquellas tubos que se presentaron turbiedad y/o un botón o precipitado compacto púrpura en el fondo (24).

#### **4.2.5.4 Pseudomonas aeruginosa**

Esta prueba se llevo en igual forma en tubos múltiples y consta de una prueba Presuntiva y la prueba confirmativa.

Prueba presuntiva.

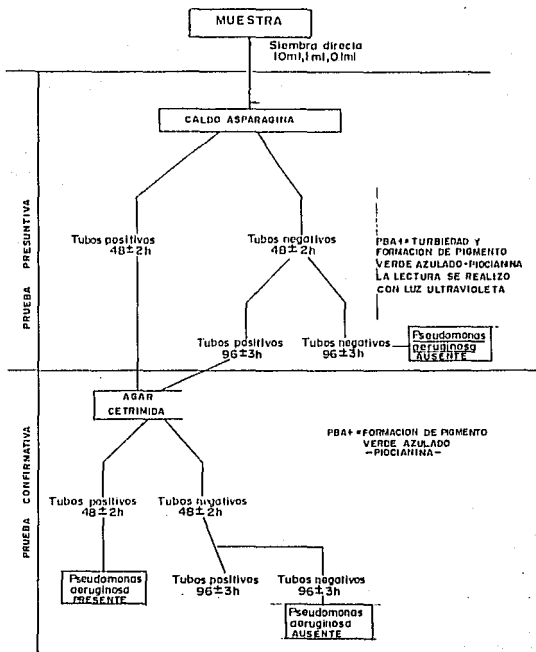
a.-) Se inocularon 5 series de tubos con 10 mL, 5 mL y 0.1mL de muestra dentro del caldo asparagina usando 0.10 mL de concentración única para inocular de 1 mL o menos y 10 mL de doble concentración de caldo por 10 mL inoculadas.

b.-) Se incubaron los tubos de 35 a 37°C. después de las 24 hrs  $\pm$  48 hrs de incubación, se examinaron los tubos con un lámpara de luz ultravioleta en una caja oscura tomándose como positivos la constitución de un pigmento fluorescente verde (19).

Prueba confirmativa

a.-) Para confirmar los tubos positivos provenientes en la prueba anterior se inoculó 0.1mL de medio de caldo asparagina encima de la superficie de agar cetramida. Tomándose como prueba positiva desarrollo de un pH alto debido a la presencia de un indicador de color púrpura después de un período de 24 a 36 hrs. con una incubación de 35 a 37 °C (36) (24).

Fig. 6 Prubba para la determinación de Pseudomonas aeruginosa



## RESULTADOS

Considerando la importancia sobre aspectos microbiológicos fueron caracterizados 3 puntos Tephé, San Salvador y Xothí.

En la parcela el Tephé se fijaron 9 estaciones irrigadas con agua de manantial, esta parcela se consideró el testigo (ver lámina 3), la parcela San Salvador irrigado con el canal Requena (ver lámina 4) y la parcela el Xothí (ver lámina 5).

### Indicadores bacteriológicos en aguas del canal Requena Endho y agua de manantial

De acuerdo al cuadro No. 1 se resumen las siguientes características bacteriológicas del agua irrigada en las diferentes parcelas que se sintetizan en los resultados obtenidos por el laboratorio, la parcela Tephé quien fue irrigada por agua de manantial se obtuvo como valor máximo una concentración de  $2.4 \times 10^4$  NMP/100 mL de Coliformes totales y fecales se esperaba encontrar en este tipo de agua un valor máximo de  $1 \times 10^3$  organismos en 100 mL de muestra (NMP); de acuerdo al Reglamento de Prevención y Control de la Contaminación de agua (8).

En el caso de los Estreptococos fecales se obtuvo un valor de  $4.6 \times 10^4$  y Pseudomonas aeruginosa en la parcela el Tephé se obtuvo como valor máximo de una concentración de  $2.4 \times 10^4$  NMP/100 mL.

Dentro de las bacterias patógenas se encontraron una concentración de 33 NMP/100 mL en Salmonella s.p. en los análisis positivos en un 25% de las pruebas fueron positivas para Salmonella typhi y Salmonella s.p. estuvo ausente.

Las características de acuerdo a los resultados obtenidos en el agua del canal Requena irrigada en la parcela San Salvador fueron los siguientes: una

concentración máxima de  $2.4 \times 10^{14}$  NMP/100 mL de Coliformes totales y fecales respectivamente, un valor máximo de  $2.4 \times 10^6$  NMP/100 mL de Estreptococos fecales, y una concentración de  $7.4 \times 10^3$  NMP/100 mL de Pseudomonas aeruginosa como valor máximo.

Dentro de las bacterias patógenas Salmonella s.p. se obtuvo como valor máximo una concentración de 94 NMP/100 mL, con respecto a los análisis cualitativos el 88.88% fueron positivos para Salmonella typhi y un 11.1% positivos para Shigella s.p.

El agua de la presa Endho, la cual se irriga a la parcela Xothí, presentó los siguientes resultados; un valor máximo de concentración de  $2.4 \times 10^{14}$  NMP/100 mL de Coliformes totales y fecales respectivamente; una concentración de  $2.3 \times 10^4$  NMP/100 mL de Estreptococcus fecales y un valor máximo de  $1.5 \times 10^6$  NMP/100 mL de Pseudomonas aeruginosa.

En el caso de las bacterias patógenas presentaron 350 NMP/100 mL de Salmonella s.p.; los análisis cualitativos fueron un 81.8% fueron positivos para Salmonella typhi y un 88.88% fueron positivos para Shigella s.p.

**Coliformes Totales y Fecales, Estreptococos fecales y Pseudomonas aeruginosa en suelo y productos agrícola.**

Los resultados obtenidos en el laboratorio muestran diferencias en la concentración de organismos indicadores presentes en las muestras de suelo analizadas que se sintetizan en el cuadro No. 2.

En la parcela el Tephé se obtuvo de un 76.7% antes del riego a un 85.9% después del riego de muestras contenían Coliformes totales y un 59% antes del riego a un 57.3% después del riego contenían Coliformes fecales con una concentración mayor ó igual a  $1 \times 10^4$  NMP /100 mL en 10 g. de muestra.

Se obtuvo un 12.2 % antes del riego a un 62.3% después del riego de las muestras contenían Streptococos fecales y un 82.5% antes del riego a un 100.2% después del riego contenían Pseudomonas aeruginosa en una concentración mayor o igual a  $1.E+4$  NMP/100 mL en 10 g. de muestra.

En la parcela San Salvador irrigada por aguas del canal Requena se obtuvo de un 87% antes del riego a un 100% después del riego de muestras contenían Coliformes Totales y un 71.3% a un 100.4% de Coliformes fecales con una concentración de  $1 E+4$  /100ml(NMP) en 10 g. de muestra.

Un 34.6% antes del riego a un 91% después del riego de las muestras contenían Streptococos fecales y un 40.7% antes del riego a un 37% después del riego de Pseudomonas aeruginosa con una concentración mayor o igual a  $1.E+4/100$  mL (NMP) en 10 g de la muestra.

En la parcela Xothí irrigada con agua de la prensa Endhó se obtuvo un valor de 94.5% antes del riego a un 62.6% después del riego de las muestras contenían Coliformes totales y un 92.1% antes del riego a un 90.7% después de riego contenían Coliformes fecales en una concentración de  $1E+4$  NMP/100 mL en 10 g. de muestra.

Un valor de 51.6% antes del riego a un 100.1% después del riego de las muestras contenían Streptococos fecales; y un 100% antes del riego a casi nuevamente el 100 % de Pseudomonas aeruginosa contenían una concentración mayor o igual a  $1 E+4/100$  mL (NMP) en 10 g. de muestra.

#### **Análisis cualitativos y semicuantitativos de Bacterias patógenas en muestras de suelo en la parcela el Tephé.**

De acuerdo al cuadro No. 3 la frecuencia de porcentajes de ocurrencia de bacterias patógenas en muestras de suelo.

### **Análisis Cualitativos de bacterias patógenas en la parcela Tephé.**

De acuerdo a la parcela Tephé se obtuvo un valor antes del riego de Salmonella typhi de 12.49 % a un valor de 9.70 % después del riego y de Salmonella s.p. se obtuvo un valor de 6.94 % antes de riego y un 5.55 % después del riego.

