



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

**AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE
MICROORGANISMOS PATÓGENOS Y HUEVOS DE
HELMINTO EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO EN
COMUNIDADES RURALES DE SAN IGNACIO RIO
MUERTO, SONORA**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO BIOTECNÓLOGO**

PRESENTA

JOSÉ LEAL ALMANZA

CD. OBREGÓN, SON. JUNIO DE 2005

INDICE

LISTA DE TABLAS	4
LISTA DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
INTRODUCCION	8
JUSTIFICACIÓN	12
OBJETIVOS	13
HIPÓTESIS	14
I. MARCO TEÓRICO	15
1.1 Información sobre <i>Salmonella</i>	15
1.1.1 Clasificación.....	15
1.2.2 Crecimiento.....	17
1.1.3 Temperatura de crecimiento.....	17
1.1.4 pH de crecimiento.....	17
1.1.5 Actividad de agua.....	18
1.1.6 Supervivencia.....	18
1.1.7 Acidez.....	18
1.1.8 Salmonelosis.....	18
1.2 Información sobre <i>Shigella</i>	19
1.2.1 Características del microorganismo.....	19
1.2.1.1 Taxonomía y serología.....	19
1.2.1.2 Fisiología y reacciones bioquímicas.....	20
1.2.2 Características de crecimiento y supervivencia.....	20
1.3 Información sobre <i>Vibrio cholerae</i>	21
1.3.1 Taxonomía y características del microorganismo.....	21
1.4 Información sobre los helmintos.....	22
1.4.1 Grupo I (<i>Dracunculus, Spirometra</i>).....	22
1.4.2 Grupo II (<i>Schistosoma, Ancylostoma, Necator</i>).....	23
1.5 Pruebas bioquímicas.....	24
1.5.1 Medio basal OF.....	24

1.5.2	Agar TSI.....	24
1.5.3	Agar LIA.....	24
1.5.4	Agar citrato de Simmons.....	25
1.5.5	Gelatina nutritiva.....	25
1.5.6	Caldo urea.....	25
1.5.7	Caldo malonato de Ewing modificado.....	26
1.5.8	Caldo RM-VP.....	26
II.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
2.1	Descripción de la zona de estudio.....	27
2.2	Periodo del muestreo.....	27
2.3	Sitios de muestreo.....	28
2.4	Toma, transportación y conservación de muestras.....	32
2.5	Análisis microbiológicos.....	33
2.5.1	Aislamiento e identificación de <i>Salmonella</i>	34
2.5.2	Aislamiento e identificación de <i>Shigella</i>	35
2.5.3	Aislamiento e identificación de <i>Vibrio cholerae</i>	35
2.6	Metodología para las pruebas bioquímicas.....	36
2.7	Determinación de huevos de helminto en agua (método de prueba).....	41
2.7.1	Cuantificación de los huevos de helminto.....	43
2.7.2	Cuantificación de huevos de helminto viables.....	43
III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
3.1	Tablas de resultados.....	46
IV.	CONCLUSIONES.....	58
	BIBLIOGRAFIA.....	59
	ANEXOS.....	61

LISTA DE TABLAS

TABLA	PAGINA
1. Periodo de recolección de muestras.....	26
2. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de <i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Vibrio cholerae</i> y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de septiembre de 2003.....	45
3. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de <i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Vibrio cholerae</i> y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de octubre de 2003.....	46
4. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de <i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Vibrio cholerae</i> y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de noviembre de 2003.....	47
5. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de <i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Vibrio cholerae</i> y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de diciembre de 2003.....	48
6. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de <i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Vibrio cholerae</i> y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de enero de 2004.....	49
7. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de <i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Vibrio cholerae</i> y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de febrero de 2004.....	50
8. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de <i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Vibrio cholerae</i> y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de marzo de 2004.....	51

TABLA

PÁGINA

9. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de <i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Vibrio cholerae</i> y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de abril de 2004.....	52
10. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de <i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Vibrio cholerae</i> y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de mayo de 2004.....	53
11. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de <i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Vibrio cholerae</i> y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de junio de 2004.....	54
12. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de <i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Vibrio cholerae</i> y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de julio de 2004.....	55
13. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de <i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Vibrio cholerae</i> y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de agosto de 2004.....	56

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Sitio de muestreo 1, cárcamo de bombeo en calle 600 y 33.....	28
2. Sitio de muestreo 2, agua de noria del Ejido Emiliano Zapata.....	28
3. Sitio de muestreo 3, agua de pozo profundo del Ejido Emiliano Zapata.....	28
4. Sitio de muestreo 4, agua de noria del Ejido San Francisco.....	29
5. Sitio de muestreo 5, agua de pozo profundo del Ejido San Francisco.....	29
6. Sitio de muestreo 6, agua de pozo profundo del Ejido 7 de Noviembre.....	29
7. Sitio de muestreo 7, agua de riego del canal en 600 y 29.....	30
8. Sitio de muestreo 8, agua de noria del campo 600 y 29.....	30

RESUMEN

El agua es importante para la vida ya que un gran porcentaje de nuestro cuerpo es agua, la cual necesitamos para sobrevivir, sin embargo es una de las principales vías de contagio de enfermedades por lo que es importante consumir agua de buena calidad. En la actualidad las comunidades rurales del municipio de San Ignacio Río Muerto del Valle del Yaqui, Sonora, consumen agua procedente de norias y pozos profundos, cuyas localidades están ubicadas en zonas agrícolas que son irrigadas regularmente con una mezcla de aguas agrícolas y residuales, por lo que representa un posible foco de infección para las aguas de consumo humano. Por lo antes mencionado el objetivo del presente trabajo fue realizar análisis microbiológicos de microorganismos patógenos para evaluar su incidencia en el agua de consumo. Se eligieron estratégicamente ocho sitios de muestreo: dren de aguas residuales ubicado en calle 600 y 33 (sitio 1), Ejido Emiliano Zapata (sitio 2 y 3), Ejido San Francisco (sitio 4 y 5), Ejido 7 de Noviembre (sitio 6), canal de riego y campo ubicados en las calles 600 y 29 (sitio 7 y 8). Se recolectaron un total de 87 muestras para los análisis bacteriológicos y un total de 47 muestras para los análisis de huevos de helminto, en el periodo comprendido de septiembre de 2003 a agosto de 2004. Los análisis realizados fueron: aislamiento e identificación por pruebas bioquímicas de *Salmonella* sp., *Shigella* sp. (NOM-114-SSA1-1994) y *Vibrio cholerae*, además de la cuantificación de huevos de helminto (NMX-AA-113-SCFI-1999). Los resultados obtenidos fueron que en el 100 % de las muestras no hubo incidencia de *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Vibrio cholerae* y de huevos de helminto. Sin embargo se detectaron microorganismos como *Escherichia coli*, *Aeromonas* sp., *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter aerogenes*, pero aún en ausencia de microorganismos patógenos, el agua no es recomendable para consumo humano debido a la incidencia de bacterias indicadoras de contaminación de tipo fecal.

INTRODUCCIÓN

El agua está constantemente reciclándose, en un sistema conocido como el ciclo del agua o ciclo hidrológico, en el cual el agua está en constante movimiento, dirigida por la energía solar. El sol provoca la evaporación de los océanos, lo cual provoca la formación de nubes y las precipitaciones (lluvias). La evaporación también ocurre en lagos, ríos y suelo, donde las plantas contribuyen con cantidades significativas de agua por evotranspiración. Aunque alrededor del 80% de las precipitaciones vuelven a caer en los océanos, el resto cae sobre la tierra.

Es ésta agua la que rellena el suelo y las aguas subterráneas, alimenta corrientes de lagos y ríos y provee toda el agua necesaria para las plantas, animales y desde luego para los humanos. Así, aunque aparenta haber mucha agua, hay en realidad muy poca que esté disponible para consumo humano, por lo tanto, el volumen total de agua en el mundo permanece constante, lo que cambia es la disponibilidad y calidad. Así, conforme la lluvia cae a través de la atmósfera, discurre sobre y a través de la superficie de la tierra, está constantemente disolviendo materia, creando un registro químico de su paso desde las nubes. Por lo tanto, los suministros de agua tienen una variedad natural en la calidad, la cual

depende enormemente del origen del suministro. Todas nuestras aguas provienen del ciclo del agua y es este proceso el que controla nuestros recursos naturales de agua (Gray, 1996).

