



33
2^{er}
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ZARAGOZA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
BIOLOGÍA

DETERMINACION DEL GRADO DE
CONTAMINACION BACTERIOLOGICA EN
LA LAGUNA DE ALVARADO VER., MEXICO,
DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO DE
MAYO A DICIEMBRE DE 1983.

TESIS

Que para obtener el Título de:

B I O L O G O

Presenta:

GUSTAVO ALFONSO REYES MIRANDA



México, D. F.,

Octubre de 1986.



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.

CONTENIDO

PREFACIO.....	IV
RESUMEN.....	IX
INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES.....	3
OBJETIVOS.....	8
ENFOQUE.....	9
MARCO AMBIENTAL DE LA LAGUNA DE ALVARADO, VER.....	10
MARCO SOCIOECONOMICO.....	21
MATERIAL Y METODOS.....	26
RESULTADOS.....	41
EVALUACION E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.....	82
CONCLUSIONES.....	128
RECOMENDACIONES.....	132
ANEXO No. 1.....	134
ANEXO No. 2.....	138
ANEXO No. 3.....	142
ANEXO No. 4.....	149
BIBLIOGRAFIA GENERAL.....	170
A) BIBLIOGRAFIA CONSULTADA....	171
B) BIBLIOGRAFIA CITADA.....	177
INDICE DE MAPAS Y FIGURAS.....	181
INDICE DE TABLAS.....	182
INDICE DE GRAFICAS.....	183

RESUMEN

Este trabajo se llevó a cabo durante el período - comprendido de Mayo a Diciembre de 1983, realizando un total de siete muestreos mensuales en las seis estaciones establecidas estratégicamente en la laguna de Alvarado, Veracruz.

El presente estudio se realizó de manera cuantitativa y cualitativa en base al recuento de organismos mesófilos aerobios, los grupos Coliformes Totales, Fecales y *Es-treptococos Fecales* por el NMP/100 ml, además del aislamiento e identificación de los géneros *Salmonella* y *Shigella* sps., así como también los análisis de los parámetros físicos y - químicos más importantes; con el objeto de establecer el grado de contaminación bacteriológica de la laguna de Alvarado y evaluar la calidad sanitaria en base a las variaciones - estacionales y mensuales de los contaminantes biológicos, con la relación de algunos parámetros físicos y químicos.

Se detectó que las alteraciones meteorológicas, - particularmente los "NORTES" y la época de lluvias, afectaron significativamente las condiciones y concentraciones en general de todos los parámetros del ambiente lagunar.

En cuanto a los parámetros físicos, la laguna de Alvarado tiende a tener sus aguas de tipo alcalinas, con - temperaturas oscilando en un rango de 1.5 - 2.0 °C de variación, su transparencia esta en función a la época de lluvias y sequías, la profundidad en general es somera, y sus - corrientes disminuyen o aumentan de velocidad en base a las meteorológicas en que se encuentre el sistema lagunar. Respecto a los parámetros químicos como son el oxígeno disuelto, la D.B.O., la alcalinidad, salinidad y nitritos; se encontraron dentro de las concentraciones permisibles por la Legislación Relativa al Agua y su Contaminación, no presentando - peligro alguno para la vida acuática de ese lugar.

Los valores promedio tanto estacionales como mensuales del recuento de organismos mesófilos aerobios, fueron de esperarse respecto a las diluciones realizadas, diferenciándose 14 colonias distintas; de las cuales 11 colonias -

fueron Gram positivas con una frecuencia de aparición del 78.6 %, predominando los grupos estreptococos, estafilococos y cocos en general, y 3 colonias fueron Gram negativas con una frecuencia de aparición de 21.4 %, predominando el grupo de los bacilos.

Respecto a los valores promedio estacionales y mensuales del análisis de los grupos Coliformes Totales, Fecales y Estreptococos Fecales; la laguna de Alvarado está seriamente contaminada a nivel bacteriológico, teniendo como valores máximos 11,000 NMP/100 ml y mínimos de 900 NMP/100 ml para los Coliformes Totales y Fecales; mientras que para el grupo Estreptococos Fecales, máximos de 1,500 NMP/100 ml y mínimos de 230 NMP/100 ml, rebasando por un margen considerable lo estipulado por los criterios de la Legislación Relativa al Agua y su Contaminación, así como por el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB).

Se estableció la relación entre los grupos Coliforme Fecal - Estreptococo Fecal de manera mensual y estacional, conforme a los criterios para su interpretación, con valores mensuales que van de 3.2 a 6.3 y valores estacionales que van de 3.5 a 5.3, siendo este tipo de contaminación de origen humano principalmente.

De acuerdo a la relación de los parámetros físicos con los grupos Coliformes Totales, Fecales y Estreptococos Fecales; la temperatura, transparencia, profundidad y el pH, presentan una relación directa y estrecha con uno u otro grupo bacteriano, y a veces con ambos.

En cuanto a los parámetros químicos, el oxígeno disuelto y al alcalinidad no presentaron relación alguna con los grupos bacterianos antes mencionados, no así la D.B.O., salinidad y nitritos que fueron factores limitantes e importantes para la determinación de estos grupos.

Por último, a partir de una serie de observaciones coloniales (morfología) y en base a las distintas pruebas bioquímicas realizadas, se aislaron 3 especies diferentes del género Salmonella y del género Shigella. Las especies aisladas e identificadas fueron Salmonella enteritidis con una frecuencia del 80 %, S. choleraesuis con 60 % y S. schottmuelleri con un 80 % ; mientras que Shigella sonnei con un 75 %, Sh. boydii y Sh. alkalescens con un 40 %, respectivamente.

I N T R O D U C C I O N

Debido a la importancia que actualmente tiene el incremento y diversificación de las fuentes de alimentación para la población del país, es necesario considerar los recursos marinos y lacustres, como un medio eficaz para satisfacer una parte importante de la demanda de alimentos, siendo imprescindible que éstos y el ambiente donde se generan, conserven las condiciones sanitarias óptimas para su producción y aprovechamiento, sin limitaciones, con el fin de asegurar estas fuentes de alimentos y proteger la salud humana.

Ante los problemas cada vez más crecientes de la contaminación de los cuerpos de agua en nuestro país, los criterios para la toma de decisiones, de realizar estudios en sistemas lagunarios o lagunas donde existen problemas de contaminación y alteración ambiental, son difíciles de definir, en cuanto a la selección del sitio, especialmente si se consideran las presiones a que se está sujeto, al resolver problemas atribuidos a la contaminación.

Las lagunas costeras son de suma importancia ecológica y económica por su diversidad de especies y productividad pesquera; éstas propiedades, entre otras, son el resultado de una interacción equilibrada de diversos factores hidrológicos, climatológicos y también biológicos. Por otro lado, las zonas costeras son atractivas para desarrollar en ellas actividades industriales y turísticas, pero su establecimiento y mal manejo de residuos afectan la calidad de sus aguas, modificando sus características físicas, químicas y biológicas y, en consecuencia, la calidad y disponibilidad de sus productos pesqueros.

Es evidente que, ante situaciones como ésta, la presentación de cuadros drásticos, en ocasiones momentáneos y en otros progresivos, tales como mortalidad masiva de peces o enfermedades de pobladores que la consumen derivados de sustancias tóxicas que llegan al sistema, provenientes de instalaciones industriales, cuyos desechos son vertidos sin tratamiento, derivan en complicar el problema para realizar un estudio que permita conocer las causas de los que pueden ir desde perturbaciones temporales y en otros, tratarse de problemas de mayores consecuencias, pero a más amplio plazo.

Los planteamientos anteriores tienen por objeto puntualizar que, si bien existen en ocasiones decisiones de emergencia que llevan a la realización de estudios rápidos y específicos sobre ciertos problemas concretos, hay otras que por su naturaleza compleja requieren de un alcance mayor y de más tiempo.

Ha sido de preocupación e interés, el poder desarrollar el presente estudio en el sistema lagunar de Alvarado, Ver., por la importancia fundamental que éstos cuerpos de agua tienen en la producción de alimentos para nuestro país, a fin de que pueda servir de modelo para llegar a determinar las implicaciones reales que los problemas de contaminación y de alteración del medio, puedan suscitarse en este tipo de ecosistemas.

* * *

A N T E C E D E N T E S

Las concentraciones urbanas de población constituyen una de las mayores fuentes de contaminación, debido a los grandes volúmenes de aguas residuales domésticas, las cuales en su mayor parte, son colectadas por los sistemas de alcantarillado. Debido al rápido crecimiento de las ciudades, la mayoría de las áreas sub-urbanas no se encuentran conectadas a los sistemas de alcantarillado, y disponen sus aguas residuales en fosas sépticas o directamente a los cuerpos de agua.

La actividad industrial nacional está integrada por una variedad muy amplia de procesos, contándose entre los principales a los de la industria química, petroquímica, metalúrgica, papel, textil, azúcar y la de alimentos. Cada una de estas industrias descarga volúmenes considerables de aguas residuales, cuya naturaleza física y química dependerá del tipo de proceso a que se refiera, pudiendo ser materia orgánica, nutrientes, metales pesados, ácidos, bases, sustancias inorgánicas, grasas, aceites, etc. En la actualidad, muchas de éstas factorías descargan sus aguas residuales sin tratamiento alguno a los cuerpos receptores, pero en virtud a lo establecido por las leyes mexicanas para el control de la contaminación de las aguas, todas las industrias sin excepción alguna tendrán que tratar en algún grado sus descargas. (DIARIO OFICIAL, 1973).

Como consecuencia del uso en la actividad agrícola de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes, para el control de plagas y aumento de la productividad, las aguas de retorno agrícola arrastran restos de éstos compuestos hasta los cuerpos receptores; ésto, aunado a los arrastres de las excretas de animales por los escurrimientos pluviales, produce una fuente considerable de contaminación, que altera los ecosistemas acuáticos. El control y manejo de las aguas de retorno agrícola es difícil, debido a que las grandes áreas de riego tienen varias descargas, principalmente en época de lluvias. Cuando los restos de fertilizantes llegan a los cuerpos de agua, se provoca un indeseable crecimiento de plantas acuáticas.

Aunada a la contaminación producida por las aguas residuales de las diferentes actividades del hombre, está otro tipo de contaminación debida a causas o fuentes naturales, tales como los arrastres de la materia orgánica

muerta, por los escurrimientos del agua pluvial, así como los productos inorgánicos producidos por la erosión en los suelos. En épocas de lluvias, los ríos crecidos pueden llegar hasta las zonas pantanosas y arrastrar a sus corrientes aguas de éstos pantanos, que degradan la calidad de los ríos.

Los efectos de éste tipo de contaminación, repercuten directamente en la salud del hombre y animales que consumen estas aguas contaminadas, produciendo enfermedades como el cólera, disentería bacilar, fiebre tifoidea, gastroenteritis, etc.

Desde el punto de vista bacteriológico, la importancia sanitaria de los cuerpos receptores es de gran preocupación, por sus repercusiones sobre la salud del hombre, ya que muchos de los microorganismos patógenos, causantes de diversas enfermedades, se encuentran ampliamente distribuidos por las aguas, principalmente bacterias de origen intestinal, siendo utilizada como medio de eliminación, en su mayoría, por excretas o heces humanas y de animales.

Como indicadores biológicos de la contaminación, se ha optado, en forma general, por el uso del grupo Coliformes fecales y *Streptococos* fecales debido a las características que guardan ambos.

Los primeros estudios de contaminación bacteriana resultaron del desarrollo de la técnica de tubos múltiples de fermentación en *Bacilos Coli*, refiriéndose también a *Coli Aerogenes*, que en la actualidad están dentro del grupo Coliformes.

A continuación se describen algunos de los muchos estudios que dieron origen al grupo Coliforme, como indicadores de contaminación bacteriana:

Escherich (1885).- aisló ciertas bacterias de las heces humanas, que permanecían constantes en número, y las denominó organismos característicos de las heces humanas, dándoles el nombre de *Bacterium coli commune* y *Bacterium lactis aerogenes*. Mientras que Hügula (1895), renombró a *Bacterium coli commune* con el nombre de *Escherichi coli commune*.

Prescott y Winslow (1904) con la publicación de "Elementos de la Bacteriología del Agua", establecieron los conceptos básicos para el desarrollo de estándares en las zonas de desarrollo de moluscos.

Eigkman (1904), propuso la prueba para organismos indicadores de contaminación, recomendando usar glucosa como fuente de energía, incubando a una temperatura de 46°C, siendo que hoy en día, se realiza para la determinación de los Coliformes fecales.

Los miembros de la familia Enterobacteri constituyen una gran parte de la flora microbina aerobia del tracto intestinal humano; incluyen a los comensales intestinales como son los Bacilos Coliformes y especies de Proteus; así como a los patógenos entéricos de los géneros Salmonella sp., Shigella sp. y especies afines. Se encuentran presentes también, los Streptococos, Clostridios y diversas formas de levaduras, ocasionalmente Estaphilococos patógenos.