En la tabla No. 2 y 3 se presentan las frecuencias y porcentajes de los 8 muestreos en suelo de las bacterias patógenas, en la parcela el Tephé las cuales son resumidas en el cuadro No. 3 en el que se obtuvo solamente un incremento del 1.54% de Salmonella tipo II con respecto al inicio del muestreo es decir antes del riego.

### **Análisis Semicuantitativos para bacterias patógenas en suelo en la Parcela Tephé.**

Con lo que respecta a los análisis semicuantitativos para las bacterias patógenas se resumen en el cuadro No. 5 el cual es representado en la gráfica No. 1 en que se observa principalmente las mayores concentraciones antes del riego en el punto No 9 con una concentración mayor de 238 NMP/100 mL en el muestreo 8o, en la gráfica No. 2 después del riego se observa que las concentraciones mayores se obtuvieron en el punto No. 9 en los muestreos 1o. 2o 60. 70. con una concentración arriba de 200 NMP/100 mL, estos se visualizan en la gráfica No. 3 con una concentración máxima en el 1o. muestreo en el punto No. 9

### **Análisis cualitativos de bacterias patógenas en la parcela San salvador.**

En la tabla No. 4 y 5 se presentan frecuencias y porcentajes de los 8 muestreos en suelos de bacterias patógenas que son resumidas en el cuadro No. 3 Para Salmonella typhi antes del riego se obtuvo un 55.70% a un 68.25% después del riego; para Salmonella flexneri se obtuvo un valor antes del riego de 4.78% a un 9.31% después del riego; para Shigella sonnei se obtuvo un valor antes del riego de 7.67% a un 18.24% después del riego y Shigella s.p. se obtuvo un 1.92% antes del riego.

Los resultados después del riego en la parcela San salvador se obtuvieron para Salmonella tipo I con un incremento del 9.6% con respecto al inicio del riego, excepto para Salmonella typhi se presentó un incremento de 22% con respecto al inicio del riego y Shigella sonnei casi un 100% con respecto al inicio del muestreo.

### **Análisis semicuantitativos de bacterias patógenas en la parcela San Salvador.**

Con respecto a los análisis semicuantitativos de estas bacterias patógenas en el cuadro No. 6 se resumen los resultados obtenidos así mismo las concentraciones en los puntos 2, 5 y 13 y en igual forma se visualiza en la gráfica No. 4 antes del riego en la que se obtuvo una concentración mayor de 350 NMP/mL en el punto No.13 en el 1o y 4o. muestreo y después del riego gráfica No. 5 una concentración de

483 NMP/mL en el punto No. 13 en el 1o. muestreo, visualizándose en su conjunto en la gráfica No. 6.



## **Análisis Cualitativos de bacterias patógenas en la parcela Xothí**

Las bacterias Salmonella de Tipo I al IV son bacterias consideradas no patógenas; dentro de las bacterias patógenas en muestras de suelo se obtuvo en las muestras de suelo en la parcela el Xothí el valor de 86.15 % antes de riego a un 78.75% después del riego de Salmonella typhi; un 8.6% antes del riego a un 19.20 % después del riego de Shigella dysenteriae y de Salmonella s.p. se obtuvo un 38.75% antes del riego y un 52.50 % después del riego.

En la Tabla 5 y 6 se presentan las frecuencias y porcentajes de los 8 muestreos en suelo de las bacterias patógenas, los cuales son resumidos en el cuadro No. 3 obteniéndose en la parcela el Xothí para Salmonella tipo II un 9.6% de incremento con respecto al inicio del muestreo (antes del riego).

Con respecto al análisis semicuantitativo se obtuvo de acuerdo al cuadro No. 7 y Gráfica. No. 7 antes del riego se tiene una concentración de 350 NMP/100 mL en el punto No. 3 del 1o. muestreo, así mismo se obtuvo en la gráfica No. 8 y cuadro No. 7 una concentración de 399 NMP/mL, en el punto No. 2 1o. muestreo, generalizándose en la gráfica No. 9.

### **Salmonella s.p y Shigella en alimentos**

Como se puede observar en el cuadro No. 4 el mayor porcentaje de frecuencia para Salmonella typhi, fue mayor en el jitomate que fue irrigado con aguas residuales obteniéndose un 57.1 % a la encontrada en la lechuga que fue irrigada con agua de manantial.

Shigella se aisló con un 33% únicamente en la raíz de lechuga

CUADRO 1.- CARACTERISTICAS BACTERIOLOGICAS DE LAS AGUAS DE RIEGO DE LAS PARCELAS DE ESTUDIO

MICROORGANISMOS	UNIDADES	PARCELA EL TEPHE AGUA DE MANANTIAL		PARCELA EL XOTHI AGUA DE LA PRESA ENDO		PARCELA SAN SALVADOR AGUA DEL CANAL REQUENA	
		VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO
Coliformes totales	NMP/100 mL	1.1E+4	≥2.4E+4	1.5E+12	≥2.4E+14	1.5E+13	≥2.4E+14
Coliformes fecales	NMP/100 mL	2.4E+3	≥2.4E+4	7.0E+11	≥2.4E+14	9.3E+12	≥2.4E+14
<u>Streptococos fecales</u>	NMP/100 mL	4.6E+6	4.6E+4	2.4E+3	2.3E+4	2.4E+4	≥ 2.4E+6
<u>Pseudomonas aeruginosa</u>	NMP/100 mL	1.1E+4	≥2.4E+4	7.0E+3	1.5E+6	1.1E+4	≥2.4E+6
<u>Salmonella s.p.</u>	NMP/100 mL	23	33	13	350	25	94
<u>Salmonella typhi</u>	Cualitativa	positivo en 25%		positivo en 88.88%		positivo en 88.88%	
<u>Shigella s.p.</u>	Cualitativa	ausente		positiv en 81.8%		positivo en 11.11%	

**CUADRO No. 2 FRECUENCIA % DE LAS CONCENTRACIONES DE BACTERIAS INDICADORAS ENCONTRADAS EN SUELO**

<b>COLIFORMES TOTALES</b>						
INTERVALO DE CONCENTRACION NMP/100 mL	PARCELA EL TEPHE RIEGO CON AGUA DE MANANTIAL		PARCELA EL XOTHI RIEGO CON AGUA DE LA PRESA ENDHO		PARCELA SAN SALVADOR RIEGO CON AGUA DEL CANAL REQUENA	
	A	D	A	D	A	D
1.0E+2-1.0E+3	23.5	14.3	5.4	<0.1	13.2	<0.1
1.1E+3- 1.0E+4	47.1	38.1	18.9	0.1	34.2	0.1
1.1E+4-1.0E+5	23.5	33.3	58.6	5.0	42.1	8.2
1.1E+5-1.0E+6	5.9	14.3	16.2	5.0	10.5	2.7
1.1E+6-1.0E+7	<0.1	<0.1	2.7	35	<0.1	<0.1
1.1 E+7	<0.1	<0.1	0.1	17.5	<0.1	<0.1
<b>COLIFORMES FECALES</b>						
INTERVALO DE CONCENTRACION NMP/100 mL	PARCELA EL TEPHE RIEGO CON AGUA DE MANANTIAL		PARCELA EL XOTHI RIEGO CON AGUA DE LA PRESA ENDHO		PARCELA SAN SALVADOR RIEGO CON AGUA DEL CANAL REQUENA	
	A	D	A	D	A	D
1.0E+2 - 1.0E+2	41.2	42.9	8.1	<0.1	28.9	<0.1
1.1E+3 - 1.0E+4	35.3	38.1	40.5	<0.1	34.2	0.1
1.1E+4 - 1.0E+5	17.6	14.3	46.0	25.0	31.6	45.6
1.1E+5 - 1.0E+6	5.9	4.7	5.4	35.5	5.3	54.5
1.1E+6 - 1.0E+7	<0.1	<0.1	<0.1	30.0	<0.1	<0.1
≥1.1E+7	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

A=Antes del riego D=después del riego

**CUADRO No. 2 FRECUENCIA En % DE LAS CONCENTRACIONES DE BACTERIAS INDICADORAS Y *Pseudomonas aeruginosa* ENCONTRADAS EN SUELO.**