El agua es el elemento más abundante en la tierra. Esta se clasifica en dos grandes subsistemas: los superficiales que comprenden los lagos, ríos, presas, océanos y las aguas subterráneas que incluyen pozos y manantiales, ambas fuentes se encuentran a disposición del hombre (Jhonson, 1975).

La clasificación de los contaminantes del agua contempla las características de las sustancias o parámetros más comunes, agrupados en tres bloques según sean físicos, químicos y biológicos.

Contaminantes físicos, las características definidoras de los fenómenos físicos aparecidos por la existencia de episodios de contaminación en el medio hídrico proporcionan información complementaria e independiente a la aportada por los componentes químicos o biológicos detectados en él. Entre los parámetros físicos importantes están color, olor, sabor, turbidez, conductividad, pH y temperatura.

Contaminantes químicos, un número importante de los elementos, compuestos y sustancias que, dependiendo de las condiciones fisicoquímicas del medio hídrico, pueden llegar a convertirse en contaminantes químicos del mismo, son miembros integrados en algunas de las etapas que estructuran el desarrollo de los ciclos biogeoquímicos principales.

Contaminantes biológicos, los microorganismos constituyen la parte biológica de la contaminación del agua, y han sido la causa de las grandes epidemias que se han producido a lo largo de la historia de la humanidad. Como por ejemplo se puede citar el tifo, el cólera, la disentería, etc. A pesar de ello no todos los microorganismos son igualmente nocivos (patógenos), algunos son inocuos y otros son de gran utilidad para la autodepuración de los ríos. El número de

bacterias patógenas para el hombre y los animales presentes en el agua es muy reducido y difícil de determinar. Por ello, y dado que la mayoría de dichos gérmenes patógenos viven en el intestino del hombre y de los animales de sangre caliente, en general la detección de la contaminación fecal constituye una excelente señal de alarma (Manual saneamiento vivienda, agua y desechos, 1999).

El agua subterránea está muy expuesta a la contaminación de bacterias, parásitos o sustancias químicas, cuando esta muy cerca de letrinas, canales de aguas negras, de granjas porcícolas, depósitos de basura o de estiércol (Manual saneamiento vivienda, agua y desechos, 1999).

Las aguas subterráneas son un recurso nacional muy importante por lo cual se debe proteger contra contaminantes ya que zonas rurales se abastecen de aguas subterráneas, la más importante es aquella que se destina a consumo humano y uso doméstico, de ahí la importancia de reconocer la calidad del agua, es por ello que se debe realizar un análisis bacteriológico del agua subterráneas destinadas al consumo humano ya que pueden contener microorganismos patógenos que dañen la salud.

La contaminación fecal del agua potable puede incorporar una variedad de diversos organismos patógenos intestinales – bacterianos, virales y parasitarios cuya presencia está relacionada con enfermedades y portadores de tipo microbiano que puedan existir en ese momento en la comunidad. Las bacterias patógenas intestinales se hallan diseminadas a lo largo y ancho del planeta. Aquellas cuya presencia ha sido detectada en agua potable contaminada incluyen: *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolítica* y *Campylobacter fetus*. Estos microorganismos pueden ser causantes de enfermedades cuyo índice de gravedad va desde una ligera gastroenteritis hasta casos graves y, a veces fatales, de disentería, cólera o tifoidea (Organización Panamericana de la Salud, 1987).

Los modos de transmisión de bacterias patógenas incluyen la ingestión de agua y alimentos contaminados, el contacto con personas o animales infectados y la exposición a aerosoles. La importancia de la vía acuática para propagar infecciones bacterianas intestinales varía mucho, tanto con el tipo de enfermedad como con las circunstancias locales. Aunque los microorganismos del género *Shigella* pueden ser acarreados por el agua, no siempre constituye la principal vía de propagación de la shigellosis, sino más bien por el contacto entre las personas que habitan en condiciones de confinamiento; por el contrario, el cólera suele ser transmitido por el agua, y la salmonelosis, en cambio transmitida por los alimentos (Organización Panamericana de la Salud, 1987).

Otro tipo de contaminación de agua es por medio de huevecillos y larvas de helmintos que pasan al hombre por beber agua que contiene crustáceos, haciendo las veces de huéspedes intermedios. Los helmintos son huevecillos de gusanos parásitos del tracto del humano y el animal (Organización Panamericana de la Salud, 1987).

Como se ha mencionado anteriormente el agua es muy importante para la vida ya que un porcentaje muy alto de nuestro cuerpo es agua y por lo tanto necesitamos de ella para poder vivir, más sin embargo hay contaminación de tipo microbiológica que nos puede causar una enfermedad como: fiebre tifoidea, disentería, cólera y contraer parásitos, ocasionadas por agentes etiológicos como *Salmonella typhi*, *Shigella dysenteriae*, *Vibrio cholerae* y huevos de helminto. Por lo anterior en el presente estudio se realizará un análisis microbiológico al agua de consumo humano de comunidades rurales de San Ignacio Rio Muerto, con el fin de determinar la presencia de estos microorganismos patógenos para el ser humano.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad aun existen comunidades rurales en el país que no cuentan con una red de agua potable, es por ello que en poblados alejados de las grandes ciudades o de los poblados que cuentan con red de agua, optan en hacer pozos poco profundos o norias para abastecerse del vital líquido por la manera de estar hechos dichos pozos (al aire libre), es muy factible que se contaminen. Es por cuya razón que se desea hacer un estudio microbiológico para conocer el grado de contaminación microbiana de tipo patógena como lo son *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio* y huevos de helminto, mediante técnicas especializadas para su determinación, identificación y cuantificación de huevos de helminto, con el propósito de determinar la calidad microbiológica del agua para así contribuir a establecer medidas de prevención de enfermedades, en estas comunidades.

OBJETIVO GENERAL

Realizar análisis microbiológicos de microorganismos patógenos y determinación de huevos de helminto al agua de consumo humano de comunidades rurales de San Ignacio Rio Muerto con el fin de detectar su incidencia y evaluar su calidad sanitaria.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Realizar análisis microbiológico para aislar e identificar *Salmonella* sp. por medio de pruebas bioquímicas.
- ❖ Realizar análisis microbiológico para aislar e identificar *Shigella* sp. por medio de pruebas bioquímicas.
- ❖ Realizar análisis microbiológico para aislar e identificar *Vibrio cholerae* sp. por medio de pruebas bioquímicas.
- ❖ Determinar presencia de huevos de helminto por morfología a nivel microscópico, según la norma NMX – AA – 113 –SCFI – 1999, Método de prueba.

HIPOTESIS

Según antecedentes de estudios de esta zona geográfica, se tiene una cultura de utilizar las aguas residuales para el riego de cultivos, lo cual propicia que el agua de estudio tendrá contaminación de microorganismos patógenos como lo son *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Vibrio cholerae* y huevos de helminto.

I. MARCO TEORICO

1.1 Información sobre *Salmonella*

Al género *Salmonella* pertenecen “bacterias móviles que satisfacen la definición de la familia Enterobacteriaceae y a la tribu Salmonellae. No producen ureasa, no utilizan el malonato de sodio, no licuan la gelatina, no desarrollan en presencia de cianuro de potasio y descarboxilan la arginina, la ornitina y la lisina. Producen ácido en el medio de tartrato de Jordan, fermentan el dulcitol, y el inositol es utilizado en numerosas cepas. No fermentan la sacarosa, la salicina, la rafinosa o la lactosa”. En tales términos se acostumbra describir el género, no obstante las múltiples excepciones que ocurren entre las características mencionadas tan tajantes, y de la omisión que se hace de dos cualidades especialmente interesantes; la existencia de una estructura antigénica, base para la identificación entre sus miembros y la patogenicidad que exhiben hacia los animales y el hombre (Fernández, 1981).

1.1.1 Clasificación

La clasificación se aplica principalmente en Estados Unidos y reconoce tres especies: *Salmonella typhi*, *Salmonella choleraesuis* y *Salmonella enteritidis*. Pero el más usado es el esquema de Kauffman - White se ha acreditado como la técnica más útil para la diferenciación de los serovares dentro del género (Torres, 1999).

Por otra parte, con fines epidemiológicos, el Comité de Expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otros muchos autores coinciden en que al género *Salmonella* se le puede dividir en tres grupos:

Los que infectan solamente a personas, incluye: *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*, *Salmonella paratyphi A*, *Salmonella paratyphi B*, *Salmonella paratyphi C*. Este grupo incluye a los agentes de las fiebres tifoidea y paratifoidea que son los más graves de las enfermedades producidas por las salmonelas.