Las bacterias en el medio acuático descomponen la materia orgánica proveniente de plantas y animales, liberando nutrientes para los productores primarios, influyendo también sobre las características físicas y químicas del sedimento y agua. Contribuyen a la regeneración de fosfatos, transforman los compuestos de azufre, oxidan el amonio a nitrato y, en otras formas, afectan la composición química del agua y depósitos del fondo. Un ejemplo de la importancia de éste estudio, lo constituye una serie de trabajos realizados por algunos autores, sobre la distribución de bacterias, mineralización de materia orgánica e influencia de éstas sobre los parámetros físicos y químicos en los sedimentos (ZOBELL y FELTHAM, 1941; OPPENHEIMER, 1960), tipo de sedimento y materia orgánica (VOLKAM y OPPENHEIMER, 1962); contaminación bacteriana y caracterización bioquímica de bacterias (WATANABE y KUNTER, 1964); distribución, taxonomía y actividad de bacterias en sedimentos (LISTON, 1968 y LITCHFIELD y FLOODGATE, 1972); valor nutricional de los detritos y conducta de algunos de sus constituyentes (QUASIN y SANKARANARAYANAN, 1972); intercambio de nutrientes y otros compuestos en el agua (BAGANDER y SCHIPPEL, 1973; ENGVALL, 1973, SCHIPPEL et al. 1973 y HALLBERG, 1976); e importancia del centro vegetal en los estuarios, los procesos y mecanismos de degradación,

así como la utilización por consumidores del mismo (ODUM et al, 1973) y otros aspectos más.

La distribución y consumo de oxígeno disponible en dichos ambientes, así como los cambios en el potencial redox y pH, está influida en gran parte por actividad bacteriana. Las bacterias son también importantes en los cambios geológicos que se efectúan en los sedimentos, después de su depósito, (DAWSON, 1966; RHEINHEIMER, 1974).

El crecimiento de las bacterias es afectado por una gran variedad de factores físicos y químicos. Estos factores no solo influyen en el tamaño y composición de las poblaciones, sino también individualmente, en la morfología y fisiología de las bacterias. Por ejemplo, la temperatura por arriba o abajo de su rango óptimo, pudiendo conducir a cambios considerables en el metabolismo, morfología celular y reproducción. Así, podemos encontrar que algunos bacilos pueden transformarse en cocos o formas filamentosas, así mismo, presentar una división celular irregular, formación de ramificaciones, promoción o inhibición de la actividad enzimática, etc.

El contenido y tipo de materia orgánica que se encuentre en un cuerpo de agua, afectará directamente la actividad bacteriana, que será mayor en áreas con un gran contenido de materia orgánica disponible. La composición del material orgánico se refleja en la composición de la población microbiana, es decir, en aguas con desechos ricos en proteínas, predominan bacterias putrefactivas, mientras que en aguas que contengan una alta proporción de celulosa, predominan las bacterias celulíticas, (RHEINHEIMER, 1974).

La materia orgánica proviene de organismos muertos, ya sea particulada o disuelta; queda sometida a la actividad bacteriana, y por vía enzimática muchas de las moléculas complejas que la constituyen (proteínas, carbohidratos, lípidos y otros compuestos orgánicos), son degradados a moléculas más pequeñas y sencillas, lo que proporciona a las bacterias la energía necesaria para su metabolismo y crecimiento.

ZOBELL y FELTHAM (1942), en sus investigaciones, encontraron que para algunos organismos estuarinos, gran parte de su alimento depende de la ingestión de bacterias, y que la biomasa de éstas, adherida a las partículas de materia orgánica, a veces excede al sustrato de detritos. NEWELL (1965), señala que algunos moluscos estuarinos se alimentan en gran parte de las bacterias de los detritos.

En lo referente al sistema lagunar de Alvarado, Ver., se tiene que éste constituye una área de gran importancia comercial, desde el punto de vista de la explotación del camarón, ostión, almeja, bagre y jaiba.

Dada su importancia, y la necesidad de conocer la dinámica y características del sistema lagunar en cuestión, se iniciaron, desde 1966, una serie de estudios sobre aspectos meteorológicos de la zona en estudio (JAUREGUI, inédito); la hidrobiología de la laguna (VILLALOBOS, et al. 1966), sobre la productividad y la hidrografía de la laguna (VILLALOBOS, et al. 1966); la planctología y caracteres ambientales (VILLALOBOS, et al. 1969); un estudio nectónico de la zona (RESENDEZ, 1973); y por último, un conocimiento hidrográfico de la laguna (SEVILLA, inédito).

Posteriormente, se han venido realizando una serie de estudios por parte de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, a partir de 1971, dichos estudios comprenden una diversidad de aspectos, desde los de carácter geológico y químico, hasta aquellos sobre la biología y ecología de varios organismos, sin descartar el objetivo principal de los estudios realizados, que es el de determinar el estado o grado de contaminación de las aguas del país, de entre los cuales se cuentan: la instalación de red de muestreos de calidad de aguas en las zonas de alta contaminación en el río Blanco (SARH, 1971); la prevención y el control de la contaminación del agua en el Río Blanco, Ver. (SARH, 1972); el estudio ecológico de la laguna de Alvarado, en tres etapas (SARH, 1973 y 1974); y por último, un estudio y evaluación de la calidad de agua para la certificación sanitaria, en zonas de explotación de recursos marinos y lacustres en el Estado de Veracruz, (SARH, 1980).

OBJETIVOS

GENERALES

Relacionar la presencia de ciertas bacterias indicadoras de contaminación biológica, con algunos parámetros físicos y químicos de la laguna de Alvarado, Veracruz.

PARTICULARES

- Recuento de algunos organismos mesófilos aerobios, su aislamiento e identificación de dichas bacterias
- Efectuar los análisis bacteriológicos, utilizando la técnica de densidad de organismos Coliformes Totales, Fecales y Estreptococos Fecales en base al NMP/100 ml.
- Aislar e identificar a las bacterias patógenas de los géneros Salmonella sp. y Shigella sp., efectuando las pruebas bioquímicas más importantes para corroborar su identificación.
- Realizar los análisis de algunos parámetros físicos y químicos de la laguna de Alvarado.
- Relacionar las variaciones estacionales y temporales de los contaminantes biológicos, con algunos parámetros físicos y químicos más importantes.

ENFOQUE

De acuerdo con lo objetivos enumerados, el enfoque del presente trabajo se dirigió, por un lado, a conocer el estado de la Laguna de Alvarado con respecto al grado de contaminación biológica en ese cuerpo de agua, y por otra parte, conocer el posible origen de dicha contaminación; aunado a las corrientes y descargas que a ella llegan.

Se consideró conveniente conocer en forma aproximada, las variaciones que dentro del lapso de tiempo en que se llevó a cabo este trabajo, presentaron tanto las corrientes como sus contaminantes biológicos. Esto fué posible lograrlo, mediante el establecimiento de diferentes periodos de muestreo, en cada caso.

* * *

MARCO AMBIENTAL DE LA

LAGUNA DE ALVARADO

LOCALIZACION

La Laguna de Alvarado está localizada hacia el Norte de la planicie costera del Estado de Veracruz, entre los 18°31' y 18° 49' de latitud norte y los 95° 45' y 95° 54' de longitud oeste; se encuentra en el Municipio de Alvarado, que colinda con los Municipios de Boca del Río, Medellín y Tlalixcoya, al Oeste; con el de Ignacio de la Llave y Acuña, al Sur; y con los de Tlacotalpan, Lerdo de Tejada y Salta Barranca, al Este, (CETENAL, 1972). Mapa núm. 1

METEREOLOGIA

El clima de la zona de la laguna, según Köppen, modificado por Enriqueta García (1981), es el del tipo Aw₂ (i') correspondiente a cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 25.6°C, con oscilación de 5 a 7 °C; la precipitación media anual es de 1914.7 mm. La relación P/T es mayor que 55.3 por lo que respecto a la humedad, este clima es designado como el más húmedo de los subhúmedos.

Los vientos reinantes son del Este y los dominantes del Norte; la temporada de "Nortes" en la zona, ocurre en los meses de Otoño a Invierno, (Secretaría de Marina-CIFSA, 1971).

HIDROLOGIA

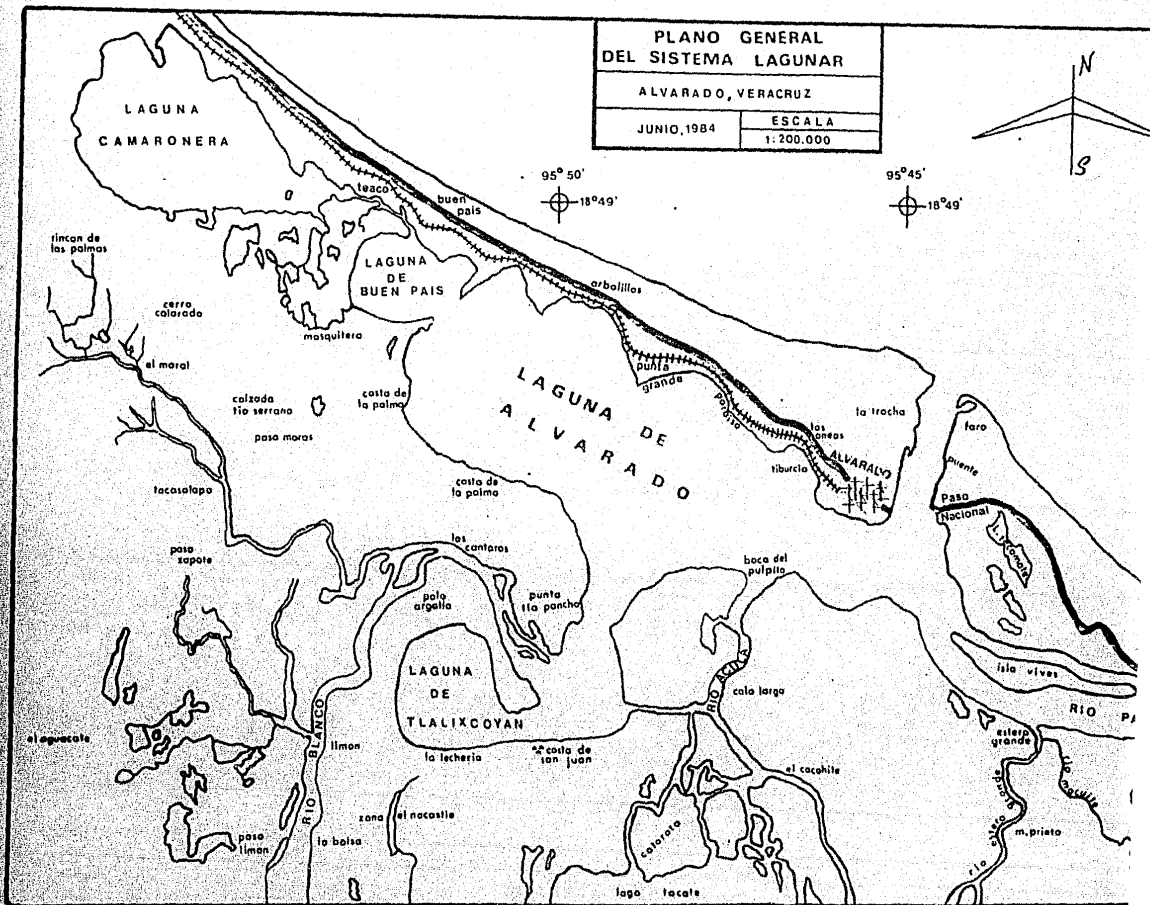
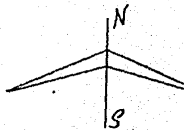
A la Laguna de Alvarado desembocan varios ríos, sobresaliendo por su caudal, el Río Papaloapan y el Río Blanco; los demás, por su corta longitud, más bien son considerados

PLANO GENERAL
DEL SISTEMA LAGUNAR

ALVARADO, VERACRUZ

JUNIO, 1984

ESCALA
1:200.000

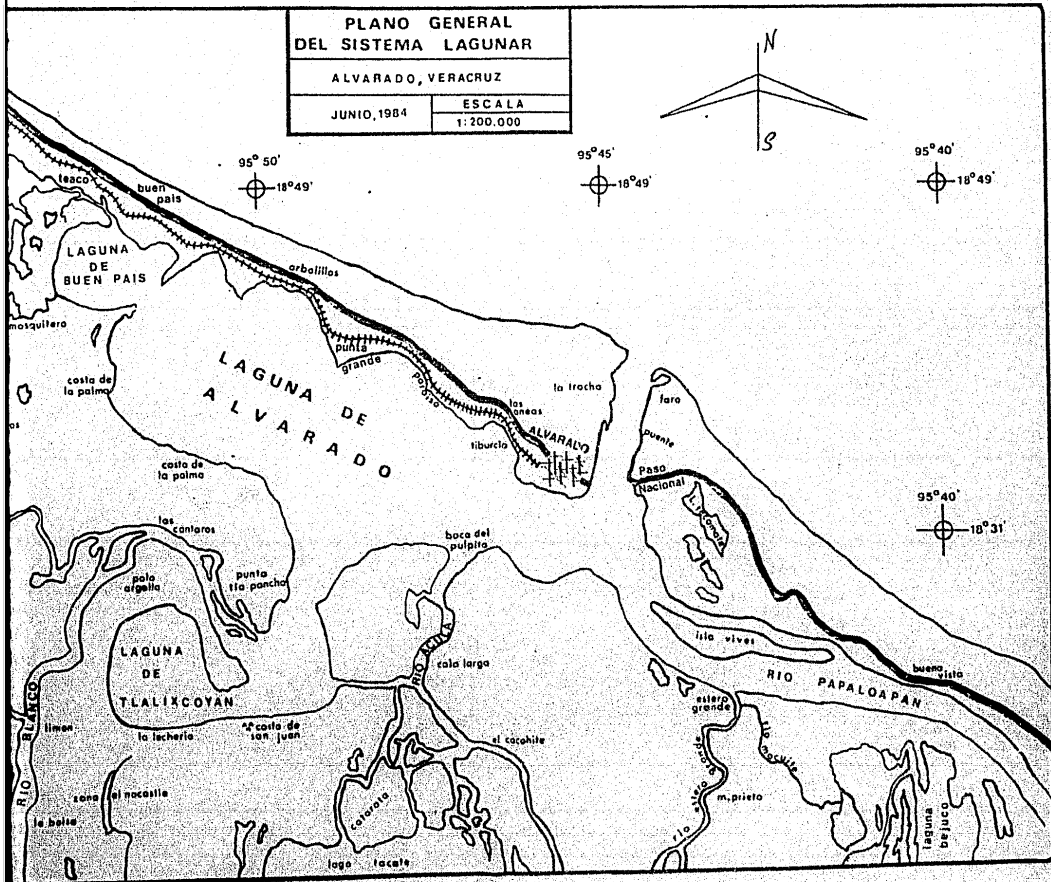
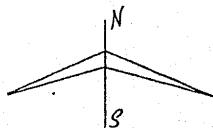


PLANO GENERAL
DEL SISTEMA LAGUNAR

ALVARADO, VERACRUZ

JUNIO, 1984

ESCALA
1:200,000



esteros que desaguan las áreas inundadas circundantes a la Laguna, vertiendo sus caudales directamente a ésta, o a los dos Ríos antes citados. El Río Papaloapan con una cuenca de aproximadamente 46,517 Km², aporta a la Laguna un volumen medio anual de 46,000 millones de m³; mientras que el Río Blanco, de menos caudal, aporta en promedio 1,850 millones de m³ anuales.