<b>Streptococos Fecales</b>						
INTERVALO DE CONCENTRACION NMP/100 mL	PARCELA EL TEPHE RIEGO CON AGUA DE MANANTIAL		PARCELA EL XOTHI RIEGO CON AGUA DE LA PRESA ENDHO		PARCELA SAN SALVADOR RIEGO CON AGUA DEL CANAL REQUENA	
	A	D	A	D	A	D
1.0E+2-1.0E+3	88.2	38.1	48.7	0.1	65.8	9.1
1.1E+3-1.0E+4	11.8	61.9	40.5	25.0	34.2	27.3
1.1E+4-1.0E+5	0.1	0.1	10.8	52.5	0.1	54.5
1.1E+5-1.0E+6	0.1	0.1	0.1	20.0	0.1	4.5
1.1E+6-1.0E+7	0.1	0.1	0.1	2.5	0.1	4.6
1.1E+7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>Pseudomonas aeruginosa</b>						
INTERVALO DE CONCENTRACION NMP/100 mL	PARCELA EL TEPHE RIEGO CON AGUA DE MANANTIAL		PARCELA EL XOTHI RIEGO CON AGUA DE LA PRESA ENDHO		PARCELA SAN SALVADOR RIEGO CON AGUA DEL CANAL REQUENA	
	A	D	A	D	A	D
1.0E+2-1.0E+3	17.6	<0.1	<0.1	2.5	59.5	63.6
1.1E+3-1.0E+4	17.6	4.8	51.4	2.5	18.9	18.2
1.1E+4-1.0E+5	52.9	85.7	35.1	42.5	18.9	18.2
1.1E+5-1.0E+6	5.9	9.5	13.5	40.0	2.7	0.1
1.1E+6-1.0E+7	6.0	<0.1	<0.1	15.0	<0.1	<0.1
1.1E+7	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

A= antes del riego D= despues del riego

CUADRO No. 3 FRECUENCIA DE PORCENTAJES DE OCURRENCIA DE BACTERIAS PATOGENAS EN SUELO.

PATOGENO	TEPHE		SAN SALVADOR		XOTHI	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
Salmonella tipo I	54.04	31.24	83.64	89.42	72.62	7.50
Salmonella tipo II	88.88	90.254	63.30	73.95	90.00	73.75
Salmonella tipo III	87.49	79.15	80.76	44.22	90.00	71.25
Salmonella tipo IV	54.16	38.86	76.91	84.61	77.50	85.00
Salmonella typhi	12.49	9.70	55.70	68.26	86.15	78.75
Shigella flexneri	0.0	0.0	4.78	9.31	0.0	0.0
Shigella disenteriae	0.0	0.0	0.0	0.0	8.63	19.20
Shigella sonnei	0.0	0.0	7.67	18.24	0.0	0.0
Shigella s.p.	6.94	5.55	1.91	0.0	38.75	52.50

**CUADRO No. 4 FRECUENCIA EN % DE OCURRENCIA DE BACTERIAS  
PATOGENAS EN MUESTRAS DE VEGETALES**

<b>PATOGENO</b>	<b>HOJA DE TOMATE</b>	<b>TOMATE</b>	<b>RAIZ LECHUGA</b>	<b>LECHUGA</b>
<u>Salmonella tipo I</u>	85.71	57.14	66.6	33.3
<u>Salmonella Tipo II</u>	42.85		88.8	66.6
<u>Salmonella tipo II</u>	42.85	100	88.8	66.6
<u>Salmonella tipo V.</u>	71.42	57.14	66.6	33.3
<u>Salmonella Typhi</u>	85.71	57.14	55.5	3.3
<u>Salmonella paratyphi</u>	0	0	44.4	33.3
<u>Shigella s.p</u>	0	0	33.3	0

**CUADRO No. 5 ANALISIS SEMICUANTITATIVO FRECUENCIA DE BACTERIAS PATÓGENAS EN LA PARCELA TEPHE EN NMP/100 mL**

PUNTOS DE MUESTREO	1o. MUESTREO	2o. MUESTREO	3o. MUESTREO	4o. MUESTREO	5o. MUESTREO	6o. MUESTREO	7o. MUESTREO	8o. MUESTREO
3A	86	67	47	30	34	49	92	23
3 D	97	79	41	34	42	58	122	155
7A	128	96	60	35.4	38	57	112	131
7D	145	131	65	28	50	72	166	177
9A	187	191	144	87	105	175	194	238
9D	292	260	160	72	118	231	217	186

A = antes de riego D = después de riego

**CUADRO No. 6 ANALISIS SEMICUANTITATIVOS DE BACTERIAS PATOGENAS EN LA PARCELA SAN SALVADOR EN NMP/100 mL EN SUELO**

PUNTOS DE MUESTREO	1o. MUESTREO	2o. MUESTREO	3o. MUESTREO	4o. MUESTREO	5o. MUESTREO	6o. MUESTREO	7o. MUESTREO	8o. MUESTREO
2A	226	116	59	146	52	39	23	97
2D	350	140	80	197	34	51	32	132
5A	240	123	82	220	62	41	79	160
5D	348	166	70	315	91	61	120	230
13A	350	180	120	350	99	67	34	140
13D	483	248	165	444	137	96	48	110

A = antes de riego D = después de riego

CUADRO No. 7 ANALISIS SEMICUANTITATIVOS DE BACTERIAS PATOGENAS EN LA PARCELA XOTHI EN NMP/100 mL EN SUELO.

PUNTOS DE MUESTREO.	1o. MUESTREO	2o. MUESTREO	3o. MUESTREO	4o. MUESTREO	5o. MUESTREO	6o. MUESTREO	7o. MUESTREO	8o. MUESTREO
3A	350	350	304	248	146	132	330	266
3D	399	376	348	186	170	223	378	290
7A	46	31	32	18	22	14	57	32
7D	53	39	31	21	31	58	65	36
9A	111	187	162	109	87	72	222	120
9D	150	214	170	125	180	83	256	138

A = antes del riego D= después del riego



TABLA No.2

ANALISIS CUALITATIVO DE BACTERIAS PATOGENAS .FRECUENCIA DE LA PARCELA TEPHE  
EN MUESTRAS DE SUELO ANTES DE RIEGO

MUESTRAS (MESES)	Salmonella					Shigella				
	tipo I	tipo II	tipo III	tipo IV	typhi	paratyphi A	flexneri	dysenteriae	sonnei	s.p.
1	2/9	8/9	6/9	3/9	1/9	1/9	0/9	0/9	0/9	2/9
2	1/9	6/9	7/9	1/9	1/9	1/9	0/9	0/9	1/9	1/9
3	6/9	8/9	8/9	6/9	6/9	0/9	0/9	0/9	0/9	10/9
4	0/9	8/9	8/9	0/9	1/9	0/9	0/9	0/9	0/9	0/9
5	4/9	7/9	7/9	3/9	3/9	2/9	0/9	0/9	0/9	0/9
6	9/9	9/9	9/9	9/9	9/9	2/9	0/9	0/9	0/9	0/9
7	9/9	9/9	9/9	9/9	8/9	3/9	0/9	0/9	0/9	0/9
8	8/9	9/9	9/9	8/9	7/9	0/9	0/9	0/9	0/9	1/9

ANALISIS CUALITATIVO DE BACTERIAS PATOGENAS . FRECUENCIA DE LA PARCELA TEPHE  
EN MUESTRAS DE SUELO DESPUES DE RIEGO

MUESTRAS (MESES)	Salmonella					Shigella				
	tipo I	tipo II	tipo III	tipo IV	typhi	paratyphi A	flexneri	dysenteriae	sonnei	s.p.
1	3/9	9/9	9/9	3/9	2/9	1/9	0/9	0/9	0/9	1/9
2	0/	9/9	9/9	0/9	2/9	1/9	0/9	0/9	0/9	1/9
3	1/9	9/9	9/9	1/9	4/9	0/9	0/9	0/9	0/9	1/9
4	0/9	6/9	6/9	0/9	1/9	0/9	0/9	0/9	0/9	0/9
5	4/9	6/9	7/9	4/9	4/9	2/9	0/9	0/9	0/9	0/9
6	9/9	9/9	9/9	9/9	0/9	2/9	0/9	0/9	0/9	0/9
7	6/9	8/9	8/9	6/9	5/9	1/9	0/9	0/9	0/9	0/9
8	5/9	9/9	9/9	5/9	4/9	1/9	0/9	0/9	0/9	1/9

TABLA No. 3

ANALISIS CUALITATIVO DE BACTERIAS PATOGENAS. FRECUENCIA EN PORCENTAJES EN LA PARCELA TEPHE EN MUESTRAS DE SUELO ANTES DE RIEGO