Los que pueden adquirirse al consumir alimentos, incluye: *S. gallinarum* (aves), *S. dublín* (bovinos), *S. abortus – equi* (equinos), *S. abortus – ovis* (ovinos) y *S. cholerae – suis* (cerdos).

Serovares inadaptados (sin preferencia de hospedador). Son patógenos para humanos y otras especies animales, e incluyen a la mayoría de los serovares transmitidos por alimentos. De los más de 2,300 serovares sólo alrededor de 200 son detectados anualmente en Estados Unidos. Esta obra, al tratar aspectos de los diversos serovares usará un binomio en letra cursiva (tradicional) lo que no implica la categoría taxonómica de especie (Torres, 1999).

1.1.2 Crecimiento

Las salmonelas son bacterias que se desarrollan en aerobiosis, pero pueden hacerlo también en condiciones de anaerobiosis. No requieren elementos nutricionales complejos para crecer y multiplicarse; en medios simples de cultivo con glucosa como fuente de carbono y sales de amonio como fuente de nitrógeno, se puede obtener un buen desarrollo (Fernández, 1981).

1.1.3 Temperatura de crecimiento

La temperatura óptima es de 37°C y pueden hacerlo dentro de amplios márgenes. Puede crecer entre 5°C y 47°C. La temperatura mínima de crecimiento es muy importante en la seguridad de los alimentos ya que la refrigeración es la medida más utilizada para prevenir la multiplicación de este patógeno en alimentos. La capacidad de crecer a bajas temperaturas dependerá del serovar e incluso de la cepa en particular y en especial del alimento. El límite de temperatura máxima reportado por varios autores es de alrededor de 45°C (Torres, 1999).

La temperatura más baja a la cual se observó desarrollo de *Salmonella* en un alimento fue de 6.7°C en pollo cocinado; por otra parte no se detectó desarrollo a 5.5°C en el mismo guiso, ni a 5°C en jaibas, a 2°C en huevos, a 7.2°C en huevos líquidos, a 3.9°C en verduras, a 10°C en ensalada de jamón y crema pastelera, de 4.4 – 10°C en carne de res o de puerco. La adecuada refrigeración para alimentos cárnicos es menor o igual a 4°C, con lo que se evita la proliferación del microorganismo (Fernández, 1981).

1.1.4 pH de crecimiento

Valores cercanos a la neutralidad son más favorables para que el germen se multiplique más activamente. El pH mínimo para desarrollarse no es fácil definir porque se encuentra muy afectado por una variedad de factores: naturaleza del ácido, tipo de serovar, temperatura de incubación, entre otros (Torres, 1999). Pero Fernández Escartín (1981) señala que el pH entre 6.5 y 7.5 es óptimo para el crecimiento. También indica que cifras inferiores a 4.1 y superiores a 9.0 son señaladas como limitantes para su desarrollo.

1.1.5 Actividad de agua

El óptimo de actividad de agua (Aa) es de alrededor de 0.99, el límite mínimo para el desarrollo de *Salmonella* es más retroactivo comparado con otras bacterias y hongos que tienen valores de 0.75 y 0.605 respectivamente (Torres, 1999). Debe tenerse presente que el contenido de humedad no guarda relación constante con la actividad de agua. El mismo contenido acuoso de dos alimentos diferentes puede traducirse en actividades de agua distintas, porque esta característica se encuentra determinada por la presencia y naturaleza de otros componentes en el producto (Fernández, 1981).

1.1.6 Sobrevivencia

La sobrevivencia de *Salmonella* en el medio ambiente fuera del cuerpo del hombre y de los animales, está determinada por el grado de humedad ambiental, la temperatura, la exposición a agentes germicidas y la composición del material en el que se encuentre. Estos microorganismos presentaron una sobrevivencia de 87 días en el agua de la llave y 115 días en agua de pozo para el serotipo *dublín*; 120 días en el agua y 280 días en la tierra de jardín para el serotipo *typhimurium*; hasta 28 meses en heces secas de aves naturalmente contaminadas y en forrajes más de 42 días. *S. typhi* puede sobrevivir en la tierra húmeda al menos 2 años. El factor más decisivo es precisamente el grado de humedad prevalente en el terreno, lo que guarda relación con la intensidad de la lluvia, la temperatura y el tipo de tierra involucrado. Quizá el 50% de las células mueren en las primeras 48 horas (Fernández, 1981).

1.1.7 Acidez

Las salmonelas no toleran bien la acidez y su número disminuye en un producto a un ritmo que guarda relación con la intensidad de la acidez (Fernández, 1981).

1.1.8 Salmonelosis

La salmonelosis es un proceso infeccioso cuyo cuadro clínico en el hombre varía desde formas muy agudas que terminan fatalmente, hasta los casos de infección

muy leves o del todo asintomáticos. El periodo de incubación transcurre dentro de límites que pueden variar desde 3 hasta 72 y excepcionalmente más horas, aunque la tendencia del valor se encuentra entre las 12 y las 20 horas. El tiempo depende de diversos factores como son el número y el estado fisiológico de los gérmenes consumidos, requiriéndose sólo 50 células en la fase logarítmica a su inicio, 400 hacia la mitad, 480 al final de esta fase y 150,000 en la fase estacionaria para alcanzar la dosis letal: 50% en embriones de pollo inoculados (Fernández, 1981).

Los síntomas entre los individuos más susceptibles suelen aparecer abruptamente iniciándose con dolor abdominal en la parte alta, náuseas, vómito y diarrea. Hay sensación de malestar intenso y cefalea frecuente (Fernández, 1981).

1.2 Información sobre *Shigella*

Shigella es una bacteria que fue identificada como causa de diarrea en humanos a finales del siglo XIX. La enfermedad de que es agente causal recibe el nombre de disentería bacilar o shigelosis. El género bacteriano está adaptado a humanos y primates mayores. Hay escasos reportes de su aislamiento en otras especies de animales y su presencia en el medio ambiente está asociada con la contaminación fecal humana. La enfermedad se disemina de persona a persona por la vía de transmisión fecal – oral, pero indirectamente puede llegar al alimento a través de agua contaminada, el microorganismo es altamente infeccioso ya que dosis tan bajas de 10 células pueden ocasionar la enfermedad (Torres, 1999).

1.2.1 Características del microorganismo

1.2.1.1 Taxonomía y serología

El género *Shigella* pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*. Se divide en cuatro especies que pertenecen a subgrupos serológicos diferentes con base en los polisacáridos: variantes lisas y rugosas pueden ser diferenciadas por serotificación para el diagnóstico de rutina en el laboratorio.

En general, los miembros del grupo de *Shigella* están muy relacionados con *Escherichia coli*; son tan semejantes que pueden experimentar recombinación genética unas cepas con otras, y son susceptibles para algunos de los mismos bacteriófagos (Torres, 1999).

1.2.1.2 Fisiología y reacciones bioquímicas

Shigella y *E. coli* combinan muchas características bioquímicas, éstas pueden diferenciarse fenotípicamente. Sin embargo, la relación genética tan estrecha que existe entre estas dos enterobacterias, hace necesario que numerosas cepas se remitan al CDC (Centro para el Control de Enfermedades) cada año para su confirmación por no haberse podido diferenciar fenotípicamente (Torres, 1999).

La caracterización bioquímica de *Shigella* se expresa en los siguientes términos: son citocromo – oxidasa negativa; fermentan glucosa sin producción de gas, no obstante debido a su afinidad con *E. coli*, se han encontrado algunos biotipos que producen gas de la glucosa; no descarboxilan la lisina; no fermentan la lactosa; no utilizan el citrato como única fuente de carbono, y no crecen en el medio cianuro potásico. Los miembros del género *Shigella* pueden ser confundidos con algunas cepas de *E. coli* inmóviles que no fermentan la lactosa (Torres, 1999).

1.2.2 Características de crecimiento y sobrevivencia

Los miembros del género *Shigella* son bacilos delgados, de 0.4 a 0.6 micras por 1 a 3 micras de longitud, inmóviles pero animados de movimiento pendular 8 oscilación *in situ*, no tienen flagelos ni antígenos H (flagelares), no forman cápsulas ni esporas, son gram negativos y en cultivos jóvenes pueden presentarse formas cocobacilares (Torres, 1999).