GEOMORFOLOGIA

Según la clasificación de Pritchard (1967), la Laguna de Alvarado, por su origen, corresponde a la tercera subdivisión de estuarios, es decir, los formados por barreras. La Laguna está situada en la porción SE de la cuenca terciaria de Veracruz, la cual está rellena secuencialmente, por sedimentos deltáicos, litorales, sublitorales y lagunares constituidos por conglomerados, arenas y lutitas, mas o menos bien consolidadas.

Sobre las rocas mesozóicas, existen no menos de 3,000 m³ de sedimentos cenozoicos, correspondiendo 1,800 m³ al mioceno. El recipiente consta de sedimentos aluviales con un espesor variante de 100 a 200 m y con gran cantidad de pinoclásticos, los cuales constituyen el lecho de la Laguna de Alvarado y lagunas adyacentes, que por su clara intercomunicación, constituyen todas ellas, un sistema lagunar.

La formación de ésta barrera, está constituida principalmente, por aluviones transportados por el río Papaloapan, mas o menos retrabajados por el oleaje y transportados a lo largo de la costa, por corrientes marinas longitudinales.

La Laguna Camaronera, que constituye la porción terminal del sistema en el sentido paralelo a la costa, tiene un área de 21.8 Km² y un volumen de 25 millones de m³.

La Laguna de Buen País tiene un área intermedia de 4.9 Km² y un volumen de 3 millones de m³.

Por último, la Laguna de Alvarado tiene un área de 45 Km² y su volumen es de 80 millones de m³, dando un total para las tres principales lagunas, de aproximadamente 71.7 Km² de área y 108 millones de m³ de volumen.

Los aportes principales de este sistema lagunar están representados por el Río Papaloapan, que tiene una cuenca aproximada de 46,517 Km², sus escurrimientos medios anuales son de 46 millones de m³; teniendo un mínimo de 25 millones de m³ y 67,000 millones de m³ como máximo. El otro Río importante es el Río Blanco que nace en el Pico de Orizaba, haciendo un recorrido de 200 Km hasta llegar a la Laguna de Alvarado, su volumen anual de escurrimiento es de 1,850 millones de m³.

Estos dos ríos tienen cuencas muy amplias, formadas por no menos de 15 ríos menores, algunos de los cuales en su recorrido cambian de nombre, pero que finalmente se unen a cualquiera de los ríos antes citados, para desembocar en la Laguna de Alvarado.

Los principales tipos de fondos que predominan en este sistema lagunar son: arenoso, limo-arcilloso, arcilloso, desechos urbanos y lodos.

VEGETACION

La vegetación natural de la zona aledaña a la Laguna, corresponde a selva tropical lluviosa y sabana. La comunidad vegetal dominante en el área, con excepción de la barra que separa a la laguna del mar, es el manglar con las especies Rhizophora mangle, Avicennia nitida y Laguncularia racemosa. En las áreas donde el manglar no aparece, generalmente habitan pastos halófitos, árboles y palmeras, o bien, son áreas pantanosas. Entre las especies vegetales se encuentran Pachyra acuática, Coccoloba schiedeana, Tupa spurina, Chlorophora sp. y la Tinototia sp.

BATIMETRIA

En general, la Laguna de Alvarado es somera; tiene una profundidad media de 1.5 m y máxima de 5 a 7 m en su

comunicación con el mar y en el área donde desemboca el Río Papaloapan.

MORFOLOGIA

La Laguna es alargada en sentido NO-SE, con aproximadamente 25 Km de longitud, mientras que a lo ancho mide 5 Km en promedio; su área es de alrededor de 45 Km² y su volumen es de 80 millones de m³. Dada su franca comunicación con otras lagunas, forma parte de un sistema lagunar, junto con las lagunas de Buen País, Camaronera y Tlalixcoyan; las dos primeras localizadas al Noreste y la última al Sur.

CORRIENTES Y MAREAS

Las mareas en la laguna, son predominantemente diurnas, presentándose una pleamar y una bajamar, por cada día de marea, (Tablas de Predicción de Mareas, 1982).

Las corrientes presentan patrones complejos, determinados tanto por los efectos de la pleamar y bajamar, como por las aportaciones de los Ríos Papaloapan, Blanco y Acula.

SEDIMENTOS DEL FONDO

La distribución de los tipos de fondo en la Laguna, con excepción de la laguna de Buen País, está dada por la dominancia del tipo de sedimento limo-arcilloso. En general se observa una correspondencia entre la distribución de sedimentos en el fondo, y el esquema hidráulico de la Laguna; así se tiene que, en la ribera sur, frente al canal de comunicación con el mar, existe una zona arenosa, reflejando la descomposición de arenas provenientes del mar y del Río Papaloapan; posteriormente, y hacia el centro de la laguna, se observa una secuencia de tipos de fondo que va del arenoso al limo-arcilloso-arenoso, y por último, el limo-arcilloso, reflejando la sedimentación de las arenas

SALINIDAD

La salinidad en la Laguna de Alvarado, presenta una variación compleja en tiempo y espacio, tanto por la influencia de las aportaciones de agua dulce a través de los Ríos Papaloapan, Acula y Blanco, como por las propiedades hidrodinámicas y morfológicas de la Laguna. Además, las épocas de estiaje y de lluvias, juegan un papel importante en la zonificación, respecto a la salinidad. Villalobos, et al. (1966), establecieron las siguientes cuatro zonas de la Laguna, con base en la salinidad, hidrología y épocas de lluvias.

- 1) Influencia dulceacuicola Areas cercanas a las bocas de los Ríos. Figs. 1 y 2
- 2) Reposo hidrológico Areas con bajo movimiento hidráulico Figs. 3 y 4
- 3) Gradiente y estratificación Areas donde la Laguna recibe aportes de agua dulce y marina a la vez, produciendo una variabilidad apreciable entre los diferentes factores abióticos. Figs. 5 y 6
- 4) Influencia nerítica Arenas de canales donde los estratos profundos contienen agua con fuerte influencia marina, sobre todo en épocas de estiaje Figs. 7 y 8

TEMPERATURA

La temperatura del agua en la Laguna, está influenciada principalmente por la temperatura ambiental, y favorecida por su baja profundidad; los Ríos Papaloapan, Blanco y Acula, también ayudan, aunque en menor grado, por el enfriamiento de las fuertes corrientes, sobre todo en épocas

de lluvia. La temperatura del agua presenta un período oscilante con dos máximos del orden de 31°C en junio y julio, a partir de octubre comienza el descenso, hasta los 15 y 16°C en febrero, para iniciar nuevamente el ascenso en el mes de marzo. La variación de la temperatura, respecto a la profundidad, es notoria únicamente en aquellas zonas de la Laguna, donde su profundidad es mayor de 1 m, siendo la diferencia, entre la superficie y el fondo, de 1.5°C en promedio.

* * *

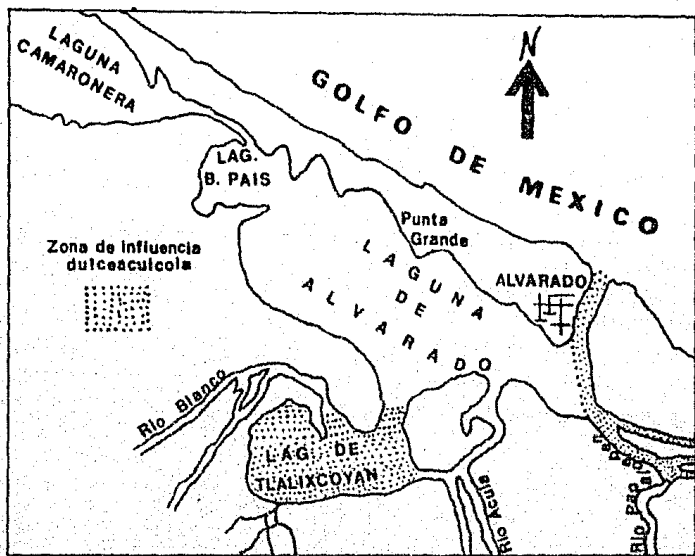


FIG. 1 Zona de influencia dulceacuícola en época de sequía.

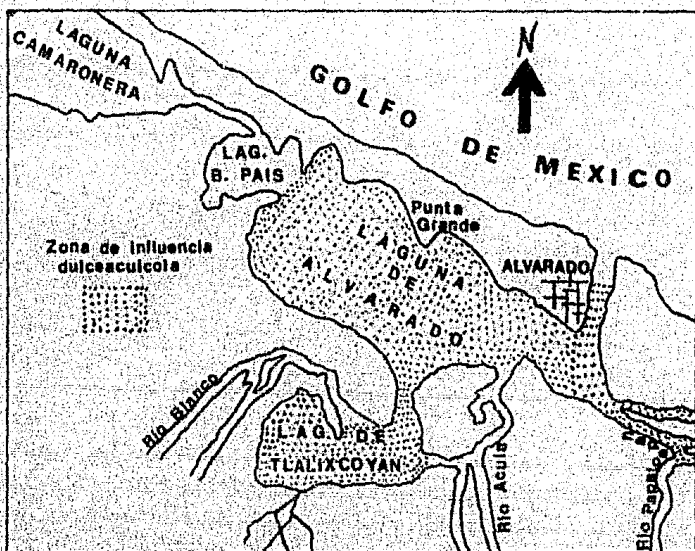


FIG. 2 Zona de influencia dulceacuícola en época de lluvia.

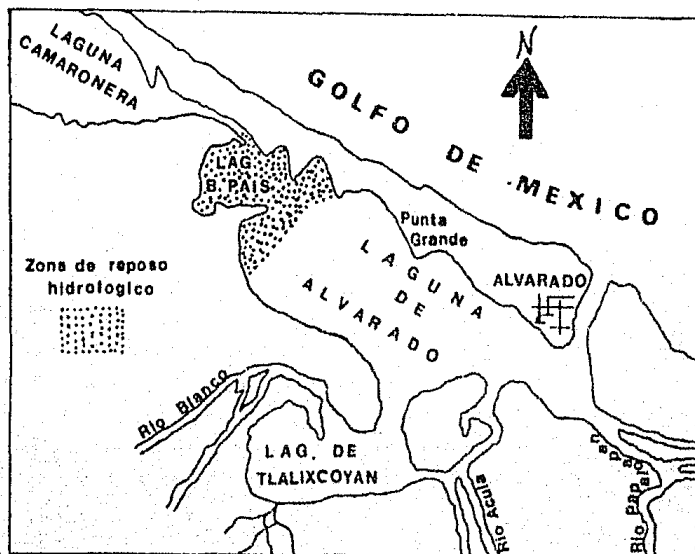


FIG. 3 Zona de reposo hidrológico durante la época de lluvia.



FIG. 4 Zona de reposo hidrológico durante la época de estiaje.

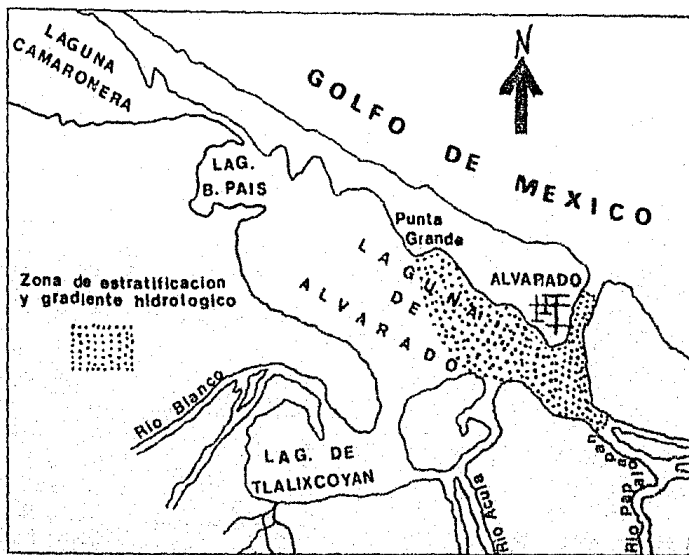


FIG. 5 Zona de estratificación y de gradiente hidrológico en la época de sequía.