MUESTRAS (MESES)	Salmonella					Shigella				
	tipo I	tipo II	tipo III	tipo IV	typhi	paratyphi	flexneri	dysenteriae	sonnei	s.p.
1	22.2	88.9	77.8	33.3	11.1	11.1	0.0	0.0	0.0	22.2
2	11.1	66.7	77.8	11.1	11.1	11.1	0.0	0.0	11.1	11.1
3	66.6	88.9	88.9	66.7	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1
4	0.0	88.9	88.9	0.0	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	44.4	77.8	77.8	33.3	33.3	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0
6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0
7	100.0	100.0	100.0	100.0	88.9	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0
8	88.9	100.0	100.0	88.9	77.9	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1

ANALISIS CUALITATIVO DE BACTERIAS PATOGENAS. FRECUENCIA EN PORCENTAJES EN LA PARCELA TEPHE EN MUESTRAS DE SUELO DESPUES DE RIEGO

MUESTRAS (MESES)	Salmonella					Shigella				
	tipo I	tipo II	tipo III	tipo IV	typhi	paratyphi	flexneri	dysenteriae	sonnei	s.p.
1	33.3	100.0	100.0	33.3	22.2	11.1	0.0	0.0	0.0	11.1
2	0.0	100.0	100.0	0.0	22.2	11.1	0.0	0.0	0.0	11.1
3	11.1	100.0	100.0	11.1	44.4	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1
4	0.0	66.7	66.7	0.0	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	44.4	66.7	77.8	44.4	44.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0
7	66.6	88.8	88.8	66.6	55.5	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0
8	55.5	100.0	100.0	55.5	44.4	11.1	0.0	0.0	0.0	11.1

TABLA No.4  
ANÁLISIS CUALITATIVO DE BACTERIAS PATOGENAS. FRECUENCIA DE LA PARCELA SAN SALVADOR  
EN MUESTRAS DE SUELO ANTES DE RIEGO

MUESTRAS (MESES)	Salmonella					Shigella				
	tipo I	tipo II	tipo III	tipo IV	typhi	paratyphi	flexneri	dysenteriae	sonnei	s.p.
1	13/13	6/13	12/13	10/13	11/13	11/13	2/13	3/13	4/13	0/13
2	9/13	6/13	11/13	10/13	11/13	11/13	2/13	3/13	3/13	0/13
3	13/13	8/13	11/13	11/13	2/13	1/13	0/13	0/13	0/13	0/13
4	10/13	10/13	10/13	9/13	1/13	6/13	1/13	1/13	1/13	0/13
5	9/13	10/13	10/13	9/13	7/13	4/13	0/13	0/13	0/13	0/13
6	9/13	11/13	11/13	9/13	10/13	4/13	0/13	2/13	0/13	0/13
7	9/13	12/13	11/13	12/13	8/13	7/13	0/13	0/13	0/13	1/13
8	13/13	7/13	7/13	10/13	8/13	3/13	0/13	0/13	0/13	1/13

ANÁLISIS CUALITATIVO DE BACTERIAS PATOGENAS. FRECUENCIA DE LA PARCELA SAN SALVADOR  
EN MUESTRAS DE SUELO DESPUES DE RIEGO

MUESTRAS (MESES)	Salmonella					Shigella				
	tipo I	tipo II	tipo III	tipo IV	typhi	paratyphi	flexneri	dysenteriae	sonnei	s.p.
1	11/13	10/13	12/13	9/13	8/13	9/13	2/13	2/13	2/13	0/13
2	8/13	7/13	11/13	8/13	7/13	12/13	1/13	5/13	1/13	0/13
3	13/13	11/13	12/13	12/13	9/13	6/13	0/13	2/13	2/13	0/13
4	10/13	10/13	11/13	9/13	8/13	9/13	4/13	2/13	1/13	0/13
5	13/13	12/13	13/13	12/13	9/13	8/13	2/13	5/13	0/13	0/13
6	13/13	13/13	13/13	13/13	12/13	13/13	0/13	2/13	0/13	0/13
7	12/13	11/13	13/13	12/13	9/13	12/13	1/13	1/13	13/13	0/13
8	13/13	13/13	13/13	13/13	9/13	12/13	0/13	1/13	0/13	0/13

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TABLA No. 5

ANALISIS CUALITATIVO DE BACTERIAS PATOGENAS. FRECUENCIA EN PORCENTAJES DE LA PARCELA  
SAN SALVADOR EN MUESTRAS DE SUELO ANTES DE RIEGO

MUESTRAS (MESES)	Salmonella					Shigella				
	tipo I	tipo II	tipo III	tipo IV	typhi	paratyphi	flexneri	dysenteriae	sonnei	s.p.
1	100.0	46.2	92.0	79.92	84.6	84.6	15.4	23.1	30.8	0.0
2	69.2	46.2	84.6	76.9	84.6	84.6	15.4	23.1	23.1	0.0
3	100.0	61.5	84.6	84.6	15.4	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0
4	79.2	76.9	76.9	69.2	7.7	46.2	7.7	7.7	7.0	0.0
5	69.2	76.9	76.9	69.2	53.8	30.8	0.0	0.0	0.0	0.0
6	69.2	84.6	84.6	69.2	76.9	30.8	0.0	15.4	0.0	0.0
7	100.0	92.3	84.6	93.5	61.5	53.8	0.0	0.0	0.0	7.7
8	84.6	53.8	53.8	76.9	61.5	23.1	0.0	0.0	0.0	7.7

ANALISIS CUALITATIVO DE BACTERIAS PATOGENAS. FRECUENCIA EN PORCENTAJES DE LA PARCELA  
SAN SALVADOR EN MUESTRAS DE SUELO DESPUES DE RIEGO

MUESTRAS (MESES)	Salmonella					Shigella				
	tipo I	tipo II	tipo III	tipo IV	typhi	paratyphi	flexneri	dysenteriae	sonnei	s.p.
1	84.6	76.9	92.3	69.22	61.5	69.2	15.4	15.4	15.4	0.0
2	61.5	53.8	84.6	61.5	53.8	92.3	7.7	38.5	7.7	0.0
3	100.0	84.6	92.3	92.3	69.2	46.2	0.0	15.4	15.4	0.0
4	76.9	76.9	84.6	69.2	61.5	69.2	30.8	15.4	7.7	0.0
5	100.0	92.3	100.0	92.3	69.2	61.5	15.4	38.5	0.0	0.0
6	100.0	100.0	100.0	100.0	92.3	0.0	0.0	15.4	0.0	0.0
7	92.3	84.6	0.0	92.3	69.2	92.3	15.4	7.7	0.0	0.0
8	100.0	100.0	100.0	100.0	69.2	92.3	0.0	7.7	0.0	0.0

TABLA N° 6  
ANÁLISIS CUALITATIVO DE BACTERIAS PATOGENAS. FRECUENCIA DE LA PARCELA XOTHI  
EN LAS MUESTRAS DE SUELO ANTES DE RIEGO

MUESTRAS (MESES)	Salmonella					Shigella				
	tipo I	tipo II	tipo III	tipo IV	typhi	paratyphi	flexneri	dysenteriae	sonnei	s.p.
1	9/10	10/10	10/10	9/10	9/10	3/10	0/10	0/10	0/10	7/10
2	6/10	9/10	9/10	7/10	7/10	2/10	0/10	0/10	0/10	7/10
3	9/10	10/10	10/10	10/10	10/10	2/10	0/10	0/10	0/10	5/10
4	9/10	10/10	10/10	8/10	8/10	2/10	0/10	0/10	0/10	5/10
5	6/10	10/10	10/10	8/10	8/10	3/10	0/10	0/10	0/10	5/10
6	10/10	4/10	4/10	9/10	9/10	10/10	0/10	0/10	0/10	0/10
7	9/10	9/10	9/10	9/10	9/10	4/10	0/10	0/10	0/10	2/10
8	5/10	10/10	10/10	10/10	10/10	4/10	0/10	0/10	0/10	0/10

ANÁLISIS CUALITATIVO DE BACTERIAS PATOGENAS. FRECUENCIA DE LA PARCELA XOTHI  
EN MUESTRAS DE SUELO DESPUES DE RIEGO.