Shigella es un microorganismo anaerobio facultativo, pero crece mejor en anaerobiosis. en cultivos de 24 horas forma colonias redondas, convexas, transparentes de bordes enteros, que alcanzan un diámetro aproximado de 2 mm.

La variación de la forma colonial lisa (S) a rugosa (R) está asociada con la pérdida de invasividad (Torres, 1999).

Las colonias de *Shigella* son incoloras opacas y transparentes tanto en el agar MacConkey como en el agar SS y en el citrato desoxicolato; en el agar entérico de Hektoen (HE) son verdeazules, planas y transparentes y del mismo color del medio de cultivo, rojas (alcalinas) o de color rosa de 1 mm de diámetro. En tergitol 7 las colonias son de color azul. Puede reconocerse en los medios diferenciales por su incapacidad para fermentar lactosa permaneciendo por lo tanto incoloras (Fernández, 1981).

1.3 Información sobre *Vibrio cholerae*

1.3.1 Taxonomía y características del microorganismo

La familia *Vibrionaceae* consta de cuatro géneros: *Vibrio*, *Photobacterium*, *Aeromonas* y *Plesiomonas*. El género *Vibrio* contiene alrededor de 28 especies con numerosos biotipos. Por lo menos once especies se consideran patógenas al humano y de éstas sólo siete son asociadas con enfermedades transmitidas por alimentos: *V. cholerae* 01 y no-01, *V. parahemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus*, *V. mimicus*, *V. bollisae* y probablemente *V. furnissi* (Torres, 1999).

Los microorganismos pertenecientes al género *Vibrio* son bacilos cortos Gram negativos que miden de 0.5 a 0.8 micras de diámetro por 1.4 a 2.6 micras de largo, levemente curvados o enrollados en forma de coma, pudiendo formar una o dos vueltas. Se tiñe con colorantes de anilina, es móvil por un flagelo polar grueso que presenta un centro y una vaina externa, se presentan solos o unidos a dos o más microorganismos formando una "S" o espirilo. No forman endosporas ni microquistes, no fijan ni desnitrifican el nitrógeno, todos son quimioorganotrófos, muchos son capaces de crecer en un medio mineral conteniendo D – glucosa y cloruro de amonio, la dosis infectante, depende de varios factores de la acidez gástrica, la cantidad y tipo de comida que en el estómago y de la adquisición de

cierta inmunidad, se estima en aproximadamente 10⁶ ufc/ml y para el biotipo de *Vibrio cholerae* clásico se requieren 100 millones de ufc para adquirir la infección (Torres, 1999).

Es anaerobio facultativo, su temperatura de crecimiento varía de 18 a 37°C, produce indol, licua la gelatina, descarboxilan la ornitina, pero no hidroliza la arginina; no utiliza citrato, no fermenta la lactosa o lo hace con retardo de 2 a 8 días, es ureasa y ácido sulfhídrico negativo. Su crecimiento se favorece por reacciones alcalinas (Torres, 1999).

1.4 Información sobre los helmintos

Se ha detectado una gran variedad de huevos y larvas de helmintos en el agua potable y es claro que todo aquello que es infeccioso para el hombre debiera estar ausente del agua potable si se quiere que sea segura e inocua. Sin embargo, la vasta mayoría de esos helmintos no son principalmente transmitidos por el agua, por lo que no es factible ni necesario vigilar su presencia en el agua como actividad habitual (Organización Panamericana de la Salud, 1987).

Dos grupos de helmintos están más directamente relacionados con los abastecimientos de agua; los que transmiten en su totalidad por la ingestión de copépodos infectados haciendo de huéspedes intermedios (Grupo I) y los que cuyas cercarias son directamente infecciosas para el hombre (Grupo II).

1.4.1 Grupo I (*Dracunculus*, *Spirometra*)

El Grupo I comprende los helmintos que se desarrollan en copépodos acuáticos y que pasan al hombre al beber agua que contiene crustáceos, haciendo las veces de huéspedes intermedios. El miembro más importante del grupo es el *Dracunculus medinensis*, o gusano de Guinea, que es un parásito filárico del hombre.

1.4.2 Grupo II (*Schistosoma, Ancylostoma, Necator*)

El Grupo II comprende un grupo variado de lombrices parasitarias del ganado lanar y lombrices cilíndricas cuyas larvas infecciosas son capaces de penetrar la piel y las membranas mucosas de los humanos, puede transmitirse por el agua potable, pero constituyen un riesgo mayor cuando se usa el agua para lavar o bañarse. el género que más preocupa es el *Schistosoma* (Organización Panamericana de la Salud, 1987).

Los esquistosomas humanos son causa de morbilidad grave, y a veces es causa de muerte. Las lesiones primarias se producen principalmente en el hígado, intestino y alrededor de la vejiga, pero las consecuencias más graves se deben a daños secundarios en el tracto urinario superior, al cáncer de la vejiga y a la fibrosis hepática y sus consecuencias hemodinámicas (Organización Panamericana de la Salud, 1987).

1.5 Pruebas bioquímicas

1.5.1 Medio basal OF

Este medio tiene como función primordial determinar el metabolismo oxidativo o fermentativo de un hidrato de carbono. Se utiliza para diferenciar géneros intestinales no entéricos, gram negativos de las Enterobacteriaceae, también ayuda a la diferenciación entre los géneros de las *Micrococcaceae* y *Staphylococcus* (Mac Faddin, 1984).

1.5.2 Agar TSI

En este medio se determina la capacidad de un organismo de atacar un hidrato de carbono específico incorporado en un medio de crecimiento básico, con producción o no de gases, junto con la determinación de posible producción de ácido sulfhídrico (Mac Faddin, 1984).

Es un medio diferencial muy usado en la identificación de enterobacterias patógenas. Su modo de acción es semejante al medio de Kligler que contiene dos azúcares, adicionado además con 1% de sacarosa. Esto permite el reconocimiento y exclusión de *Proteus*, *Hafnia* y *Providencia*, no fermentan la lactosa o lo hace muy lentamente y sí en cambio fermenta la sacarosa con bastante rapidez, lo cual permite excluir a este grupo de bacterias de *Salmonella* y *Shigella*.

1.5.3 Agar LIA

Este medio se emplea para determinar la descarboxilación y desaminación de la lisina. La lisina puede ser descarboxilada por microorganismos LD – positivos (Lisina Descarboxilasa positivos), que la transforman en amina Cadaverina. Esto produce un viraje al violeta del indicador de pH Púrpura de bromocresol. Para que ocurra la descarboxilación es necesario que se acidifique el medio por la fermentación de la glucosa. Por este motivo, este medio de cultivo solo puede utilizarse para la diferenciación de cultivos que fermentan la glucosa, como *Klebsiella*, *Arizona*, *Salmonella*.

Las cepas del grupo *Proteus-Providencia*, con excepción de algunas cepas de *Proteus morgani*, desaminan a la lisina a ácido α -cetocarbónico. Este último forma compuestos pardo-rojizos en la región superficial del medio de cultivo con la sal de hierro y bajo la influencia del oxígeno.

1.5.4 Agar citrato de Simmons

Este medio se utiliza para determinar si un organismo es capaz de utilizar citrato como única fuente de carbono para su metabolismo, provocando alcalinidad. Ayuda a la diferenciación entre los géneros: *Edwardsiella* (-) de *Salmonella* por lo general (+), *Serratia liquefaciens* (+) de *Yersinia pseudotuberculosis* por lo general (-), grupos *Klebsiella-Enterobacter* por lo general (+) de *Escherichia coli* (-) (Mac Faddin, 1984).

1.5.5 Gelatina nutritiva

Este medio se utiliza para determinar la capacidad de un organismo de producir enzimas de tipo proteolítico (gelatinazas) que licúan la gelatina. Ayuda a la diferenciación entre los géneros: *Staphylococcus aureus* (+) del *Staphylococcus epidermidis* (+, lento). Ayuda también a la identificación de: *Serratia liquefaciens* (+), *Pseudomonas aeruginosa* (+, rápida), especies de *Flavobacterium* (+) (Mac Faddin, 1984).

1.5.6 Caldo urea

Se utiliza para determinar la capacidad de un organismo de desdoblar la urea, formando dos moléculas de amoníaco por acción de la enzima ureasa., esta actividad enzimática es característica de todas las especies de *Proteus*, se usa sobre todo para diferenciar los organismos *Proteus* rápidamente ureasa positivos de miembros de las Enterobacteriaceae. Ayuda a la diferenciación de especies: *Yersinia pestis* (+) de *Yersinia pseudotuberculosis* (+) y *Yersinia enterocolitica* (+) (Mac Faddin, 1984).