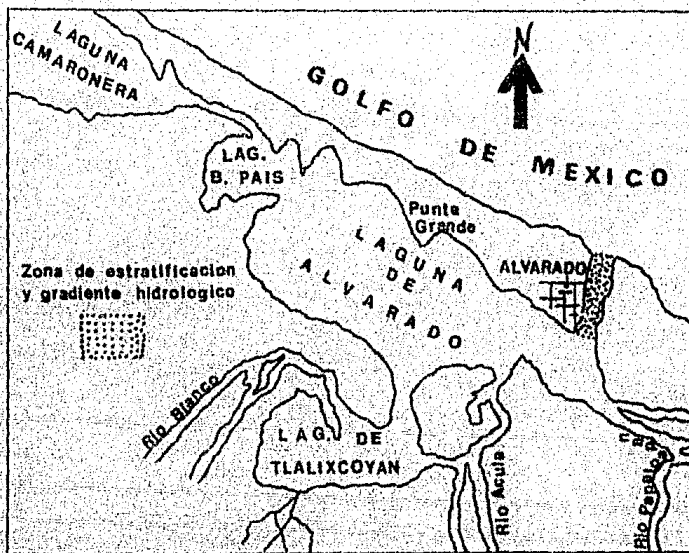


FIG. 6 Zona de estratificación y de gradiente hidrológico en época de lluvia.

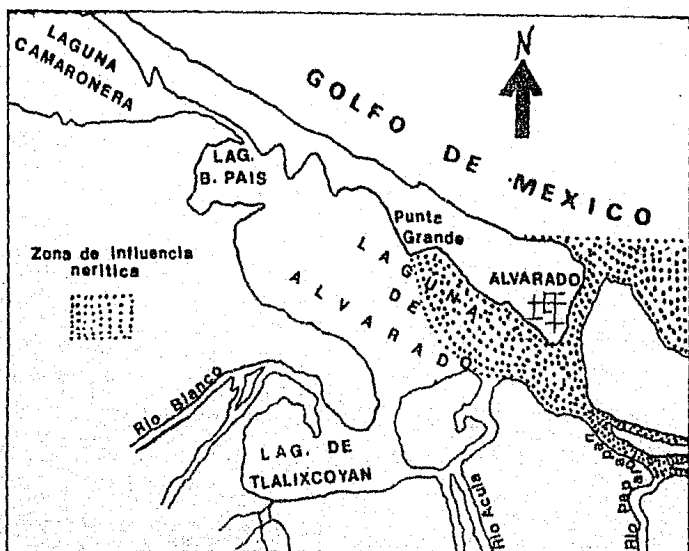


FIG. 7 Zona de influencia neritica durante la epoca de sequia.

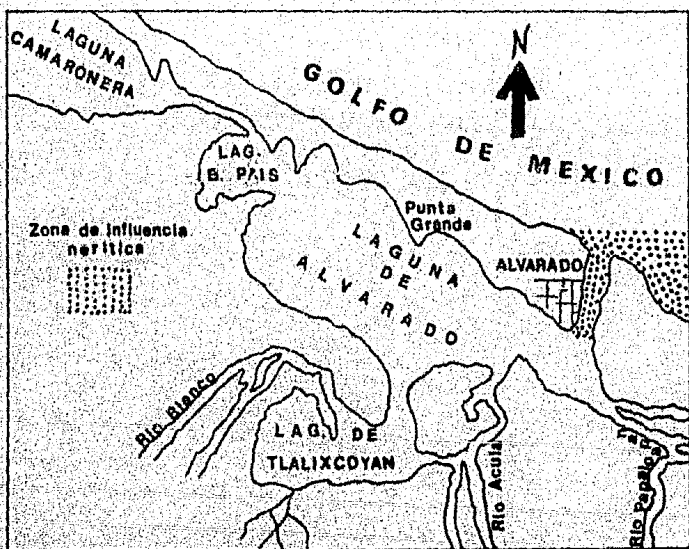


FIG. 8 Zona de influencia neritica durante la epoca de lluvia.

MARCO SOCIOECONOMICO

POBLACION

De acuerdo con los datos obtenidos en el censo de 1980, la población de los municipios de Alvarado y Tlacotalpan, aledaños a la laguna, era de 46,385 habitantes. Alvarado tiene la mayor concentración de habitantes de la zona, con 32,857 y Tlacotalpan con 13,528 habitantes.

En la periferia ribereña de las Lagunas de Alvarado, Camaronera, Buen País y Tlalixcoyan, están asentadas aproximadamente 23 localidades entre pueblos, ranchos y congregaciones, sobresaliendo los Médanos con 2,457 habitantes, Arbolillos con 1,511, y Salinas con 1,126.

VIVIENDA

Las características generales de la vivienda, en los dos municipios aledaños a la Laguna, son los siguientes:

El Municipio de Alvarado tiene los mayores porcentajes, en cuanto a la propiedad de la vivienda, con un 80.8%; disponibilidad de agua entubada del edificio 57.5% y fuera del mismo con un 20.4%; drenaje con un 50.5% y energía eléctrica con un 60.9%; sin embargo, en éstos aspectos, las diferencias en comparación al Municipio de Tlacotalpan no son grandes, ya que en lo que respecta a la propiedad de la vivienda, es del 69.6%; disponibilidad de agua entubada dentro de la vivienda de 54.2% y fuera de la misma del 6.1%; drenaje con un 43.0% y energía eléctrica con el 57.6%; la mayor diferencia es en lo referente a la disponibilidad del agua entubada, con un 17.6% a favor del Municipio de Alvarado.

El tipo de vivienda es, en general, de construcción modesta en Alvarado, sólo el 27.8% de las viviendas cuentan con techo de concreto o materiales similares, aunque el porcentaje referente a viviendas con muros de tabique es del 51.9%. En el Municipio de Tlacotalpan, estos porcentajes son del 8.0% y 51.4%, respectivamente.

VIAS DE COMUNICACION

Los principales caminos existentes a la zona aledaña a la Laguna, entre los más importantes, son una carretera costera que une las poblaciones de Paso del Toro, Alvarado y Lerdo de Tejada, paralelamente a este camino, corre la vía del Ferrocarril, proveniente de Veracruz, y que finaliza en la Ciudad de Alvarado. En la zona Sureste del sistema lagunar Alvarado-Camaronera-Buen Pais-Tlalixcoyan, existe una amplia red de caminos revestidos, brechas y de terracería que comunican los numerosos poblados, rancherías y congregaciones asentadas en esa zona.

En el canal que comunica a la Laguna de Alvarado con el mar, opera un chalán que conduce a los vehículos de una ribera a otra, para que continúen su recorrido hacia las poblaciones costeras del Sureste. En los Municipios de Alvarado y Tlalixcoyan, existen servicios telegráficos, telefónicos y postales.

ACTIVIDADES ECONOMICAS

Las actividades de producción en la zona aledaña a la Laguna, son principalmente primarias, como pesca, ganadería y agricultura.

Las actividades secundarias y terciarias ocupan a menores porcentajes de la población económicamente activa.

Las actividades comerciales y de prestación de servicios, se realizan principalmente en la Ciudad de Alvarado.

PESCA

La producción registrada en el centro pesquero de Alvarado, en el año de 1982, en la que el sistema lagunar, integrado por las Lagunas Camaronera, Buen Pais, Alvarado y Tlalixcoyan, aportan un volumen considerable, siendo de 18,462 ton. en peso fresco, entero. Las principales especies explotadas son: la mojarra, almeja, camarón, bagre y jaiba. El rendimiento global del sistema lagunar es de -

aproximadamente 350 Kg/ha/año.

En el sistema lagunar operan las siguientes cooperativas:

Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Mandinga y Matosas, S.C.L.; Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Barra Vieja, S.C.L.; Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores Unidos de la Laguna Camaronera, S.C.L.; Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Costa de San Juan, S.C.L. y Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores Unidos de Tlalixcoyan, S.C.L.

Se puede decir que en el sistema lagunar, más que aplicar una tecnología pesquera, se usan las siguientes artes de pesca para la captura:

- 1.- Pesquería normal
- 2.- Pesquería con tendal
- 3.- Pesquería de camarón con atarraya
- 4.- Pesquería de escama con atarraya
- 5.- Aros jaiberos
- 6.- Pesquería con aros y cucharas camaroneras
- 7.- Pesquería con anzuelo

La superficie de los principales bancos, es de aproximadamente 567,277 m², valor representativo del mes de junio, la cual es época de mayor abundancia.

AGRICULTURA Y GANADERIA

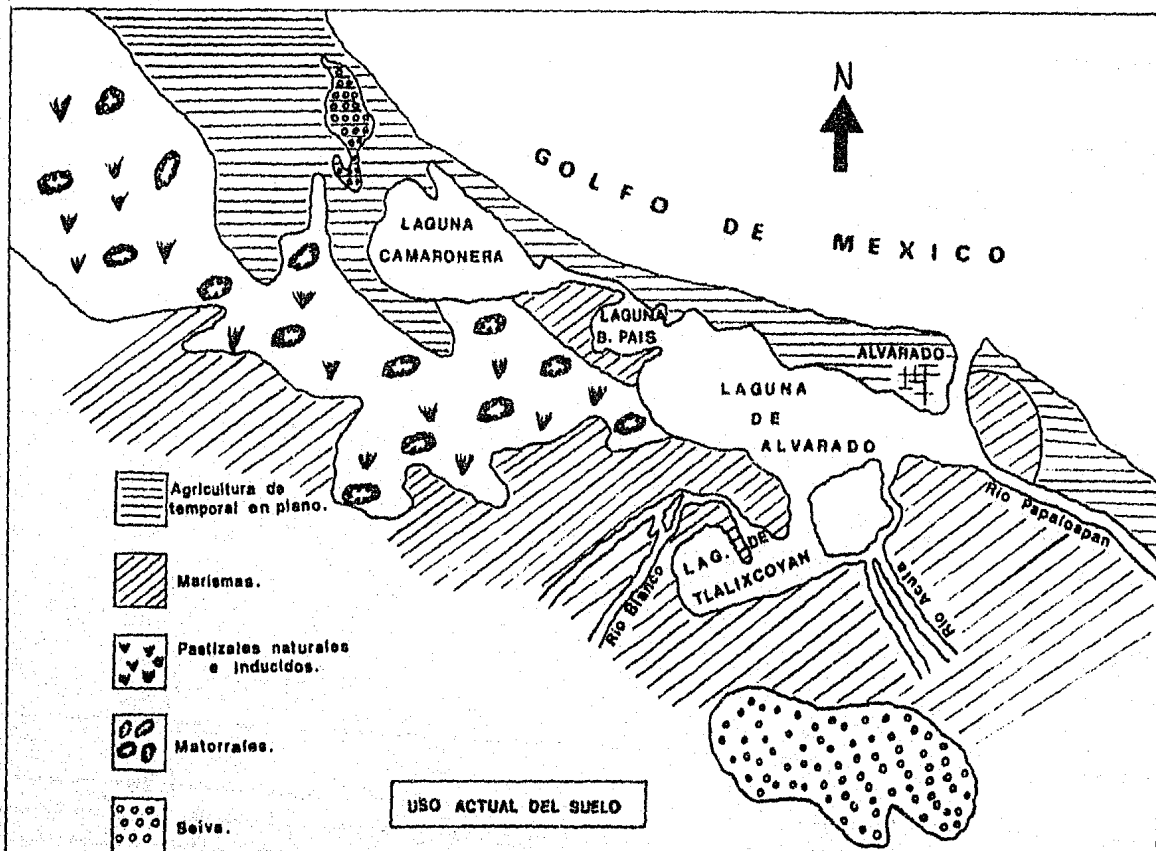
En la zona aledaña a la Laguna de Alvarado, la actividad agrícola es económicamente más importante que la ganadera, ya que ésta última sólo corresponde al 33.5% del valor total de la producción generada por ambas actividades. Por otro lado, en el Municipio de Alvarado, la ganadería es más productiva, con un 89.3% del total, mientras que en Tlacotalpan, la agricultura es la actividad más importante, con el 83.7% del valor total de la producción. Esto se explica por el hecho de que en el Municipio de Alvarado, gran porcentaje de los suelos, por estar a la costa, están continuamente inundados, impidiendo las prácticas agrícolas y favoreciendo las ganaderas.

USOS ACTUALES DEL SUELO

Los suelos en la zona Norte del sistema lagunar, son utilizados principalmente en agricultura de temporal, sólo hacia el Noreste, se utilizan como pastizales naturales inducidos.

En el Sur, la mayor extensión de terreno corresponde a marismas, al Sur de las Lagunas del Buen País y Camaronera existe una zona mezclada con matorrales y pastizales, y al Sur de la Laguna de Tlalixcoyan, una porción de selva. (mapa núm. 2)

* * *



MAPA No. 2

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo fué desarrollado en dos etapas:

1ª Etapa.- CAMPO

Se escogieron 6 puntos de muestreo (mapa # 3), cuya ubicación fué intencionada, para poder abarcar las zonas más importantes del ecosistema en estudio, esto es, se buscó que coincidieran con algunas descargas de los ríos, y con las entradas a las lagunas adyacentes (estaciones # 2, 3, 4, 5); también se seleccionó una estación que es la comunicación de la laguna con el mar (estación # 1) y otra, cercana a un pequeño poblado llamado Arbolillos, por la presencia de desechos urbanos o domésticos (estación # 6).

Las muestras para los análisis bacteriológicos se tomaron de botellas claras con tapón esmerilado, con capacidad de 150 ml a contra corriente; previamente esterilizadas a 15 lb de presión durante 15 min. Una vez colectadas las muestras, se mantuvieron en hielo y fueron transportadas al laboratorio, lo más pronto posible, para su procesamiento

Con respecto a los parámetros físicos y químicos, se realizaron al mismo tiempo que los bacteriológicos, y por consiguiente, en las mismas estaciones de muestreo, esto, con la finalidad de poder llevar a cabo una correlación entre ambos tipos de datos.