MUESTRAS (MESES)	Salmonella					Shigella				
	tipo I	tipo II	tipo III	tipo IV	typhi	paratyphi	flexneri	dysenteriae	sonnei	s.p.
1	8/10	8/10	8/10	9/10	8/10	9/10	0/10	0/10	0/10	7/10
2	6/10	6/10	6/10	6/10	8/10	2/10	0/10	0/10	0/10	2/10
3	9/10	9/10	9/10	9/10	9/10	8/10	0/10	0/10	0/10	3/10
4	8/10	8/10	9/10	10/10	6/10	10/10	0/10	0/10	0/10	7/10
5	8/10	8/10	8/10	9/10	10/10	9/10	0/10	0/10	0/10	4/10
6	9/10	4/10	4/10	9/10	9/10	5/10	0/10	0/10	0/10	5/10
7	6/10	8/10	8/10	6/10	5/10	0/10	0/10	0/10	0/10	8/10
8	8/10	8/10	8/10	10/10	8/10	7/10	0/10	0/10	0/10	6/10

TABLA No. 7

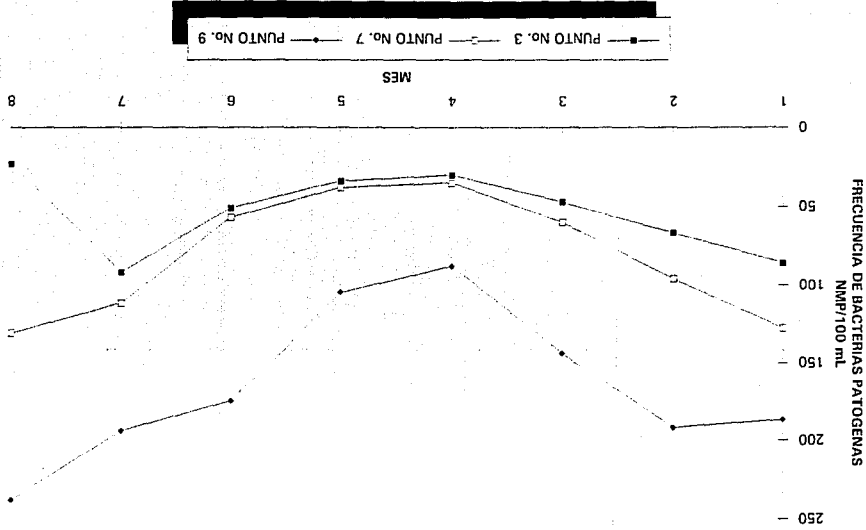
ANALISIS CUALITATIVO DE BACTERIAS PATOGENAS. FRECUENCIA EN PORCENTAJES DE LA PARCELA XOTHI EN LAS MUESTRAS DE SUELO ANTES DE RIEGO

MUESTRAS (MESES)	Salmonella					Shigella				
	tipo I	tipo I	tipo III	tipo IV	typhi	paratyphi	flexneri	dysenteriae	sonnei	s.p.
1	90.0	100.0	100.0	90.0	90.0	30.0	0.0	0.0	0.0	70.0
2	60.0	90.0	60.0	70.0	70.0	20.0	0.0	0.0	0.0	70.0
3	90.0	100.0	100.0	90.0	100.0	20.0	0.0	0.0	0.0	50.0
4	90.0	100.0	100.0	80.0	80.0	20.0	0.0	0.0	0.0	50.0
5	60.0	100.0	100.0	60.0	80.0	30.0	0.0	0.0	0.0	50.0
6	100.0	40.0	40.0	100.0	90.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	90.0	90.0	90.0	100.0	90.0	40.0	0.0	0.0	0.0	20.0
8	50.0	100.0	100.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

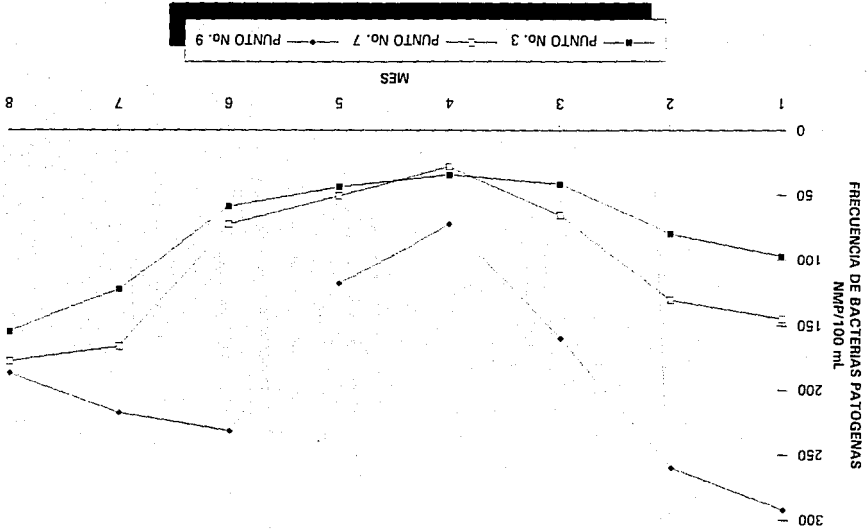
ANALISIS CUALITATIVO DE BACTERIAS PATOGENAS. FRECUENCIA EN PORCENTAJES DE LA PARCELA XOTHI EN MUESTRAS DE SUELO DESPUES DE RIEGO

MUESTRAS (MESES)	Salmonella					Shigella				
	tipo I	tipo II	tipo III	tipo IV	typhi	paratyphi	flexneri	dysenteriae	sonnei	s.p.
1	80.0	80.0	80.0	90.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	70.0
2	60.0	60.0	60.0	60.0	80.0	20.0	0.0	0.0	0.0	20.0
3	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	80.0	0.0	0.0	0.0	30.0
4	80.0	80.0	90.0	100.0	60.0	100.0	0.0	0.0	0.0	70.0
5	80.0	80.0	80.0	90.0	100.0	10.0	0.0	0.0	0.0	40.0
6	90.0	40.0	40.0	90.0	90.0	50.0	0.0	0.0	0.0	50.0
7	60.0	80.0	80.0	60.0	50.0	30.0	0.0	0.0	0.0	80.0
8	80.0	80.0	50.0	100.0	80.0	10.0	0.0	0.0	0.0	60.0