1.5.7 Caldo malonato de Ewing modificado

Este medio determina la capacidad de un microorganismo de utilizar al malonato de sodio como única fuente de carbono, con la consiguiente alcalinidad; ayuda a la diferenciación entre los géneros: *Alcaligenes faecalis* (+) de *Acinetobacter* (-), *Arizona* (+) de *Salmonella* por lo general (-), grupos de *Klebsiella-Enterobacter* por lo general (+) de *Escherichia coli* (-) (Mac Faddin, 1984).

1.5.8 Caldo RM-VP

En este caldo se determina la capacidad de un microorganismo de producir y mantener estables los productos terminales ácidos de la fermentación de la glucosa, y vencer la capacidad amortiguadora del sistema, así como también es una prueba cualitativa de la producción de ácido. La reacción es positiva principalmente para *E. coli* y negativa para *Enterobacter* y *Klebsiella* (Mac Faddin, 1984).

También en este caldo determina la capacidad de algunos microorganismos de producir un producto final neutro llamado acetil-metil carbinol (acetoína), a partir de la fermentación de la glucosa (Mac Faddin, 1984).

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción de la zona de estudio

La zona de estudio en el presente trabajo fueron las comunidades rurales del municipio de San Ignacio Río Muerto, el cual se localiza en latitud: 27° 24' 47", longitud: 110° 14' 48" al sudoeste del Estado de Sonora. Con una población en el municipio de 13692 habitantes (INEGI, 2000).

El muestreo se realizó en comunidades rurales de San Ignacio Rio Muerto: Ejido Emiliano Zapata (sitio 2 y 3), Ejido 7 de Noviembre (sitio 6), Ejido San Francisco (sitio 4 y 5), canal de riego calle 600 y 29 (sitio 7), campo calle 600 y 29 (sitio 8), dren de aguas residuales calle 600 y 33 (sitio 1), las cuales se encuentran ubicadas al sur del estado, en el Valle del Yaqui, Sonora. Se encuentran a aproximadamente a 21Km, 29 Km, 36 Km, de San Ignacio Rio Muerto y a 53 Km, 61 Km, 68 Km de Ciudad Obregón Sonora, respectivamente.

2.2 Periodo de muestreo

Las muestras fueron recolectadas mensualmente durante el periodo de septiembre de 2003 a agosto de 2004, las fechas se indican en la tabla 1.

Tabla 1: Periodo de recolección de muestras.

FECHA	ACTIVIDADES
30 DE SEPTIEMBRE DE 2003	Primer muestreo regular
28 DE OCTUBRE DE 2003	Segundo muestreo regular
25 DE NOVIEMBRE DE 2003	Tercer muestreo regular
9 DE DICIEMBRE DE 2003	Cuarto muestreo regular
14 DE ENERO DE 2004	Quinto muestreo regular
19 DE FEBRERO DE 2004	Sexto muestreo regular
18 DE MARZO DE 2004	Séptimo muestreo regular
27 DE ABRIL DE 2004	Octavo muestreo regular
18 DE MAYO DE 2004	Noveno muestreo regular
22 DE JUNIO DE 2004	Décimo muestreo regular
12 DE JULIO DE 2004	Onceavo muestreo regular
23 DE AGOSTO DEL 2004	Doceavo muestreo regular

2.3 Sitios de muestreos

Se tomaron las muestras de los pozos y norias de comunidades rurales del municipio de San Ignacio Rio Muerto. Los lugares fueron:

Figura 1. Sitio de muestreo 1, cárcamo de bombeo en calle 600 y 33



Figura 2. Sitio de muestreo 2, agua de noria del Ejido Emiliano Zapata



Figura 3. Sitio de muestreo 3, agua de pozo profundo del Ejido Emiliano Zapata



Figura 4. Sitio de muestreo 4, agua de noria del Ejido San Francisco



Figura 5. Sitio de muestreo 5, agua de pozo profundo del Ejido San Francisco



Figura 6. Sitio de muestreo 6, agua de pozo profundo del Ejido 7 de Noviembre



Figura 7. Sitio de muestreo 7, agua de riego del canal en 600 y 29



Figura 8. Sitio de muestreo, agua de noria del campo 600 y 29



2.4 Toma, transportación y conservación de muestras

Se tomaron las muestras en frascos de vidrio esterilizados y limpios, con tapones esmerilados, directo del chorro del agua; debidamente etiquetados con los datos del sitio de muestreo. Posteriormente se almacenaron en un recipiente con hielo (hielera marca Thermo), para evitar que la temperatura suba a más de 4°C para su examinación dentro de las 6 horas permitidas.

Para el caso de los huevos de helminto, se tomaron las muestras en frascos de plástico de 10 litros, limpios y desinfectados, directo del chorro aproximadamente 5 litros de agua; debidamente etiquetados con los datos del sitio de muestreo. Para ser procesadas dentro de 48 horas.

2.5 Análisis microbiológicos

2.5.1 Aislamiento e identificación de *Salmonella*

- ✓ Se tomaron 15 ml de muestra con una pipeta estéril y se adicionó aseptícamente a una matraz Erlenmeyer de 250 ml con 125 ml del medio de enriquecimiento estéril de caldo selenito y cistina y se homogenizo.
- ✓ Se incubó de 18 a 24 h a $35 \pm 1^\circ\text{C}$.
- ✓ Se homogenizó el matraz con caldo selenito cistina y se resembró por estrias en agar MacConkey.
- ✓ Se incubó las placas 24 ± 2 h a $35 \pm 1^\circ\text{C}$.
- ✓ Se examinó las placas para identificar la presencia de colonias típicas (incoloras y transparentes) de *Salmonella* sp.
- ✓ Se seleccionó dos colonias típicas del medio selectivo, que se encontraban bien aisladas
- ✓ Se realizó pruebas bioquímicas.
- ✓ Se incubó de 24 a 48 horas a $35 \pm 1^\circ\text{C}$.
- ✓ Se interpretó los resultados.
- ✓ Se informó: presencia o ausencia de *Salmonella* sp. en 15 ml de muestra (NOM-114-SSA1-1994).

2.5.2 Aislamiento e identificación de *Shigella*

- ✓ Se tomaron 15 ml de muestra con una pipeta estéril y se adicionó asépticamente a una matraz Erlenmeyer de 250 ml con 125 ml del medio de enriquecimiento estéril de caldo GN y se homogenizó.
- ✓ Se incubó de 18 a 24 h a $35 \pm 1^\circ\text{C}$.
- ✓ Se homogenizó el matraz con caldo GN y se resembró por estrias en agar MacConkey.
- ✓ Se incubó las placas 24 ± 2 h a $35 \pm 1^\circ\text{C}$.
- ✓ Se examinó las placas para identificar la presencia de colonias típicas (incoloras y transparentes) de *Shigella* sp.
- ✓ Se seleccionó al menos dos colonias típicas del medio selectivo, que se encontraban bien aisladas.
- ✓ Se realizaron pruebas bioquímicas.
- ✓ Se incubó de 24 a 48 horas a $35 \pm 1^\circ\text{C}$.
- ✓ Se observaron resultados.
- ✓ Se informó: presencia o ausencia de *Shigella* sp. en 15 ml de muestra.

2.5.3 Aislamiento e identificación de *Vibrio cholerae*

- ✓ Se tomaron 25 ml con una pipeta estéril y se transfirió asépticamente a un matraz que con 225 ml de caldo peptona alcalino.
- ✓ Se incubó de 35 a 37°C por 24 horas.
- ✓ Se resembró por estrias por agotamiento en agar TCBS.
- ✓ Se incubó de 35 a 37°C por 24 horas.
- ✓ Se seleccionó las colonias típicas características amarillas, diminutas con cambio de color del medio.
- ✓ Se sembraron las pruebas bioquímicas.
- ✓ Se incubó por 24 ± 2 h a $35 \pm 1^\circ\text{C}$.
- ✓ Se interpretaron las pruebas bioquímicas
- ✓ Se informó: presencia o ausencia de *Vibrio cholerae* en 25 ml de muestra.