En cuanto a los parámetros físicos, se realizaron de la siguiente manera:

La determinación térmica para la lectura de la temperatura, se hizo mediante un termómetro de mercurio, con escala de -10 a 150°C , lo cual es más común y sencillo, registrando de esta manera la temperatura del agua y del medio ambiente.

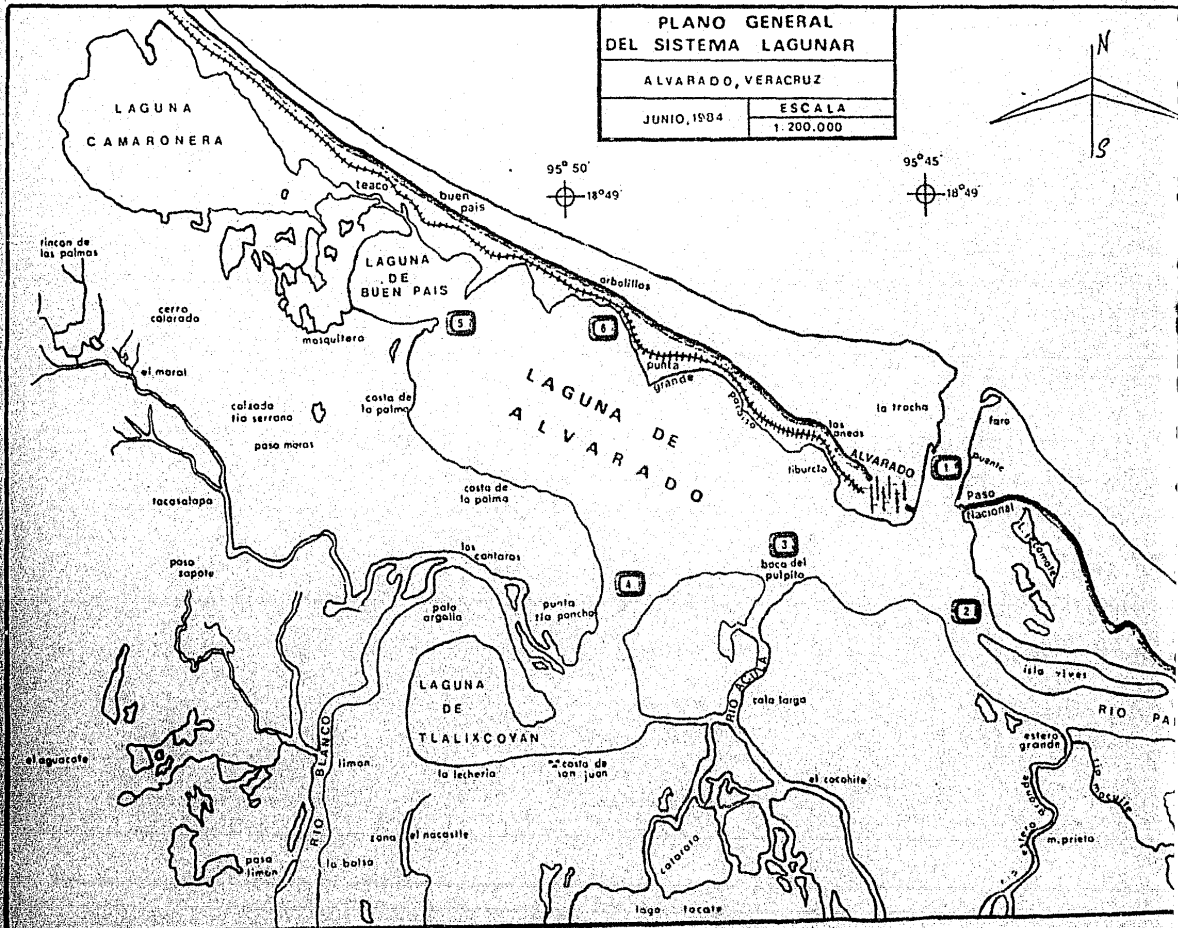
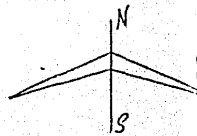
La transparencia o turbidez del agua, se tomó por medio del disco de Secchi, siendo ésta una función de la reflexión de la luz sobre la superficie del agua.

PLANO GENERAL
DEL SISTEMA LAGUNAR

ALVARADO, VERACRUZ

JUNIO, 1904

ESCALA
1:200,000

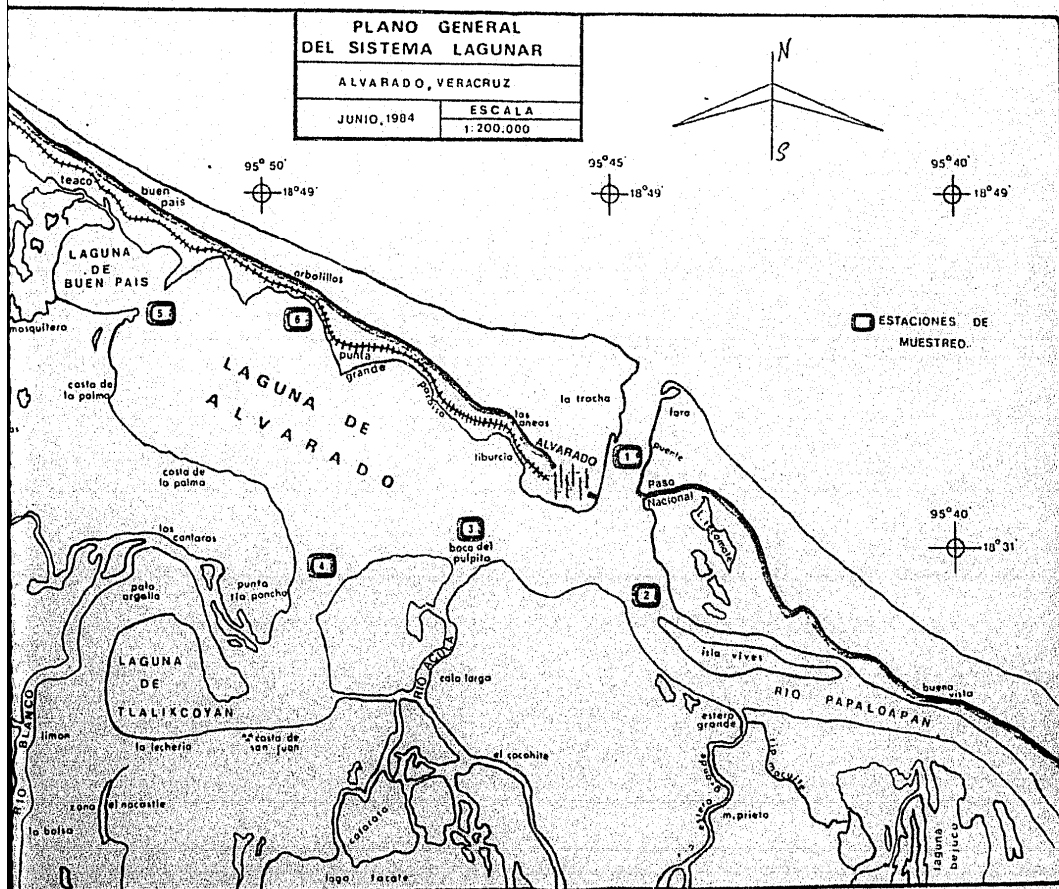
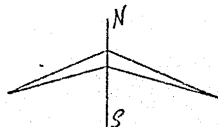


MAPA No. 3

PLANO GENERAL
DEL SISTEMA LAGUNAR

ALVARADO, VERACRUZ

JUNIO, 1984 ESCALA
1:200.000



MAPA No. 3

El pH se midió mediante el uso de un potenciómetro de campo digital, marca Corning, modelo 30, con electrodos de vidrio, usando como referencia, una solución Buffer con pH conocido para calibrar el aparato, detectando el valor hasta un nivel de centésima de unidad, pudiendo con esto medir el pH de las muestras del agua in situ.

La profundidad se registró por medio de una plomada de forma cónica y de un peso aproximado de 10 Kg, con el fin de evitar que la fuerza de la corriente la arrastrase y falseasen las mediciones.

La velocidad de la corriente se midió con una cruz de deriva, construida de material de aluminio, para disminuir el peso y atándole a ésta, una boya de unicel, para su localización y mantenimiento a flote. La velocidad está dada por la relación entre la distancia recorrida por la cruz de deriva y el tiempo empleado en recorrer dicha distancia. Por otro lado, la dirección de la corriente, se tomó de la misma cruz de deriva, por medio de la orientación y ayuda de una brújula.

La humedad relativa del aire para ser cuantificada, se utilizó un Psicómetro de bulbos húmedo y seco con ventilación. Esto se basa en la determinación de la temperatura de evaporación del agua, con respecto al bulbo de uno de los termómetros, en este caso, el termómetro con bulbo húmedo.

Se procedió a analizar los parámetros de inmediato como son; temperatura del agua y medio ambiente, pH, transparencia, nubosidad, profundidad, velocidad y dirección de la corriente, humedad relativa del aire, así como las muestras de oxígeno disuelto, alcalinidad y salinidad. Las muestras restantes se conservaron en hielo, y en el laboratorio permanecieron en refrigeración mientras se procesaban. La temperatura de refrigeración, en las cual se mantuvieron las muestras, fué de 4°C, ésto con el fin de reducir la degradación de la materia orgánica presente en las muestras y así, evitar variaciones en los resultados

* * *

2ª Etapa.- LABORATORIO

Lo correspondiente a los parámetros químicos, las muestras se tomaron con una botella de tipo Van-Dorn, de aproximadamente tres litros de volumen, y a un sólo nivel de profundidad, (50 cm por debajo de la superficie del agua).

OXIGENO DISUELTO

La toma de muestras se realizó en frascos ámbar, con tapón esmerilado de 250 ml, evitando el burbujeo y con el menor contacto con el aire, fijándolas inmediatamente para su determinación.

El método de Winkler, con modificación de la azida, consiste en liberar una cantidad de yodo, equivalente al oxígeno en la muestra presente, el yodo se determina por titulación, usando el tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

La muestra se trató con una disolución concentrada de sulfato manganoso (MnSO_4), y otra disolución concentrada de Alkali Yoduro Azida (NaOH-KI), esto hace que precipite Hidróxido Manganoso $\text{Mn}(\text{OH})_2$, el cual es cuantitativamente oxidado por el oxígeno disuelto, presente en la solución. Se acidula la disolución con Acido Sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, haciendo que el compuesto manganoso se disuelva y se oxide el yoduro a yodo; el contenido de yodo es equivalente al oxígeno disuelto, encontrado originalmente en la muestra, y se determina con una solución estándar de Tiosulfato de Sodio al 0.01 N, usando almidón, como indicador para dicha determinación, (Standard Methods, 1980).

ALCALINIDAD TOTAL

La alcalinidad de una agua, es la capacidad de que el agua acepte protones; está dada por los bicarbonatos, carbonatos y componentes hidróxilos de una agua natural o tratada, esto es determinado por titulación, con una solución estándar de un ácido fuerte a los puntos sucesivos de equivalencia del bicarbonato y ácido carbónico, por medio de un indicador. En este caso, como indicador, se utilizó una mezcla mixta de rojo de metilo y verde de bromocresol, disueltos en alcohol etílico.

La alcalinidad se cuantificó por el método de Wattenberg, el cual consiste en titular el agua problema, con ácido clorhídrico, a fin de desplazar a los carbonatos y bicarbonatos de sus sales; al bajar el pH, éstos pasan a CO₂ libre, valorándose el exceso del ácido con NaOH al 0.1 N, (Wattenberg, 1974).

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO AL 5º DIA

El método que se utilizó fué el de incubación a 20°C, siendo éste método el único que existe, y está considerado como Norma Oficial, (Norma Oficial Mexicana, 1981).

La toma de muestras de agua para la determinación de la DBO₅, se realizó por medio de la botella tipo Vandorn, en frascos con tapón esmerilado de 250 ml, incubándolos a 20°C, para su posterior análisis, a los 5 días después de su incubación.

El método se basa en la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos, para efectuar la oxidación de la materia orgánica presente en aguas naturales y residuales, y se determinó por la diferencia entre el oxígeno disuelto inicial, y el oxígeno disuelto al cabo del quinto día de incubación, a temperatura ambiente.

$$DBO_5 \text{ mg/l} = \text{O.D. inicial} - \text{O.D. final (5º día)}$$

Interfieren con la determinación, la acidez y/o alcalinidad presentes en las aguas, el cloro residual, una sobresaturación de oxígeno disuelto, la presencia de sustancias tóxicas para los microorganismos y los procesos de nitrificación, (Standard Methods, 1980).

SALINIDAD

Las muestras para salinidad, se tomaron en frascos de vidrio ámbar, de 125 ml, determinándose por medio de un salinómetro tipo EKMAN con termostato, dichas muestras no se fijaron, ni se uso ningún preservador.

El salinómetro registra la temperatura y la conductividad eléctrica de la muestra, con éstos datos se lee la salinidad en tablas, registrándose en "partes por mil"

NITRITOS

Se utilizó el método del ácido sulfanílico (Standard Methods, 1980).

Las muestras para nitritos se fijaron con Cloruro Mercuríco, preservándose en hielo y en la oscuridad, para su posterior análisis en el laboratorio, tan pronto fué posible. El nitrito es un compuesto intermedio en la cadena redox amonio-nitrito-nitrato, por lo que las muestras para el análisis de nitritos, no se pueden conservar apropiadamente.