GRAFICA No. 1.- ANALISIS SEMICUANTITATIVO EN SUELO TEPHE ANTES DEL RIEGO

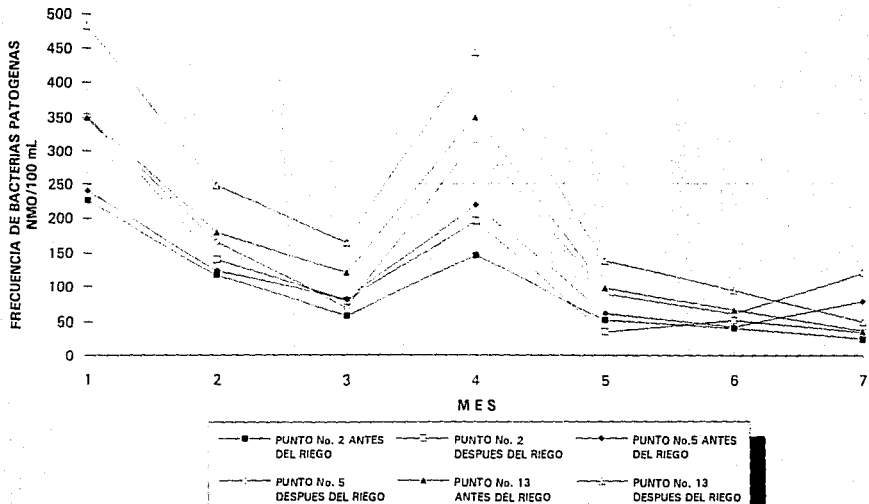


GRAFICA No. 2.- ANALISIS SEMICUANTITATIVO EN SUELO TEPHE DESPUES DEL RIEGO

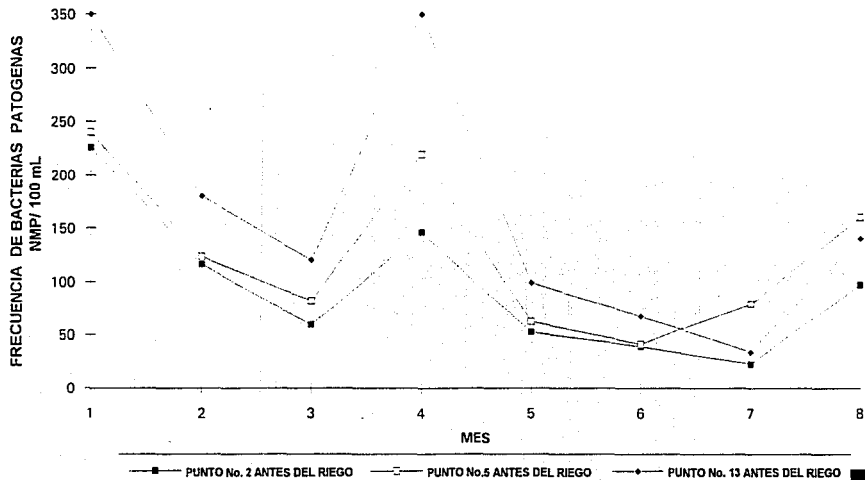




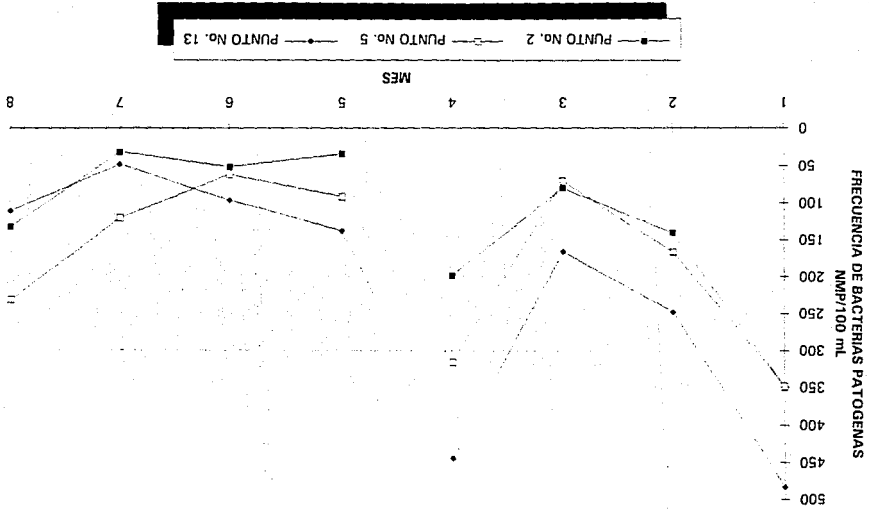
**GRAFICA No.3 ANALISIS SEMICUANTITATIVO EN TEPHE**



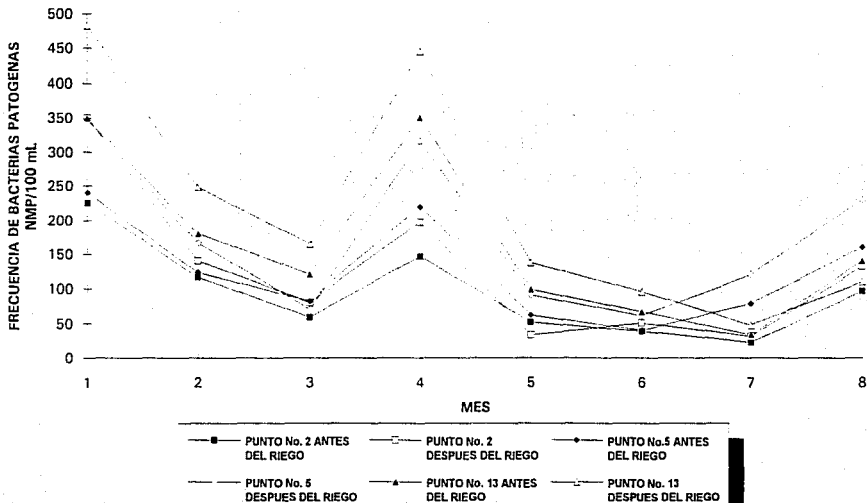
GRAFICA No. 4.- ANALISIS SEMICUANTITATIVO EN SAN SALVADOR ANTES DEL RIEGO

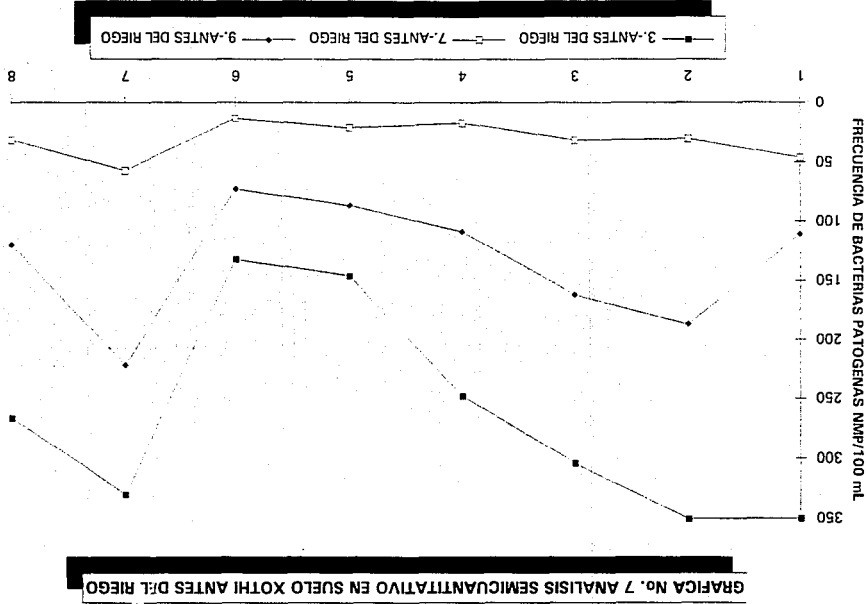


GRAFICA No. 5.- ANALISIS SEMICUANTITATIVO EN SUELO SAN SALVADOR DESPUES DEL RIEGO

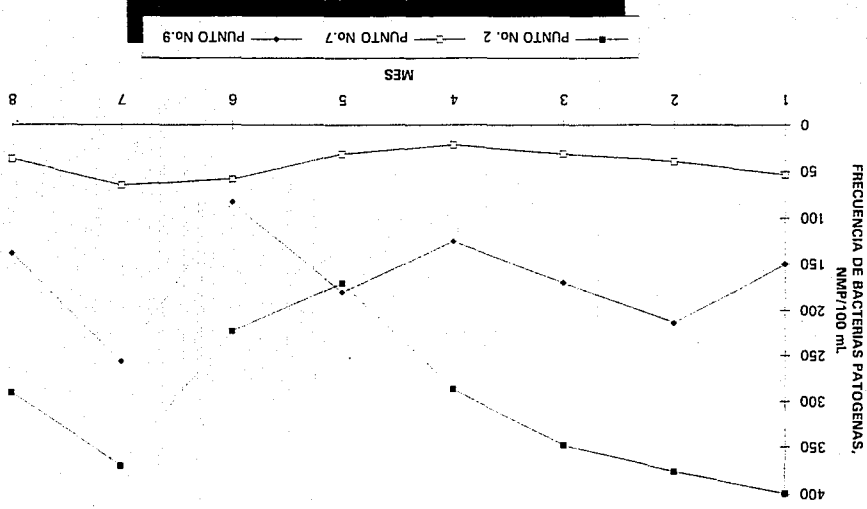


**GRAFICA No. 6.- ANALISIS SEMICUANTITATIVO EN SUELO SAN SALVADOR**

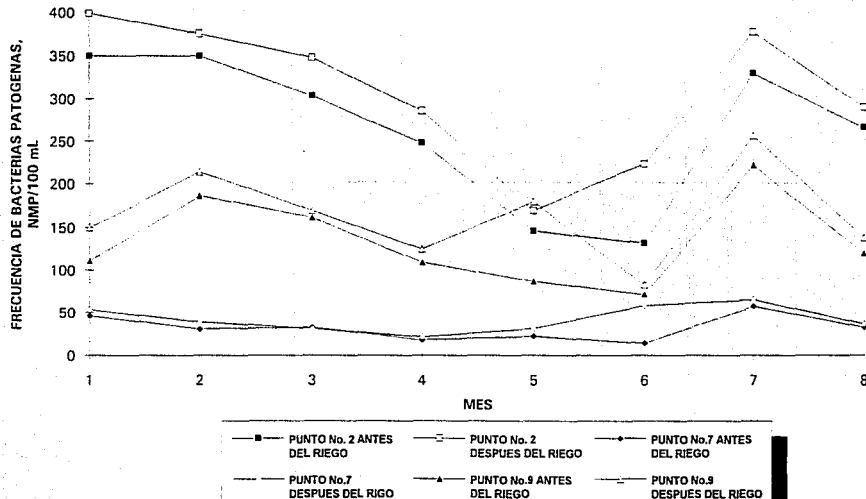




GRAFICA No. 8.- ANALISIS SEMICUANTITATIVO EN SUELO XOTHI DESPUES DEL RIEGO



**GRAFICA 9.- ANALISIS SEMICUANTITATIVO EN SUELO XOTHI**



## DISCUSION

En el cuadro No. 1 se sintetizan las concentraciones de bacterias encontradas en aguas de riego de las diferentes parcelas se pueden considerar insalubres, debido a que el agua de la presa Endho, posee las características de agua residual completamente cruda al llegar a la parcela, es decir multiplicación de microorganismos en el agua.