2.6 Metodología para las pruebas bioquímicas

Para la realización de las pruebas bioquímicas se utilizan los medios indicadores, los cuales están constituidos por un medio base (simple y enriquecido) adicionado de un indicador o un sistema que permite poner de manifiesto un cambio o la generación de alguna sustancia que es característica de la fisiología de un microorganismo, como lo puede ser fermentar un determinado carbohidrato, producir ácido sulfhídrico o indol, etc. y esto nos permite la identificación bioquímica, la cual permite la identificación genérica de los cultivos microbianos.

- ✓ **Utilización del carbono del citrato de sodio.** Para llevar a cabo esta prueba se utiliza el medio de cultivo agar citrato de Simmons (inclinado), al este es inoculado por picadura en el fondo y por estrías en la superficie, se incuba a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 96 ± 2 horas.

- Prueba positiva: crecimiento acompañado de un cambio de color de verde a azul.

- Prueba negativa: ausencia de crecimiento y sin cambio de color.

- ✓ **Prueba de movilidad, producción de indol y ácido sulfhídrico.** En estas pruebas se utiliza el medio SIM, vertical, es sembrado por picadura en el centro del tubo perpendicular a la base; se incuba 24 horas a $35 \pm 2^\circ\text{C}$, la interpretación es de la siguiente manera:

Movilidad.

- Prueba positiva: crecimiento a lo largo de la punción y en el seno del medio de cultivo.

- Prueba negativa: crecimiento a lo largo de la punción exclusivamente.

Producción de ácido sulfhídrico.

- Prueba positiva: desarrollo de un color negro a lo largo de la punción que puede extenderse a todo el medio.
- Prueba negativa: ausencia de color negro.

Producción de indol

Adicionar al tubo con medio SIM que presente crecimiento, 5 gotas de éter, para extraer el indol y 5 gotas de reactivo de Kovac.

- Prueba positiva: desarrollo de un anillo de color rojo.
- Prueba negativa: sin cambio de color.

- ✓ **Prueba de rojo de metilo y Voges-Proskauer.** Esta prueba se realiza en caldo RM-VP y la inoculación se lleva a cabo por medio de una asada simple y es incubado de 72 a 120 horas a $35 \pm 2^\circ\text{C}$; y los resultados son los siguientes:

Prueba de Voges-Proskauer (VP)

Adicionar 0,6 ml de solución de alfa naftol, adicionar 0,2 ml de solución de hidróxido de potasio 40%. Interpretar los resultados después de incubar 2 horas a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ o 4 horas a temperatura ambiente.

- Prueba positiva: desarrollo de color rojo ladrillo.
- Prueba negativa: sin cambio de color.

Prueba de rojo de metilo (RM)

Adicionar al medio de cultivo de 96 horas de incubación de dos a tres gotas de solución de rojo de metilo. Interpretar los resultados inmediatamente.

- Prueba positiva: desarrollo de color rojo.
- Prueba negativa: desarrollo de color amarillo.

- ✓ **Utilización del malonato.** El caldo malonato de Edwing es utilizado para realizar esta prueba, el cual es inoculado por medio de una asada simple y es incubado a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ a 40 ± 2 horas, los resultados son los siguientes:

- Prueba positiva: desarrollo de color azul.
- Prueba negativa: sin cambio de color.

- ✓ **Prueba de la movilidad, producción de indol y ornitina.** El medio utilizado para esta prueba es MIO, que es vertical y es sembrado por picadura en el centro del tubo, perpendicular a la base, es incubado a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ a 24 ± 2 horas, los resultados se interpretan de la siguiente manera:

Movilidad

- Prueba positiva: crecimiento a lo largo de la punción y en el seno del medio de cultivo.
- Prueba negativa: crecimiento solo en la picadura.

Descarbolixación de la ornitina

- Prueba positiva: cambio de color en el medio de violeta a púrpura.
- Prueba negativa: presencia de color amarillo en el medio.

Producción de indol

Adicionar al tubo con medio SIM que presente crecimiento, 5 gotas de éter, para extraer el indol y 5 gotas de reactivo de Kovac.

- Prueba positiva: desarrollo de un anillo de color rojo.
- Prueba negativa: sin cambio de color.

- ✓ **Aprovechamiento de Lisina.** Para el aprovechamiento de lisina se utiliza el medio agar de hierro y lisina (LIA), es un medio vaciado en forma inclinada en el tubo y se inocula por picadura en el fondo y estrías en la superficie, es incubado a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 ± 2 horas, los resultados se interpretan de la siguiente manera:

- Descarboxilación positiva: fondo de color púrpura.
- Descarboxilación negativa: fondo del tubo de color amarillo.
- Desaminación positiva: superficie del tubo de color rojo.
- Desaminación negativa: superficie púrpura o sin cambio de color.

- ✓ **Utilización de carbono de glucosa y lactosa, producción de gas y ácido sulfhídrico.** El agar hierro triple azúcar (TSI) es utilizado para esta prueba, este medio es sembrado por picadura en el fondo y por estrías en la superficie es incubado a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ a 24 ± 2 horas, y los resultados son lo siguientes:

Fermentación de glucosa

- Prueba positiva: se observa un color amarillo en el fondo y un color rojo en la superficie.
- Prueba negativa: no hay cambio de color.

Fermentación de lactosa

- Prueba positiva: se observa un color amarillo en la superficie y un color rojo en el fondo.
- Prueba negativa: no hay cambio de color.

Producción de gas

- Prueba positiva: se manifiesta mediante burbujas en el medio o una sola burbuja.
- Prueba negativa: no hay burbujas en el medio.

Producción de ácido sulfhídrico (H_2S)

- Prueba positiva: la presencia de un precipitado de color negro (sulfuro ferroso).
- Prueba negativa: no se observa precipitado de color negro.

- ✓ **Prueba de fermentación de carbohidratos.** Esta prueba es realizada en el medio OF, en la cual se inoculan dos tubos por picadura profunda, al cual a uno de ellos se le agrega un ml de aceite mineral esteril e incubado a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 48 ± 2 horas, y su interpretación es la siguiente:
 - Prueba positiva: cambio de color del medio a amarillo.
 - Prueba negativa: no hay cambio de color.

- ✓ **Prueba de la hidrólisis de gelatina.** El medio gelatina nutritiva es sembrada por picadura y se lleva a incubación a $24 \pm 2^\circ\text{C}$ a 48 ± 2 horas, y refrigerarlos por 20 minutos, la interpretación de resultados es:
 - Prueba positiva: licuefacción de la gelatina.
 - Prueba negativa: la gelatina permanece sólida.

- ✓ **Aprovechamiento del nitrógeno de la urea.** Esta prueba se realiza en caldo urea, el cual es inoculado por asada simple e incubado a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ a 48 ± 2 horas, la prueba se interpreta de la siguiente manera:
 - Prueba positiva: viraje a color rosado.
 - Prueba negativa: no hay cambio de color.

- ✓ **Prueba de la oxidasa.** Se toma un poco de muestra y se coloca en las placas reactivas “Dry slide oxidase”, se espera 20 segundos.
 - Prueba positiva: color púrpura dentro de los 20 segundos.
 - Prueba negativa: no hay cambio de color.

- ✓ **Prueba de la catalasa.** Se realiza en un porta objetos colocando una colonia y añadiendo una gota de peróxido de hidrógeno al 3%, la interpretación de la prueba es:
 - Prueba positiva: formación inmediata de burbujas bien visibles.
 - Prueba negativa: no hay formación de burbujas.

2.7 Determinación de huevos de helminto en agua (método de prueba).

El método se basa en la diferencia de densidades entre los huevos de helminto con las demás sustancias presentes en las aguas residuales, y las que se agregan para permitir la separación según la NMX – AA – 113 –SCFI – 1999.

Preparación de la muestra

La muestra se procesó dentro de las 48 horas después de su toma.

- ✓ La recuperación de los huevos de helminto de la muestra se realizó efectuando los siguientes pasos:
- ✓ Se dejó reposar la muestra durante toda la noche.
- ✓ Se aspiró y desechó el sobrenadante por vacío sin agitar.
- ✓ Se filtró el sedimento con el tamiz de 160 μm de poro.
- ✓ Se lavó el tamiz con 5 litros de agua potable, y se recuperó el agua de lavado junto con el sedimento.
- ✓ Se colocó el filtrado y el agua de enjuague en el garrafón de 8 L donde originalmente se encontraba la muestra.
- ✓ Se dejó sedimentar toda la noche.
- ✓ Se aspiró con cuidado el sobrenadante al máximo y se desechó.
- ✓ Se depositó el sedimento en los recipientes para la centrifuga.
- ✓ Se enjuagó el garrafón con poco agua, y se colocó también en los recipientes para centrifugación.
- ✓ Se centrifugó a 1,400 rpm - 2,000 rpm de 3 a 5 minutos.
- ✓ Asegurándose de que en el fondo del recipiente exista la pastilla y enseguida se decantó el sobrenadante por vacío.
- ✓ Se resuspendió la pastilla en 150 ml de solución de sulfato de zinc (ZnSO_4) con una densidad de 1.3.
- ✓ Se homogenizó la pastilla con un agitador tipo Vortex .