Por lo que respecta a las diferentes técnicas utilizadas en laboratorio para los análisis bacteriológicos, fueron las siguientes:

Recuento de Organismos Totales

Estos microorganismos o bacterias mesófilas aerobias, crecen en un medio sencillo de gelosa o Agar Nutritivo a 35°C, en un período de 24 horas de incubación.

Se determinó el número total de organismos presentes, utilizando la técnica de conteo de colonias por inoculación en superficie, con diluciones de 1, 0.1, 0.01 y 0.001 ml de la muestra, utilizando como diluyente agua peptonada al 1%, (Collins, 1969); incubándolas a 35°C por 24 horas, haciendo el recuento de las colonias presentes por medio del aparato cuenta colonias "Quebec", y calculando el número de bacterias por mililitro de la muestra.

Identificación de Coliformes Totales

Se usó la técnica del Número Más Probable (NMP), empleando series de tubos de ensaye, las cuales consistieron en diluciones de 1 ml hasta 10⁻⁴ ml y por cada dilución se hicieron repeticiones de series de tres tubos de ensaye, utilizando como diluyente agua peptonada al 1%, (Collins 1969).

Para la observación del gas producido por la actividad microbiana, se usaron los tubos de Durham, los cuales debieron estar completamente llenos del medio de cultivo y libres de cualquier burbuja de aire, es decir, estuvieron llenos a toda su capacidad y quedando cubiertos por el medio de cultivo contenido en los tubos de ensaye, después de la esterilización, se sometieron a un examen previo de esterilidad, incubándolos a 35°C por 24 horas. Los tubos de Durham que presentaron burbújas, o aquéllos que manifestaron fermentación, se desecharon.

El fundamento de ésta técnica consiste en que la producción de gas, desaloja un volumen determinado del medio de cultivo contenido en el tubo de Durham, esto es una característica positiva de la prueba, agitando levemente, se observó la liberación de gas en forma de pequeñas burbújas, los resultados son expresados en NMP/100 ml, (Standard Methods, 1980).

Dicha técnica está basada, principalmente, por tres pruebas distintas (Ver anexo # 1).

Identificación de Coliformes Fecales

La mayoría de éstos indicadores de contaminación fecal, crece a altas temperaturas (45°C), en periodos de 24 horas. La supervivencia del grupo coliforme fecal es más corta en medio acuoso, que la de otros grupos coliformes, por lo tanto, su presencia nos indicará una contaminación fecal reciente.

Una de las limitaciones como indicadores, es de que no hay presencia de una correlación bien establecida entre los coliformes totales y los fecales.

Para la determinación de los coliformes fecales se utilizó, como en la técnica anterior, la de dilución en tubos múltiples, basada por dos distintas pruebas (Ver anexo # 1).

Identificación de *Estreptococos Fecales*

La importancia de la determinación de los estreptococos fecales, es que sirve para determinar la contaminación en corrientes y aguas potabilizadas.

La determinación es importante, pues los enterococos son más resistentes a la acción del calor que las bacterias coliformes, soportando cierto grado de salinidad.

Para este procedimiento se uso, como en las técnicas anteriores, la de Dilución de Tubos Múltiples basada en dos distintas pruebas, (Ver anexo # 1).

Aislamiento e Identificación de los Géneros

Salmonella sp. y Shigella sp.

La técnica que se utilizó para el aislamiento de los géneros patógenos Salmonella sp. y Shigella sp., fué la siguiente, conforme a (Standard Methods, 1980).

En cada tubo de ensaye de las estaciones muestreadas, se esterilizaron 15 ml de agua destilada; se le agregó el medio de cultivo selectivo a cada tubo junto a un mechero (en este caso se usó el Caldo Base Tetrionato de Sodio), agregando posteriormente 1 ml de la muestra sin diluir a cada tubo de ensaye cerca del mechero; posteriormente, a cada tubo por estación y junto al mechero, se le adiciónó de 3 a 4 gotas de una solución yodo-yodurada (Ver anexo # 2).

Realizado lo anterior, se incubaron a 35°C durante un lapso de 18 a 24 horas, se procedió a efectuar la siembra por estría en agares selectivos, los cuales fueron: Agar Bismuto, Agar *Salmonella-Shigela*, Agar Verde Brillante, Agar EAM y el Agar Mac-Conkey (Ver anexo # 3); incubando a 35°C durante 24 horas, donde se permitió el desarrollo y crecimiento de éstas bacterias patógenas.

Una vez incubadas las cajas de Petri, y habiendo un crecimiento característico de las colonias de Salmonella sp. y Shigella sp., se escogieron las que tenían una morfología bien representada, para realizarles a cada una de ellas distintas pruebas y/o estudios posteriores.

La identificación de las bacterias aisladas, se realizó mediante la observación microscópica, como fué la Tinción de Gram; las características morfológicas de las colonias que crecieron en los medios selectivos y diferenciales, tomadas en cuenta para la determinación, fueron: forma, elevación, estructura, dimensión, superficie, borde, color, elevación, estructura, dimensión, superficie, borde, color, consistencia, luz y por último, las pruebas bioquímicas.

Tinción de Gram (Gram, 1884)

En esta técnica, las bacterias que retienen el colorante de cristal de violeta, son consideradas como Gram positivos, y aquellas que se tiñen con el colorante de contraste, o sea la zafranina, son Gram negativas.

Existen diferentes modificaciones a ésta técnica, propuestas por diversos investigadores, en cuanto a los colorantes utilizados y tiempo de tratamiento (Ver anexo # 2). Por otro lado, se ha encontrado que el carácter Gram positivo o negativo, también depende de factores importantes como el tiempo de los cultivos y pH de los medios empleados (Salle, 1973).

Pruebas Bioquímicas

Se realizaron siembras de inóculos de las colonias aisladas en medios específicos o especiales, para comprobar las características bioquímicas de los microorganismos, según

sus características o actividades metabólicas particulares, efectuándose las siguientes:

Formación de Acido Sulfhídrico (Macfaddin, 1980)

Durante la hidrólisis de compuestos proteínados en condiciones de anaerobiosis, uno de los productos finales que se libera, es ácido sulfhídrico que, aunque es producido en cantidades relativamente pequeñas, debe tomarse en consideración.

Esta prueba se basa en la formación de ácido sulfhídrico por actividad bacteriana sobre un medio orgánico líquido, conteniendo cistina como compuesto, con azúfre. Esta prueba depende de la solubilidad del H₂S, que determinará su liberación del medio, así mismo, influye el grado de anaerobiosis que se tenga, ya que la producción de H₂S no ocurrirá si hay un alto grado de aireación (Ver anexo # 4).

Los tubos de ensaye se inocularon por punción hasta el fondo, conteniendo medio de SIM; in-cubándose a 37°C durante 24 horas. La prueba se considera positiva si en el medio aparece un color negruzco.

Reducción de Nitratos a Nitritos (Macfaddin 1980)

Consiste en inocular por suspensión con una asa de siembra, en tubos de ensaye conteniendo tubos Durham, un medio de peptona-carne con KNO₃ como fuente de nitratos, en la cual, después de haberse incubado a 37°C durante un lapso de 24 horas, hasta haber presencia de burbújas o desprendimiento de gas en el tubo Durham, esto denota la reducción de nitratos a nitrógeno gaseoso .

Para detectar la reducción de los nitratos a nitritos, se puso en un vidrio de reloj, unas gotas del medio de cultivo, agregándole dos gotas del reactivo de Griess I, y posteriormente, añadiendo dos gotas del reactivo de Griess II (Ver anexo # 2). La aparición de un color rosa pone

en evidencia la presencia de los nitritos, el color puede llegar a rojo, según la concentración de nitritos presentes.

Esta reacción no ocurre si el organismo recibe un aporte de oxígeno adecuado para todas sus necesidades respiratorias durante el crecimiento, como puede ocurrir en:

- Cultivos de crecimiento lento, en los que el medio está distribuido en capas someras que admiten oxígeno por difusión, tan pronto como éste es utilizado por las células.
- En cultivos aireados. Esto se debe a que la enzima reductora de nitrato no se forma en presencia de un aporte adecuado de oxígeno o que, una vez formada dicha enzima, no funciona bajo tales condiciones.

Hay registros de organismos estrictamente aerobios y autotófos que usan nitrato como única fuente de nitrógeno, en donde se sugiere que la reducción puede ocurrir en presencia de oxígeno, pero en vista del crecimiento generalmente lento de tales organismos, y la presencia de cantidades apreciables de amonio en el aire, estos registros deben tomarse con cautela.

Bajo condiciones anaeróbicas el nitrato puede ser reducido a nitrito, amonio, óxido nitroso o nitrógeno gaseoso.

Con organismos en los que la reducción está limitada a nitrito, éste es rápidamente detectado. En otros, un resultado positivo dependerá del grado en que pudiera acumularse durante el crecimiento, y al tiempo en que fue realizada la prueba. Por esta razón, una sola prueba del medio para la determinación de nitrito a un intervalo de tiempo fijo, es válida sólo si la prueba es positiva. Una reacción negativa no es concluyente (Ver anexo # 4).

Producción de Indol (Macfaddin, 1980)

La formación de indol por bacterias, se asocia con la presencia de la enzima triptofanasa, que degrada al

aminoácido triptofano.

Para determinar la formación de esta enzima se inoculan por punción, en tubos de ensaye, un medio rico en triptofano, como es el medio SIM, incubándose a 37°C por un periodo de 24 horas, después del cual se observa la presencia de indol por reacción ácidoalcohólica con paradimetilaminobenzaldehído o reactivo de Kovac (Ver anexo # 2), que dará lugar a una coloración rosa o roja, en cuestión de minutos (Ver anexo # 4), cuando hay presencia de indol, si la prueba es positiva.

Prueba del Rojo de Metilo (Macfaddin, 1980)

Depende de la capacidad de los organismos para producir ácido a partir de glucosa, en cantidades considerables para reducir el pH a 4.2 ó menos, y manteniéndolo por lo menos 4 días. Esta prueba se lleva a cabo en un medio de - glucosa, fosfato y peptona, que después de inocularse por suspensión, e incubarse a 37°C durante 4 días, es tratado con una solución de rojo de metilo (Ver anexo # 2). Si al agregar unas gotas del reactivo rojo de metilo, da una coloración roja, indica que la prueba es positiva, mientras que si la prueba es negativa, la coloración será amarilla. (Ver anexo # 4)

Prueba de Voges-Proskauer (Macfaddin, 1980)

Se basa en la producción de ácido a partir de glucosa y su conversión a acetyl-metil carbinol, ó 2, 3-butylenglicol, que son compuestos neutros. Al adicionar unas gotas de la solución de KOH al 40% y de α -Naftol al 5% (Ver anexo # 2), y agitar, estos dos compuestos se oxidan a diacetyl, que al reaccionar con el núcleo de guanidina de la arginina presente en la peptona del medio de cultivo, da una coloración rosa o roja, cuando la prueba es positiva.

Se ha observado una relación entre ésta prueba y la del rojo de metilo, ambas llevadas a efecto en el mismo medio de cultivo de RM-VP, y que depende del tiempo de incubación; si éste es muy corto, las reacciones serán VP negativo y RM positivo, y si es largo, el tiempo de incubación, las reacciones serán a la inversa (Ver anexo # 4).

Prueba del Citrato (Macfaddin, 1980)

Se basa en el aprovechamiento de citratos, como única fuente de carbono, algunas bacterias no pueden sintetizar dichos citratos, normalmente el metabolismo del citrato comprende una condensación del acetilo con la coenzima A y oxalacetato, para entrar en el ciclo de Krebs. En las bacterias, el desdoblamiento del citrato comprende un sistema enzimático sin intervención de la coenzima A; ésta enzima se denomina citratasa (citrato-oxalacetato-liasa) o citrato desmolasa (Ver anexo # 4).

Se inocula por estría y punción, en tubos de ensaye con medio citrato de Simons (Ver anexo # 3), y se incuban a 37°C durante 24 horas, la prueba se considera positiva si en la reacción se observa un viraje del indicador del medio de cultivo, del color verde al azul.

Prueba de la Catalasa (Macfaddin, 1980)

La enzima catalasa se encuentra en la mayoría de las bacterias aerobias y anaerobias facultativas que contienen citocromo. La gran mayoría de los microorganismos aerobios producen catalasa, que desdobra el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno. El peróxido de hidrógeno es un producto tóxico para los microorganismos, por lo que la producción de la catalasa protege el cultivo (Ver anexo # 4).

Para esta prueba, basta añadir sobre la colonia o colonias del microorganismo en estudio, de dos a cuatro gotas de peróxido de hidrógeno al 30%; es considerada positiva la prueba, si hay desprendimiento de gas sobre la colonia.

Prueba de la Gelatina (Macfaddin, 1980).

Esta prueba se basa en la capacidad de un organismo de producir enzimas tipo proteolítico (gelatinasas) que licúan la gelatina.

La habilidad de algunas bacterias para actuar sobre compuestos nitrogenados, es comprobada por el desdoblamiento de la gelatina, lo cual se manifiesta por la licuefacción del medio que la contenga (Ver anexo # 4).

Se inoculan por punción hasta el fondo de los tubos, conteniendo Gelatina Bacteriológica (ver anexo # 3); incubándose a temperatura ambiente durante 5 días aproximadamente. La prueba se considera positiva si después del tiempo propuesto, la gelatina se licúa.

Prueba de la Movilidad (Macfaddin, 1980)

Se basa en la movilidad o inmovilidad de un organismo. Las bacterias tienen movilidad por medio de sus flagelos, que se encuentran principalmente entre los bacilos, sin embargo, algunas formas de cocos son móviles.