Los 3 tipos de agua supera los límites permisibles de Coliformes fecales siendo estos  $1E+3/100$  mL de acuerdo a la Reglamentación en materia de agua (8).

Como se puede observar en el cuadro No. 3 existe la tendencia al aumento de la concentración de bacterias de las muestras una hora después del riego y decrece en el intervalo de tiempo entre riegos para algunas bacterias como Salmonella typhi, y Shigella s.p. posiblemente la disminución de la concentración de las bacterias de las muestras después del riego en las demás bacterias se deba a interferencias de compuestos orgánicos, metales pesados.

El hecho de que tres parcelas se encuentren siempre ambas indicadores puede deberse a que tienen la capacidad de reproducirse en el suelo; dentro de estos grupos se encuentra una amplia gama de bacilos fermentadores de lactosa como Klebsiella s.p. ya que forma parte de la flora normal de suelos y vegetales y después de la fertilización con estiércol, los Coliformes totales y fecales tienen persistencia de 150 a 200 días (5) por lo que el problema es que una vez que el grupo coliforme total y fecal llega a los suelos difícilmente se erradica.

Los resultados presentados en el cuadro No. 2 y las concentraciones encontradas en el agua cuadro No. 1 sugieren que la aportación del agua no es cuantitativamente lineal pues se esperaría encontrar concentraciones superiores en la parcela irrigada con agua del canal cuyo único tratamiento es el recorrido por el canal que con respecto a los encontrados en la parcela



irrigada con agua de la presa Endhó, esto puede deberse al tipo de fertilizante aplicado en cada caso, y a la periodicidad de la aplicación de fungicidas, parasitidas y bactericidas que afectan la capacidad de reproducción de estos organismos, al tipo de suelo posiblemente, o bien a que simplemente no hay relación cuantitativa entre la cantidad aportada por el agua y la recuperada de los suelos por tratarse de diferentes sustratos (tabla No.1).

En alimentos, no se cuantificaron estas bacterias, debido a la capacidad del laboratorio y porque aún cuando su origen proceda de la materia fecal, pueden desaparecer rápidamente, sobre todo si la flora asociada produce ácidos, o en condiciones favorables son capaces de multiplicarse, por lo que no existe relación y entre la variedad y cantidad de Coliformes encontrados en la fuente de contaminación y los encontrados en los productos irrigados.

La única utilidad posible radica en que son indicativos de prácticas de riego con agua de calidad potencialmente peligrosa, debido a que las concentraciones elevadas encontradas pueden sugerir riesgo a la salud, sin embargo es necesario establecer la relación entre su consumo y las infecciones en el hombre y aún más, de su papel en el deterioro del alimento para poder establecer una norma microbiana de carácter comercial y sanitario.

Los Estreptococos fecales se encontraron en las tres parcelas en concentraciones menores que los Coliformes fecales, quizás porque el tiempo de sobrevivencia de estos microorganismos es menor que los Coliformes, sin dejar de considerar que en el agua también se encuentran en proporciones menores, los fungicidas, parasitidas, aplicados al los resultados más tóxicos a estas bacterias, y además se estima que en general los Enterocococos no tienen como hábitad natural al suelo a diferencia de los coliofrmes y que las cepas aisladas de esta fuente tienen origen en los vegetales animales y prácticas de riego.

Dada la escasa información acerca del significado sanitario real de este grupo de microorganismos, su empleo como indicador de contaminación fecal en suelo debe hacerse con extrema precaución o no hacerse.

En igual forma para Pseudomonas aeruginosa pues esta bacteria forma parte de la flora normal de suelos y del ciclo de nitrógeno, que prácticamente no desaparece dada su resistencia a tóxicos, bactericidas y patógenos resistentes.

Salmonella s.p. fueron congruentes con lo esperado, es decir, al inicio los resultados cualitativos de Salmonella solamente se encontró la mayor concentración de Salmonella s.p. en San Salvador, que en el Xothí y en el Tephé, sin embargo con el tiempo, este microorganismo se incrementa en San Salvador, y no hubo mucha variación en el Xothí y en el Tephé y esto quizás por el tipo de suelos y de cultivos, periodicidad y calidad de fungicidas, pesticidas y parasitidas aplicados.

También puede observarse que Salmonella s.p.p. fué más frecuentemente recuperada en el Xothí antes y después del riego, y en el Tephé (agua de manantial) se presentó dilución de estos microorganismos después del riego (cuadro No. 1) lo que de alguna manera sugiere contaminación en otras fuentes.

## CONCLUSIONES

- 1.- La calidad del agua residual del canal DDR-063 aún tratada no es suficiente para ser utilizada como agua de riego para el cultivo de lechuga, sin embargo para otros cultivos (calabazitas y jitomate) no es de gran riesgo para la salud ya que en estas puede decrecer por la cocción de los alimentos.
- 2.- El tratamiento de arrastre que se le da a las aguas residuales provenientes de la ciudad de México en el Estado de Hidalgo no es suficiente para los cuerpos receptores, ya que no hay una disminución de bacterias patógenas Salmonella typhi y Salmonella s. p. las cuales ponen en riesgo la Salud Pública.
- 3.- El método de referencia del NMP es una técnica que puede demostrar valores tolerables de los indicadores bacteriológicos (Coliformes fecales y totales).
- 4.- No se pueden considerar como indicadores bacteriológicos a Salmonella s.p. y Salmonella typhi ya que no cumplen las condicionantes de un indicador.
- 5.- No existe una correlación lineal de las diferentes calidades de agua sobre las bacterias patógenas de las parcelas Tephé, Xothí y San Salvador.
- 6.- El decremento sobre las bacterias patógenas sobre la etapa final de la cadena agua residual- suelo- cultivo en San salvador, Xothí y Tephé que estuvieron influenciada posiblemente por varios factores, la agua, periodicidad y calidad de los fungicidas, pesticidas y parasiticidas aplicados, así como la composición del suelo.
- 7.- La aplicación de fungicidas y paraciticidas influyó en los resultados obtenidos en la parcela ya que generan un problema de contaminación o bien pueden povocar resistencia a medicamentos en algunas cepas de microorganismos .

## **RECOMENDACIONES**

- 1.- Realizar un estudio bacteriológico y parasitológico de las aguas superficiales y subterráneas en el distrito de riego.
- 2.- Formular la capacitación de profesionales relacionados con la microbiología del agua en el campo epidemiológico con el fin de obtener la correlación entre los resultados obtenidos de la calidad del agua y la salud en una forma más objetiva.
- 3.- Evaluación de la eficiencia de diversos sistemas de tratamiento para la eliminación de bacterias, parásitos y virus patógenos.
- 4.- Implementación de un tratamiento de agua residual para las descargas provenientes de los efluentes de la Ciudad de México.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Anton et al; Bacterias Enteric. Pathogenic in Vietnamese Refugees in Hong Kong Sou Theast Asian; J. Trop. Med. Public. Health (G.B.). 12, 151 (1981).
- 2.- Boring J. R Martin, W. T. and Elliot, L.M; Isolation of Salmonella Typhimurium From Municipal Water, Riverside, California, 1965; Am J. Epidemiol 1971; pp. 49-54.
- 3.- Bonde G.T, Bacterial Indicators of water Pollution A. Study of Quantitative Estimation; Copenhagen, 1963. pp. 23-25.
- 4.- Bronco, S. M. J. Rocha, AA; Poluicao, Protecao e Usos Múltiples de Represas Sao Paulo B, 1977 pp. 7-25 37-39.
- 5.- Carolyn O. Bohn et al ; Coliforms as an Indicador of Water Quality in Wildland Streams; Journal of Soil and Water Conservation. 1985 pp. 5-96-97.
- 6.- Cheng C. M, BOYLE, W.C. and gueptert J. M; Rapid Quantitative Method for Salmonella detection in polluted waters; Appl. Microbiology;1981 pp. 662-742.
- 7.-.David M.D et al. Tratado de Microbiología; Ed. Salvat Barcelona España 1972 pp. 52-53, 799, 792, 793, 794,796,798, 799
- 8.- Departamento del Distrito Federal. Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas
- 9.- Diario Oficial septiembre del 1991.
- 10.- Donald, J. Dudley, Neal Guentzel, Machael, et al, Enumeration of Potentially Pathogenic Bacteria From Sewage; Appliedd and enviromental Microbiology; Jan. 1980 pp. 118-126.
- 11.- D.A. Baker, Longevity of Salmonella typhimurium in Tilapi aurea and Water from Pools Fertilized With Swine Waste.
- 12.- Estudio Geográfico del Estado de Hidalgo; México 1971 pp.57.