- ✓ Una vez más, se centrifugó 1,400 rpm - 2,000 rpm, 5 minutos y se recuperó el sobrenadante vertiéndolo en un recipiente de plástico de 2,000 ml
- ✓ se diluyó con 1,000 ml de agua.
- ✓ Se dejó sedimentar toda la noche.
- ✓ Se aspiró con cuidado y al máximo el sobrenadante por vacío, y se resuspendió el sedimento por agitación.
- ✓ Se vertió la suspensión resultante en 2 tubos de centrifuga de 50 ml, incluyendo el agua de enjuague del recipiente.
- ✓ Se centrifugó a 2,500 rpm por 5 minutos.
- ✓ Se juntaron las dos pastillas en un solo tubo de 50 ml
- ✓ Se volvieron a centrifugar a 2,500 rpm por 5 minutos.
- ✓ Se resuspendió la pastilla en 15 ml de la solución de alcohol-ácido por medio de un agitador tipo Vortex, y se agregó 10 ml de éter.
- ✓ Se agitó suavemente, destapando los tubos de vez en cuando para dejar escapar el gas que se desprendía.
- ✓ Se centrifugó una última vez a 3,000 rpm durante 5 minutos.
- ✓ Se aspiró al máximo el sobrenadante dejando menos de 1 ml del mismo.
- ✓ Se homogenizó la pastilla y se procedió a determinar la viabilidad.

2.7.1 Cuantificación de los huevos de helminto.

Para evitar la sobreposición de las estructuras y el detritus no eliminado, se repartió la muestra en volúmenes de 0.5 a 1 ml con el fin de facilitar la lectura.

Se distribuyó cada uno en una celda de Sedgwich--Rafler, o bien, en una cámara de conteo Doncaster.

Se realizó un barrido al microscopio.

2.7.2 Cuantificación de huevos de helminto viables

El número de huevecillos por litro se determinó con la siguiente formula:

$$HL = H/5$$

Donde:

H = es el número de huevos leídos

HL = es el número de huevos por litro, y

5 = el volumen de la muestra

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos realizados en el periodo comprendido de septiembre de 2003 a agosto de 2004 recolectando y analizando un total de 87 muestras para análisis de *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Vibrio cholerae* y 46 muestras para determinar la presencia de huevos de helminto en 5 sitios de muestreo, arrojaron los siguientes datos: como lo muestran las tablas 2 a la 13: no se logró aislar *Salmonella* sp., *Vibrio cholerae*, *Shigella* sp., en el 100% de las muestras analizadas, así como tampoco se detectó la presencia de huevos de helminto en el 100% de las muestras.

La ausencia de estos microorganismos patógenos no significa que el agua es apta para consumo ya que se identificaron microorganismos del tipo coliforme como lo son: *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter* sp., *Klebsiella pneumoniae*, *Aeromonas* sp. y *Proteus* sp.

El que se encontraran estos tipos de microorganismos en el agua puede deberse a que estos microorganismos viven de manera natural en el suelo a excepción a *Escherichia coli* que es nativa del intestino humano, a lo cual Fernández (1981), aclara que el encontrar estos microorganismos es lógico ya que la resistencia de *Escherichia* y *Enterobacter* al medio ambiente es significativamente igual, aunque éste último exhibe una sobrevivencia mayor en el agua y en la tierra, como lo

confirma con un estudio realizado a 123 cepas aisladas del campo, de las cuales el 71% fueron *Klebsiella*, 19% *Enterobacter*, 8% *Citrobacter* y 2 % *Escherichia*.

El hecho de encontrar estos tipos de microorganismos en el agua indica que existe contaminación del tipo fecal como lo muestra Fernández (1981) ya que el microorganismo *Escherichia coli* reside en el contenido intestinal del hombre, así como los microorganismos restantes que forman parte del grupo coliforme. Dentro del grupo coliforme se encuentran géneros de la familia *Enterobacteriaceae*: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*.

La posible fuente contaminación fecal en el agua de norias y pozos de estas comunidades, puede ser causada por los escurrimientos del agua con las que son irrigados los cultivos de los alrededores de las comunidades, ya que es extraída del dren de aguas residuales, que tiene una alta contaminación del tipo fecal.

No se pudo detectar huevos de helminto en las aguas analizadas ya que la posible manera de infectarse el agua es que sea contaminada directamente con heces fecales de un individuo infectado, como lo muestra la Guía Panamericana de la Salud (1987) que dice: los helmintos intestinales más difundidos, *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichiura*, producen huevos resistentes que son excretados en las heces y, como son pesados, sedimentan con relativa rapidez en el agua. Agregando, como los huevecillos son pesados y sedimentan rápido esa puede ser otra razón del porque no se detectaron, ya que el muestreo de la noria no se tomaba agua desde el fondo y en el caso del pozo la toma del agua no es tampoco desde el fondo porque se corren riesgo de tomar tierra.

Otro posible razón por el cual no se logró detectar huevos de helmintos es el factor climatológico, ya que en esta zona la temperatura y humedad no apropiada para que los huevecillos contenidos en las heces fecales se deshidratan muy rápido y no logran sobrevivir.

3.1 Tablas de resultados

Tabla 2. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Vibrio cholerae* y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de septiembre de 2003.

	Salmonella sp	Shigella sp	Vibrio cholerae	Huevos de Helminto	Microorganismos aislados
SITIO 1	—	—	—	—	<i>Aeromonas</i> sp. <i>Escherichia coli</i>
SITIO 2	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i>
SITIO 3	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter</i> sp.
SITIO 4	—	—	—	*	<i>Aeromonas</i> sp.
SITIO 5	—	—	—	*	<i>Enterobacter</i> sp. <i>Escherichia coli</i>
SITIO 6	—	—	—	*	<i>Enterobacter</i> sp. <i>Escherichia coli</i>
SITIO 7	—	—	—	*	*
SITIO 8	—	—	—	*	*

* No hubo muestra

Tabla 3. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Vibrio cholerae* y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de octubre.

	Salmonella sp	Shigella sp	Vibrio cholerae	Huevos de Helminto	Microorganismos aislados
SITIO 1	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i> <i>Escherichia coli</i>
SITIO 2	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i> <i>Escherichia coli</i>
SITIO 3	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i>
SITIO 4	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 5	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 6	—	—	—	*	<i>K. pneumoniae</i>
SITIO 7	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 8	*	*	*	*	*

* No hubo muestra

Tabla 4. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Vibrio cholerae* y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de noviembre.

	Salmonella sp	Shigella sp	Vibrio cholerae	Huevos de Helminto	Microorganismos aislado
SITIO 1	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i>
SITIO 2	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 3	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 4	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 5	—	—	—	*	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 6	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 7	—	—	—	*	<i>Citrobacter sp.</i>
SITIO 8	*	*	*	*	*

* No hubo muestra

Tabla 5. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Vibrio cholerae* y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de diciembre.

	Salmonella sp	Shigella sp	Vibrio cholerae	Huevos de Helminto	Microorganismos aislado
SITIO 1	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 2	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 3	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 4	—	—	—	—	<i>Enterobacter cloacae</i>
SITIO 5	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 6	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i> <i>Escherichia coli</i>
SITIO 7	—	—	—	*	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 8	—	—	—	*	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>

* No hubo muestra

Tabla 6. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Vibrio cholerae* y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de enero.

	Salmonella sp	Shigella sp	Vibrio cholerae	Huevos de Helminto	Microorganismos aislado
SITIO 1	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i>
SITIO 2	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 3	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 4	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 5	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 6	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 7	—	—	—	*	<i>Citrobacter sp.</i>
SITIO 8	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>

* No hubo muestra

Tabla 7. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Vibrio cholerae* y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de febrero.