Las bacterias móviles pueden contener un solo flagelo, o muchos, además, su localización varía con la especie bacteriana y las condiciones de cultivo. A veces, las bacterias con movilidad, producen variantes no móviles que parecen ser estables y raramente se revierten en formas móviles (Ver anexo # 4).

Se inoculan por punción hasta el fondo, tubos que contengan medio de SIM (Ver anexo # 3), y se incuban a 37°C durante 24 horas. La movilidad de las bacterias se observa por el crecimiento que se difunde del sitio de la inoculación, a lo largo y ancho del medio, con respecto al tubo de ensaye.

Prueba del Acido-Alcalino (Macfaddin, 1980)

El principio de esta prueba, se basa en determinar 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 una posible producción de ácido sulfhídrico (Ver anexo # 4).

Se inoculan por punción hasta el fondo del tubo, y por estría en la superficie, conteniendo como medio de cultivo Agar Hierro de Kigler y/o Agar Hierro Triple Azúcar (Ver anexo # 3); incubándose a 37°C durante 24 horas. Los microorganismos que no la fermentan, acidificarán sólo el fondo del medio de cultivo en los tubos de ensaye, permaneciendo la superficie del mismo color original (rojo cereza); y, por último, los formadores de sulfuro de hidrógeno ennegrecerán el medio.

Prueba de la Fermentación de Carbono (Macfaddin, 1980)

Esta prueba se basa principalmente en la capacidad de un organismo de fermentar (degradar) un hidrato de carbono específico, incorporando a un medio básico, produciendo ácido, o ácido con gas visible (Ver anexo # 4).

Se inoculan por suspensión en tubos, conteniendo como medio de cultivo Caldo Base Fenol (Ver anexo # 3) y con diferentes carbohidratos como son glucosa, lactosa, sacarosa y también el manitol, incubándose a 37°C durante 24 horas. Cuando el indicador vira de naranja a amarillo, se considera que las bacterias utilizan el azúcar con producción de ácido, y si además hay formación de burbújas en los tubos Durham, se considera la existencia de desprendimiento de gas.

* * *

RESULTADOS.

Durante el período de Mayo a Diciembre de 1983 se realizaron 7 muestreos en las 6 estaciones establecidas en el sistema lagunar. Las estaciones en las que se realizaron los muestreos tanto para los análisis bacteriológicos como los físicos y químicos, se eligieron considerando la importancia de contar con áreas diferentes en lo que se refiere a tipo y grado de aporte de materia orgánica, descargas de los Ríos, desechos domésticos, industriales, urbanos, la profundidad, salinidad, corrientes, etc. (MAPA No. 3).

La realización mensual y estacional de los parámetros físicos y químicos, se encuentran registrados en las TABLAS 1 a la 12, haciendo notar los valores promedio, valores máximos y mínimos tanto mensual como estacional de cada uno de los parámetros.

Por lo que se refiere a los parámetros utilizados para la evaluación bacteriológica de la calidad del agua de la laguna de Alvarado, consistieron en : el recuento de organismos mesófilos aerobios (TABLA No. 13), así mismo, se realizaron las gráficas pertinentes tomando en cuenta los valores promedio mensual y estacional para cada dilución realizada (GRAFICA No. 1); también para éste parámetro se realizó la morfología macroscópica colonial, expresando los resultados en las TABLAS No. 14 y 15. Además, se expresa la proporción del tipo de colonias encontradas en el recuento de organismos mesófilos aeróbios, cuenta normal en placa a 35°C mensual y por estaciones muestreadas. (TABLAS No. 16, 17, 18 y 19).

Con respecto a la determinación de los grupos Coliformes Totales, Coliformes Fecales y Estreptococos Fecales, se hace mención de los valores promedio mensuales y estacionales para cada grupo, por medio de la técnica de los tubos múltiples basada en el NNP/100 ml, registrando los resultados en las TABLAS No. 20, 21 y 22, respectivamente.

También aunado a éste parámetro se realizaron las gráficas referentes a : la relación mensual y estacional de Coliformes Totales y Fecales (GRAFICA No. 2), la relación mensual y estacional del grupo *Streptococos Fecales*, así como la relación existente entre los grupos Coliformes Fecales y *Streptococos Fecales* (GRAFICA No. 3).

Por último y lo más importante para la evaluación de la calidad del agua de la laguna, es sin duda : la relación mensual y estacional de los parámetros físicos y químicos con los grupos Coliformes Totales, Fecales y *Streptococos Fecales*. (GRAFICAS No. 4, 4.1, 5, y 5.1).

Para el aislamiento e identificación de las bacterias patógenas de los géneros *Salmonella* sp. y *Shigella* sp.: se hacen mención la morfología, técnica utilizada, medios de cultivos utilizados, pruebas bioquímicas realizadas; de una manera general y global, no tomando en cuenta la relación mensual y estacional como en los demás parámetros y técnicas, los resultados se manifiestan en las TABLAS No. 23 a la 31, respectivamente.

« PARAMETROS FISICOS » (MENSUAL)

1er. MUESTREO (MAYO) 25-28 MAYO 1983.

NUMERO EST.	Hr. de Muestreo	T. amb. °C	T. sup. °C	H. Rel. %	Prof. m.	Transp. cm.	Nub. %	pH sup.	Direc. Cor.	Veloc. Cor. m/min
1	7:55	26	28	92.38	10.00	130	100	6.00	E	3.70
2	8:50	27	28	92.38	5.00	92	100	6.00	E	3.35
3	9:55	26	29	89.00	2.48	110	100	7.00	N	9.50
4	10:25	27	30	89.00	1.60	100	90	7.00	NE	1.00
5	11:45	27	30	80.33	1.72	110	100	7.00	—	6.45
6	12:30	29	31	80.95	1.44	85	40	7.00	—	0.00

\bar{X}		27	29.3	87.34	3.71	104.5	88.3	6.66	—	4.00
V. MAX.		29	31	92.38	10.00	130	100	7.00	—	9.50
V. MIN.		26	28	80.33	1.44	85	40	6.00	—	0.00

2do. MUESTREO (JUNIO) 29-02 JUNIO/JULIO 1983.

NUMERO EST.	Hr. de Muestreo	T. amb. °C	T. sup. °C	H. Rel. %	Prof. m.	Transp. cm.	Nub. %	pH sup.	Direc. Cor.	Veloc. Cor. m/min
1	11:10	30	28	89.00	13.00	12	60	6.80	N	20.0
2	12:00	35	28	85.80	5.00	8	20	6.90	N	25.0
3	13:10	34	30	89.00	1.52	28	15	7.00	N	20.0
4	13:50	31	29	89.00	1.25	30	10	7.00	NE	25.0
5	15:50	31	29	92.64	1.12	51	10	7.19	NW	26.4
6	16:45	31	29	86.26	0.90	53	20	6.95	NE	20.0

\bar{X}		32	28.8	90.28	3.79	30.3	22.5	6.97	—	22.7
V. MAX.		35	30	96.26	13.00	53	60	7.19	—	26.4
V. MIN.		30	28	85.80	0.90	8	10	6.80	—	20.0

3er. MUESTREO (JULIO) 27-30 JULIO 1983.

NUMERO EST.	Hr. de Muestreo	T. amb. °C	T. sup. °C	H. Rel. %	Prof. m.	Transp. cm.	Nub. %	pH sup.	Direc. Cor.	Veloc. Cor. m/min
1	8:40	32	28	86.17	13.00	14	5	7.28	N	11.00
2	9:20	34	28	86.95	4.66	10	10	7.08	NW	6.30
3	12:15	35	31	87.43	1.30	22	10	6.23	N	12.00
4	12:40	34	32	86.95	0.76	27	10	7.60	NE	5.00
5	14:35	31	31	86.33	1.24	63	20	6.44	NE	24.50
6	15:20	30	32	86.33	1.36	32	25	7.22	NE	19.50

\bar{X}		32.6	30.3	87.69	3.69	28	13.3	6.97	—	13.55
V. MAX.		35	32	87.43	13.00	63	25	7.60	—	24.50
V. MIN.		30	28	86.33	0.76	16	5	6.23	—	6.00

TABLA No. 1

4to. MUESTREO (AGOSTO) 24-27 AGOSTO 1983.

NUMERO EST.	Hr. de Muestreo	T. amb. °C	T. sup. °C	H. Rel. %	Prof. m	Transp. cm.	Nub. %	pH sup.	Direc. Cor.	Veloc. Cor. m/min
1	8:55	28	27	92,6	13,50	10	50	6,98	N	16,0
2	9:45	28	27	94,0	4,00	12	40	7,24	NE	19,0
3	10:55	31	30	85,0	1,10	26	30	6,62	N	8,5
4	11:25	30	30	80,3	1,00	28	30	6,70	E	14,0
5	13:05	35	31	81,5	0,75	21	20	7,06	E	17,0
6	14:10	30	30	80,9	1,00	38	60	7,10	E	4,0

\bar{X}		30,3	29,1	85,7	3,55	23,6	38,3	6,95	—	13,41
V. MAX.		35	31	94,0	13,50	38	60	7,24	—	19,0
V. MIN.		28	27	80,3	0,75	12	20	6,62	—	4,0

5to. MUESTREO (SEPTIEMBRE) 28-01 SEPT./OCT. 1983.

NUMERO EST.	Hr. de Muestreo	T. amb. °C	T. sup. °C	H. Rel. %	Prof. m	Transp. cm.	Nub. %	pH sup.	Direc. Cor.	Veloc. Cor. m/min
1	8:10	28	28	96,26	10,00	30	70	6,86	N	20,00
2	8:58	24	26	92,38	6,00	29	90	6,22	W	6,00
3	10:10	28	27	89,00	2,20	19	80	6,66	NW	8,50
4	10:55	28,5	28	89,00	1,54	31	50	7,40	NE	6,60
5	12:35	29	29	92,64	1,70	60	20	8,00	S	6,75
6	14:00	29	29	85,80	1,40	30	10	7,86	SE	4,50

\bar{X}		27,7	27,5	90,85	3,47	33,16	53,33	7,20	—	9,05
V. MAX.		29	29	96,26	10,00	60	90	8,00	—	20,00
V. MIN.		24	26	85,80	1,40	19	10	6,22	—	4,50

6to. MUESTREO (OCTUBRE) 26-29 OCTUBRE 1983.

NUMERO EST.	Hr. de Muestreo	T. amb. °C	T. sup. °C	H. Rel. %	Prof. m	Transp. cm.	Nub. %	pH sup.	Direc. Cor.	Veloc. Cor. m/min
1	11:45	29	25	87,43	10,00	16	85	7,81	NW	20,00
2	11:55	28	23	86,00	2,00	34	80	7,71	NW	18,50
3	12:30	26	23	89,00	1,85	25	90	7,20	NW	20,00
4	17:15	23	23	89,00	1,60	34	05	7,40	NW	20,00
5	18:40	24	24	86,17	1,00	26	90	7,92	NW	20,00
6	18:15	23	24	85,75	1,25	32	95	7,43	NW	20,00

\bar{X}		25,3	23,6	87,73	3,10	26,1	86,16	7,57	—	19,75
V. MAX.		29	25	89,00	10,00	34	95	7,92	—	20,00
V. MIN.		23	23	85,75	1,00	16	80	7,20	—	18,50

7mo. MUESTREO (NOVIEMBRE) 30 - 03 NOV./DIC. 1983.

NUMERO EST.	Hr. de Muestreo	T. amb. °C	T. sup. °C	H. Rel. %	Prof. m.	Transp. cm.	Nub. %	pH sup.	Direc. Cor.	Veloc. Cor. m/min
1	11:33	29	27	94.07	10.50	50	30	7.92	W	2.70
2	12:35	27	27	92.84	2.00	47.5	20	7.19	N	20.00
3	15:45	27	28	96.26	1.92	42	5	7.67	N	10.00
4	15:25	27	28	92.84	1.30	48	5	7.26	N	16.00
5	14:30	28	28	92.30	1.12	37	10	7.29	N	11.00
6	13:55	27	28	89.00	1.20	50	15	7.28	N	6.50

\bar{X}		27.58	27	92.83	3.01	45.9	14.16	7.43	—	10.38
V. MAX.		29	28	96.26	10.50	50	30	7.92	—	20.00
V. MIN.		27	26	89.00	1.12	42	5	7.19	—	2.70

TABLA No.3

« PARAMETROS FISICOS » (ESTACIONAL)

ESTACION No. 1

MESES	Hr. de Muestreo	T.amb. °C	T. sup. °C	H.Rel. %	Prof. m	Transp. cm	Nub. %	pH sup.	Direc. Cor.	Veloc. Cor. m/min
MAYO	7:55	26	28	92.38	10.00	130	100	6.00	E	3.70
JUNIO	11:10	30	28	89.00	13.00	12	60	6.30	N	24.00
JULIO	8:40	32	28	86.17	13.00	14	5	7.20	N	11.00
AGOSTO	8:55	28	27	92.84	13.50	18	50	6.98	H	18.00
SEPT.	8:10	28	26	96.28	10.00	30	70	6.90	H	20.00
OCTUBRE	11:45	29	25	87.43	10.60	18	85	7.81	NW	20.00
NOV.	11:33	29	27	94.07	10.50	50	30	7.92	W	2.70

\bar{x}		28.0	27	91.14	11.42	38.5	57.1	7.09	—	13.62
V. MAX.		32	28	96.28	13.50	130	100	7.92	—	24.00
V. MIN.		26	25	86.17	10.00	12	5	6.00	—	2.70