- 13.-Feachem, F. G. et al Sanitation and Disease Health Aspects of Escreta and Wastewater Management Chichester, John wiley , 1983.
- 14.- Geldrich, E. E. Sanitary Ignificance of Fecal Coliforms in the Environment; Water Pollution Control Research. Series, Publish W.P; 20-23; FWPCA, USDI; Cincinnaty, Ohio 1966.
- 15,- Glover S. C: et al; Patal Salmonelle Septicaemia with Disseminated Intravascular Coagulation and Renal Failure; J. Med. Microbiol 15 , 117 (1982). pp. 45-50.
- 16.- Goh; K. I. An Outbreak of Paratyphoid A in Singapore Clinical and Epidemiological Studies Sota Heast Asian J. Trop. med. Public Health (G.B.); 12, 16 1989 pp. 38-45
- 17.- Gonzales -Cortes, A. et al Botted Beverages and Typhoid Fever, The Mexican Epidemic de 1972-1973; Am. J. Public Health; 72, 844 1988.
- 18.- Harvey R. W. S. and Prince TH; Elevated Temperature Incubati6n of Enrichment Media for the Isolati6n of Salmonella from Heavily Contaminated Materials J.
- 19.- Kassem Alef and et al. Arginina Ammonificati6n a Simple Method to Estimate Microbial Activity Potatials in Soils. pp.235-234.
- 20.- Report of Group of Cientific; Health Guidelines for the Use Wastewater in Agriculture and Aquaculture World Health Organitaci6n Technical Report Series, Genova 1989.
- 21.-Report of Group of Cientific; Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture World Health Organisation Technical Report Series, Genova 1989.
- 22.- Jawetz Ernest; Manual de Microbiologia, M6dica; Edit. El Manual Moderno; Ed. 5a; M6xico 1975; pp. 146-148

- 23.- Mac- Faddin. Pruebas Bioquímicas para la Identificación de Bacterias de Importancia Clínica; Ed. Médica Panamericana 1984; pp 112, 126, 134, 138. Vol. I
- 24.- Manual del Taller de Adiestramiento sobre Microbiología del Agua; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- 25.- Llamas Noeggerath Rafael; Diagnostico de Salud de la Región Tula-Tepeji; Asamblea Regional sobre Ingeniería Ambiental Pachuca Hgo. 1984.
- 26.- Standard Methods; For the Examination of Water and Wastewater; 15 Th Edition, 1980, APHA-AWA- WPCF. pp 872,796,797.
- 27.- Serrano Pérez; Análisis de Heterogeneidad de Dos Sistemas Terrestres en Cuanto Algunas Propiedades Físicas y Químicas del Suelo en el Estado de Hidalgo; 1982: pp,12,13,14,
- 28.- Secretaría de Recursos Hidráulicos, Dirección de Planeación y Gerencia en el estado de Hidalgo 1974. Dirección de Planeación y Gerencia en el Estado de Hidalgo. 1974.
- 29.- Secretaría de la Defensa Nacional y Departamento del Distrito Federal Reunión sobre la Salud y Ambiente en la Ciudad. de México Memorias pp. 89-92.
- 30.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; Actualización del Estudio Geohidrológico del valle del Mezquital, Hidalgo SARH, México.
- 31.- Shields, et al; Prospective Studies of Diarrheal illness in Northwestern Brazil; Clin Res. 30, 521 A 1981.
- 32.- Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica. Dirección General de Desarrollo Tecnológico; Subdirección de Investigación Entrenamiento; Manual de Microbiología del Agua; Ed. 3a; México 1988.

- 33.-Subsecretaría de Planeación Dirección General de Protección Ordenación Ecológica; Legislación Relativa del Agua y su Contaminación; México 1975.
- 34.- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO Estudios Sobre la Salud y Ambiente en la Ciudad. de México Memorias pp.89-92.
- 35.- Prost A. Public; Health Risks Stemming from Wastewater Reutilización, Water Quality Bolletin; 1987; 12;2 pp. 79-89.
- 36.- Water, Mc, Bee and Temple Introducción a la Microbiología Ed. C. E. C. S.A. la Ed. México 1980 pp. 193-201.
- 37.- Vargas de Mago; Microbiología de las Aguas Residuales y Aspectos de Salud Pública Microficha.



## INDICE

	Pág.
Lámina No. 1 Ubicación del DDR 063 en el país	13
Lámina No. 2 Localización de las parcelas de estudio	17
Lámina No. 3 Parcela No. 2 el Tephé (cultivo lechuga)	18
Lámina No. 4 Parcela No.1 Xothí (cultivo jitomate)	19
Lámina No. 5 Parcela No.3 San Salvador (cultivo jitomate)	20

## FIGURAS

Fig. No. 1 Localización Geográfica e Hidrográfica de la zona de estudio.	14
Fig. No. 2 Relación patógenas -Huésped, posibles rutas de transmisión de Infecciones relacionadas con la eliminación	35a
Fig. No. 3 Recuperación e identificación de <u>Salmonella</u> y <u>Shigella</u> en agua residual	57
Fig. No. 4 Prueba para la determinación de Coliformes totales y Coliformes fecales	59
Fig. No. 5 Prueba para la determinación de <u>Streptococcus fecales</u>	61
Fig. No. 6 Prueba para la determinación de <u>Pseudomonas aeruginosa</u> .	63

## CUADROS

Cuadro No. 1 Características bacteriológicas de las aguas de riego de las parcelas estudiadas	70
Cuadro No. 2 Frecuencia en % de las concentraciones de bacterias Indicadoras y <u>Pseudomonas aeruginosa</u> encontradas en suelo	71-72
Cuadro No. 3 Frecuencia de porcentajes de ocurrencia de bacterias patógenas en suelo	73
Cuadro No. 4 Frecuencia en porcentajes de ocurrencia de bacterias patógenas en muestras de vegetales	74

Cuadro No. 5 Frecuencia de bacterias patógenas en NMP/100 mL Tephé	75
Cuadro No. 6 Frecuencia de bacterias patógenos en NMP/100 mL en San Salvador	75
Cuadro No. 7 Frecuencia de bacterias en patógenas en Xothí NMP/100 mL	76

## **TABLAS**

Tabla No.1 Composición fisicoquímica de los suelos de la zona de Riego DDR-063.	21
Tabla No.2 Análisis cualitativo de bacterias patógenas. Frecuencia de la parcela Tephé de suelo antes y después del riego	77
Tabla No.3 Análisis cualitativo de bacterias patógenas. Frecuencia en porcentajes en la parcela Tephé de suelo antes y después del riego	78
Tabla No.4 Análisis cualitativo de bacterias patógenas. Frecuencia de la parcela San Salvador de suelo antes y después del riego	79
Tabla No.5 Análisis cualitativo de bacterias patógenas. Frecuencia en porcentajes en la parcela San Salvador de suelo antes y después del riego	80
Tabla No.6 Análisis cualitativo de bacterias patógenas. Frecuencia de la parcela Xothí de suelo antes y después del riego	81
Tabla No.7 Análisis cualitativo de bacterias patógenas. Frecuencia en porcentajes en la parcela Xothí de suelo antes y después del riego	82

## **GRAFICAS**

Gráfica No. 1 Análisis semicuantitativos en suelo Tephé antes del riego	83
Gráfica No.2 Análisis semicuantitativos en suelo Tephé después del riego	84
Gráfica No. 3 Análisis semicuantitativos en suelo Tephé	85
Gráfica No. 4 Análisis semicuantitativos en suelo San Salvador	

antes del riego	86
Gráfica No.5 Análisis semicuantitativos en suelo San Salvador después del riego	87
Gráfica No. 6 Análisis semicuantitativos en suelo San Salvador	88
Gráfica No. 7 Análisis semicuantitativos en suelo Xothi antes del riego	89
Gráfica No.8 Análisis semicuantitativos en suelo Xothi después del riego	90
Gráfica No. 9 Análisis semicuantitativos en suelo Xothí	91