	Salmonella sp	Shigella sp	Vibrio cholerae	Huevos de Helminto	Microorganismos aislado
SITIO 1	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 2	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 3	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 4	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i> <i>Proteus sp.</i>
SITIO 5	—	—	—	*	<i>Escherichia coli</i>
SITIO 6	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 7	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 8	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i>

* No hubo muestra

Tabla 8. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Vibrio cholerae* y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de marzo.

	Salmonella sp	Shigella sp	Vibrio cholerae	Huevos de Helminto	Microorganismos aislado
SITIO 1	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i>
SITIO 2	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 3	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 4	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 5	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 6	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 7	—	—	—	*	<i>Citrobacter sp.</i> <i>Escherichia coli</i>
SITIO 8	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>

* No hubo muestra

Tabla 9. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Vibrio cholerae* y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de abril.

	Salmonella sp	Shigella sp	Vibrio cholerae	Huevos de Helminto	Microorganismos aislado
SITIO 1	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i>
SITIO 2	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 3	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 4	—	—	—	—	<i>Citrobacter sp.</i> <i>Aeromonas sp.</i>
SITIO 5	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 6	*	*	*	*	*
SITIO 7	—	—	—	*	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 8	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i>

* No hubo muestra

Tabla 10. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Vibrio cholerae* y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de mayo.

	Salmonella sp	Shigella sp	Vibrio cholerae	Huevos de Helminto	Microorganismos aislado
SITIO 1	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i>
SITIO 2	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 3	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 4	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 5	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 6	—	—	—	*	<i>Citrobacter sp.</i>
SITIO 7	—	—	—	*	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 8	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i>

* No hubo muestra

Tabla 11. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Vibrio cholerae* y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de junio.

	Salmonella sp	Shigella sp	Vibrio cholerae	Huevos de Helminto	Microorganismos aislado
SITIO 1	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 2	*	*	*	*	*
SITIO 3	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 4	—	—	—	—	<i>Enterobacter</i> <i>Cloacae</i>
SITIO 5	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 6	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i> <i>Escherichia coli</i>
SITIO 7	—	—	—	*	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 8	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>

* No hubo muestra

Tabla 12. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Vibrio cholerae* y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de julio.

	Salmonella sp	Shigella sp	Vibrio cholerae	Huevos de Helminto	Microorganismos aislado
SITIO 1	—	—	—	—	<i>Citrobacter sp.</i> <i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 2	*	*	*	*	*
SITIO 3	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i>
SITIO 4	—	—	—	—	<i>Citrobacter sp.</i> <i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 5	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 6	*	*	*	*	*
SITIO 7	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 8	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>

* No hubo muestra

Tabla 13. Resultados de los análisis microbiológicos realizados para la identificación de *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Vibrio cholerae* y huevos de helminto, a las muestras recolectadas en el mes de agosto.

	Salmonella sp	Shigella sp	Vibrio cholerae	Huevos de Helminto	Microorganismos aislado
SITIO 1	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 2	*	*	*	*	*
SITIO 3	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 4	—	—	—	—	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 5	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 6	—	—	—	*	<i>Enterobacter sp.</i>
SITIO 7	—	—	—	*	<i>Escherichia coli</i>
SITIO 8	—	—	—	—	<i>Escherichia coli</i>

*No hubo muestra

IV. CONCLUSIONES

Con los resultados que se obtuvieron en el presente estudio se llegaron a las siguientes conclusiones:

- No se logró aislar en ninguno de los muestreos *Salmonella* sp., *Shigella* sp. y *Vibrio cholerae*, por lo que esta agua no representa riesgos graves para la salud provocadas por estos microorganismos.
- A pesar de no lograrse aislar microorganismos patógenos, se identificaron las siguientes bacterias: *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp., *Klebsiella pneumoniae*, *Aeromonas* sp. y *Citrobacter* sp., las cuales son indicadores de contaminación por lo cual el agua no es confiable para utilizarla en el consumo humano.
- En lo que respecta huevos de helminto, no se logró detectar ninguno de alguna clase, por lo que en este parámetro el agua es confiable.

BIBLIOGRAFÍA

FERNÁNDEZ Escartín, Eduardo (1981). Microbiología sanitaria, agua y alimentos, volumen 1. 1ª Edición. Editorial U de G. Guadalajara.

FREEMAN Bob A. (1985). Microbiología de Burrows. 22ª Edición. Editorial Interamericana•McGraw – Hill. México.

JHONSON Edward E. (1975). El agua subterránea y los pozos. UOP Inc. Saint Paul, Minnesota. Estados Unidos de América.

MAC FADDIN F. Jean. (1984). Pruebas Bioquímicas para la Identificación de Bacterias de importancia Clínica. 1ª E. Editorial MEDICA PANAMERICANA. México D.F.

Manual de saneamiento: vivienda, agua y desechos. (1999). Editorial LIMUSA. México D.F.

Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos.

Norma Mexicana NMX – AA – 113 –SCFI – 1999, Método para la determinación de huevos de Helminto (método de prueba).

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. (1987). Guías para la calidad del agua potable, volumen II criterios relativos a la salud y otra información de base. 1ª Edición. Editorial, Depto. editorial de la Organización Panamericana de la Salud. México.

TORRES Vitela, Ma. del Refugio (1999). Agentes patógenos transmitidos por alimentos, volumen I. 1ª Edición. Editorial U de G. Guadalajara, Jalisco.

TORRES Vitela, Ma. del Refugio y Castillo Ayala Alejandro (2002). Agentes patógenos transmitidos por alimentos, volumen II. 1ª Edición. Editorial U de G. Guadalajara, Jalisco.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de pruebas bioquímicas para identificar *Salmonella* sp., *Vibrio cholerae* y *Shigella* sp.

	<i>Salmonella</i> sp.	<i>Vibrio cholerae</i>	<i>Shigella</i> sp.
Oxidasa	-	+	-
Catalasa	+	+	+
SH ₂	V ⁺	-	-
Glucosa	+	V	+
Lactosa	-	V ⁺	-
Indol	-	V	V
Rojo de metilo	+	V	+
Voges-Proskauer	-	V	-
Citrato de Simmons	V ⁺	V	-
Malonato	-	-	-
Ureasa	-	-	-
Movilidad	V ⁺	V ⁺	-
Licuefacción de la gelatina	-	-	-
Lisina descarboxilasa	+	+	-
Ornitina descarboxilasa	-	-	-
Gas	V	V	-
O – F glucosa	O/F	O/F	O/F

Fuente: Mac Faddin F Jean 1984,

Anexo 2. Tabla de ensayos bioquímicos para diferenciar microorganismos del grupo Coliforme

	<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia coli (aerogénica)</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Citrobacter sp.</i>
Oxidasa	-	-	-	-	-	-
Catalasa	+	+	+	+	+	+
SH ₂	-	-	-	-	-	V ⁺
Glucosa	+	+	+	+	+	+
Lactosa	+	V ⁻	+	+	+	V
Indol	+	V ⁺	-	-	-	-
Rojo de metilo	+	+	-	-	V ⁻	+
Voges-Proskauer	-	-	+	+	+	-
Citrato de Simmons	-	-	+	+	+	+
Malonato	-	-	V ⁺	+	+	v
Ureasa	-	-	V	-	+	V
Movilidad	V ⁺	-	+	+	-	+
Licuefacción de la gelatina	-	-	-	-	-	-
Lisina descarboxilasa	V ⁺	-	-	+	+	-
Ornitina descarboxilasa	V	V ⁻	+	+	-	V ⁻
Gas	+	-	+	+	+	V
O – F glucosa	O/F	O/F	O/F	O/F	O/F	O/F

Fuente: Mac Faddin F Jean 1984,

Anexo 3. Tabla de ensayos bioquímicos para identificar *Aeromonas* sp. y *Proteus* sp.

	<i>Aeromonas</i> sp.	<i>Proteus</i> sp.
Oxidasa	+	-
Catalasa	+	+
SH ₂	V+	+
Glucosa	V+	+
Lactosa	V+	-
Indol	V+	+
Rojo de metilo	V	+
Voges-Proskauer	V+	-
Citrato de Simmons	V	V ⁻
Malonato		-
Ureasa	-	+
Movilidad	+	+
Licuefacción de la gelatina	+	+
Lisina descarboxilasa	V-	-
Ornitina descarboxilasa	-	-
Gas	V	V ⁺
O – F glucosa	O/F	O/F

Fuente: Mac Faddin F Jean 1984, Freeman Bob A. 1985.