ESTACION No. 2

MESES	Hr. de Muestreo	T.amb. °C	T. sup. °C	H.Rel. %	Prof. m	Transp. cm	Nub. %	pH sup.	Direc. Cor.	Veloc. Cor. m/min
MAYO	8:50	27	28	92.38	5.00	92	100	6.00	E	3.35
JUNIO	12:00	35	28	85.80	3.00	8	20	6.90	N	25.00
JULIO	9:20	34	28	88.95	4.00	10	10	7.08	NW	8.30
AGOSTO	8:45	28	27	94.07	4.00	12	40	7.24	NE	19.00
SEPT.	8:58	24	26	92.38	6.00	29	90	6.22	W	6.00
OCTUBRE	11:55	28	23	89.80	2.00	34	80	7.71	NW	16.50
NOV.	12:35	27.5	27	92.84	2.00	47.5	20	7.19	N	20.00

\bar{x}		29.0	26.7	89.80	4.21	33.2	51.4	6.90	—	14.70
V. MAX.		35	28	94.07	6.00	92	100	7.71	—	25.00
V. MIN.		24	23	80.95	2.00	8	10	6.00	—	3.35

TABLA No. 4

ESTACION No. 3										
MESES	Hr. de Muestreo	T. amb. °C	T. sup. °C	H. Rel. %	Prof. m	Transp. cm	Nub. %	pH sup.	Direc. Cor.	Veloc. Cor. m/min
MAYO	9:55	28	29	89.00	2.48	110	100	7.00	N	9.30
JUNIO	13:10	34	30	89.00	1.52	20	15	7.00	N	20.00
JULIO	12:15	35	31	87.43	1.30	22	10	6.23	N	12.00
AGOSTO	10:55	31	30	85.01	1.10	20	30	6.62	N	8.50
SEPT.	10:10	28	27	89.00	2.20	19	20	6.86	NW	8.50
OCTUBRE	12:30	26	23	89.00	1.85	25	90	7.20	NW	20.00
NOV.	15:45	27	20	96.26	1.92	42	5	7.97	N	10.00

\bar{X}		29.5	28	89.24	1.78	38.6	47.1	6.94	---	12.64
V. MAX.		35	31	96.26	2.48	110	100	7.67	---	20.00
V. MIN.		26	23	85.01	1.10	22	5	6.23	---	8.50

ESTACION No. 4										
MESES	Hr. de Muestreo	T. amb. °C	T. sup. °C	H. Rel. %	Prof. m	Transp. cm	Nub. %	pH sup.	Direc. Cor.	Veloc. Cor. m/min
MAYO	10:25	27	30	89.00	1.60	100	90	7.00	NE	1.00
JUNIO	13:50	31	29	89.00	1.25	30	10	7.00	NE	25.00
JULIO	12:40	34	32	80.95	0.70	27	10	7.60	NE	6.00
AGOSTO	11:25	30	30	80.33	1.00	26	30	6.70	E	14.00
SEPT.	10:55	28.5	29	89.00	1.54	31	50	7.40	NE	6.60
OCTUBRE	17:15	23	23	89.00	1.60	34	95	7.40	NW	20.00
NOV.	15:25	27	26	92.64	1.30	49	5	7.26	N	10.00

\bar{X}		28.6	28.2	87.13	1.28	42.7	41.4	7.19	---	12.08
V. MAX.		34	32	92.64	1.60	100	95	7.40	---	25.00
V. MIN.		23	23	80.33	0.70	27	5	6.70	---	1.00

TABLA No. 5

ESTACION No. 5										
MESES	Hr. de Muestreo	T. amb. °C	T. sup. °C	H. Rel. %	Prof. m	Transp. cm	Nub. %	pH sup.	Direc. Cor.	Veloc. Cor. m/min
MAYO	11:45	27	30	80.33	1.72	110	100	7.00	—	6.45
JUNIO	15:50	31	29	92.84	1.12	51	10	7.19	NW	26.40
JULIO	14:35	31	31	80.33	1.24	63	20	6.44	NE	24.50
AGOSTO	13:05	35	31	81.53	0.75	21	20	7.08	E	17.00
SEPT.	12:35	29	29	92.84	1.70	60	20	8.00	S	6.75
OCTUBRE	16:40	24	24	86.17	1.00	28	00	7.92	NW	20.00
NOV.	14:30	28	28	92.38	1.12	37	10	7.20	N	11.00

\bar{X}		29.2	28.8	86.57	1.23	52.8	38.5	7.27	—	16.01
V. MAX.		35	31	92.84	1.72	110	100	8.00	—	26.40
V. MIN.		24	24	80.33	0.75	21	10	6.44	—	6.45

ESTACION No. 6										
MESES	Hr. de Muestreo	T. amb. °C	T. sup. °C	H. Rel. %	Prof. m	Transp. cm	Nub. %	pH sup.	Direc. Cor.	Veloc. Cor. m/min
MAYO	12:30	29	31	80.95	1.44	85	40	7.00	—	0.00
JUNIO	16:45	31	29	96.26	0.90	53	20	6.95	NE	20.00
JULIO	15:20	30	32	80.33	1.30	32	25	7.22	NE	10.50
AGOSTO	14:10	30	30	80.95	1.00	30	60	7.10	E	4.00
SEPT.	14:00	29	29	85.80	1.40	30	10	7.86	SE	4.50
OCTUBRE	10:15	23	24	85.75	1.25	32	95	7.43	NW	20.00
NOV.	13:55	27	28	89.00	1.20	50	15	7.28	N	6.50

\bar{X}		28.4	29	85.58	1.22	45.7	37.8	7.26	—	10.92
V. MAX.		31	32	96.26	1.44	85	85	7.86	—	20.00
V. MIN.		23	24	80.33	0.60	30	10	6.95	—	0.00

TABLA No. 6

"PARAMETROS QUIMICOS" (MENSUAL)					
1er. MUESTREO (MAYO) 25-28 MAYO 1983					
NUMERO ESTACION	OXIG. DIS. mg/l	D.B.O ₅ mg/l	ALCALINIDAD mg/l	SALINIDAD ‰	NITRITOS mg/l
1	7.44	1.54	78.59	0.74	0.002
2	5.62	0.68	83.12	0.35	0.054
3	6.85	0.82	83.75	1.59	0.008
4	6.63	1.45	78.25	1.19	0.053
5	7.44	1.89	83.12	3.66	0.002
6	5.40	0.34	83.12	2.79	0.002

\bar{x}	6.56	1.12	81.05	1.72	0.041
VALOR MAX.	7.44	1.89	83.75	3.66	0.008
VALOR MIN.	5.40	0.34	78.25	0.35	0.002

2do. MUESTREO JUNIO 29-02 JUNIO/JULIO 1983					
NUMERO ESTACION	OXIG. DIS. mg/l	D.B.O ₅ mg/l	ALCALINIDAD mg/l	SALINIDAD ‰	NITRITOS mg/l
1	5.45	4.23	107.19	0.03	0.041
2	7.94	2.58	106.25	0.16	0.032
3	6.46	1.16	106.00	1.52	0.042
4	6.63	1.21	85.02	1.04	0.004
5	6.03	0.90	105.00	14.05	0.002
6	6.96	0.90	113.12	12.87	0.011

\bar{x}	7.02	1.76	103.96	5.05	0.022
VALOR MAX.	7.94	4.23	107.19	14.05	0.042
VALOR MIN.	6.46	0.90	85.02	0.16	0.002

3er. MUESTREO JULIO 27-30 JULIO 1983					
NUMERO ESTACION	OXIG. DIS. mg/l	D.B.O ₅ mg/l	ALCALINIDAD mg/l	SALINIDAD ‰	NITRITOS mg/l
1	3.88	1.27	78.25	0.40	0.030
2	3.37	0.78	78.25	0.14	0.012
3	4.40	1.93	68.00	2.21	0.030
4	5.18	3.38	64.50	0.31	0.037
5	5.01	1.57	65.00	3.67	0.001
6	5.03	1.44	65.00	1.77	0.002

\bar{x}	4.78	1.73	69.83	1.42	0.019
VALOR MAX.	5.18	3.38	78.25	3.67	0.037
VALOR MIN.	3.37	0.78	64.50	0.14	0.001

TABLA No. 7

4to. MUESTREO AGOSTO 24-27 AGOSTO 1983					
NUMERO ESTACION	OXIG. DIS. mg/l	D.B.O ₅ mg/l	ALCALINIDAD mg/l	SALINIDAD ‰	NITRITOS mg/l
1	9.82	5.90	73.75	0.83	0.003
2	9.22	4.18	73.75	0.11	0.005
3	7.77	4.65	98.75	0.88	0.005
4	7.90	4.40	102.50	0.23	0.006
5	8.44	3.62	92.50	3.59	0.004
6	9.98	4.34	92.50	1.78	0.002

\bar{X}	8.84	4.38	88.96	1.19	0.004
VALOR MAX.	9.98	5.09	102.50	3.59	0.006
VALOR MIN.	7.77	3.62	73.75	0.11	0.002

5to. MUESTREO SEPTIEMBRE 28-01 SEPT/OCT 1983					
NUMERO ESTACION	OXIG. DIS. mg/l	D.B.O ₅ mg/l	ALCALINIDAD mg/l	SALINIDAD ‰	NITRITOS mg/l
1	3.62	0.96	122.50	0.17	0.002
2	3.74	0.69	83.75	0.07	0.005
3	3.07	0.66	87.50	0.18	0.001
4	3.44	0.54	112.50	0.16	0.004
5	5.39	1.45	117.50	0.79	0.004
6	5.39	2.17	115.00	0.42	0.002

\bar{X}	4.08	1.06	106.46	0.38	0.003
VALOR MAX.	5.39	2.17	117.50	0.79	0.005
VALOR MIN.	3.07	0.54	83.75	0.07	0.001

6to. MUESTREO OCTUBRE 26-29 OCTUBRE 1983					
NUMERO ESTACION	OXIG. DIS. mg/l	D.B.O ₅ mg/l	ALCALINIDAD mg/l	SALINIDAD ‰	NITRITOS mg/l
1	---	---	---	---	---
2	4.70	0.93	75.00	0.52	0.007
3	5.48	1.54	95.00	0.35	0.004
4	5.85	1.15	85.00	0.67	0.002
5	5.42	1.15	77.50	1.12	0.003
6	5.39	1.15	93.00	0.73	0.002

\bar{X}	5.25	1.18	85.50	0.68	0.004
VALOR MAX.	5.85	1.54	95.00	1.12	0.007
VALOR MIN.	4.70	0.93	75.00	0.35	0.002

TABLA No. 8

7mo. MUESTRO NOVIEMBRE 30-03 NOV/DIC. 1983					
NUMERO ESTACION	OXIG. DIS. mg/l	D.B.O. ₅ mg/l	ALCALINIDAD mg/l	SALINIDAD ‰	NITRITOS mg/l
1	4.52	0.96	81.25	0.68	0.003
2	4.64	0.96	82.50	0.30	0.008
3	4.34	0.36	98.75	1.00	0.005
4	4.70	1.51	106.25	0.03	0.012
5	4.70	1.48	95.00	1.97	0.001
6	5.00	1.33	100.00	1.60	0.003

\bar{X}	4.67	1.10	87.29	1.04	0.005
VALOR MAX.	5.00	1.51	106.25	1.97	0.012
VALOR MIN.	4.34	0.36	61.25	0.03	0.001

TABLA No. 9

« PARAMETROS QUIMICOS » (ESTACIONAL)

ESTACION No. 1

MESES	OXIG. DIS. mg/l	D.B.O. ₅ mg/l	ALCALINIDAD mg/l	SALINIDAD ‰	NITRITOS mg/l
MAYO	7.44	1.54	78.59	0.74	0.002
JUNIO	8.45	4.23	107.19	0.63	0.041
JULIO	3.66	1.27	78.25	0.40	0.030
AGOSTO	9.82	5.00	73.75	0.63	0.003
SEPTIEMBRE	3.62	0.96	122.50	0.17	0.002
OCTUBRE	---	---	---	---	---
NOVIEMBRE	4.52	0.96	61.25	0.68	0.003

\bar{X}	6.29	2.33	85.92	0.54	0.024
VALOR MAX.	9.82	5.00	122.50	0.74	0.062
VALOR MIN.	3.62	0.96	73.75	0.17	0.002

ESTACION No. 2

MESES	OXIG. DIS. mg/l	D.B.O. ₅ mg/l	ALCALINIDAD mg/l	SALINIDAD ‰	NITRITOS mg/l
MAYO	5.82	0.88	83.12	0.35	0.054
JUNIO	7.04	2.50	106.25	0.16	0.032
JULIO	3.37	0.70	78.25	0.14	0.012
AGOSTO	9.22	4.10	73.75	0.11	0.005
SEPTIEMBRE	3.74	0.80	83.75	0.07	0.005
OCTUBRE	4.70	0.30	75.00	0.52	0.007
NOVIEMBRE	4.64	0.00	62.50	0.30	0.000

\bar{X}	5.48	1.45	80.37	0.24	0.017
VALOR MAX.	9.22	4.10	106.25	0.52	0.054
VALOR MIN.	3.37	0.30	62.50	0.07	0.000

TABLA No. 10

ESTACION No. 3					
MESES	OXIG. DIS. mg/l	D. B. O. ₅ mg/l	ALCALINIDAD mg/l	SALINIDAD ‰	NITRITOS mg/l
MAYO	6,95	0,82	83,75	1,59	0,068
JUNIO	6,46	1,16	106,00	1,52	0,042
JULIO	4,46	1,93	68,00	2,21	0,038
AGOSTO	7,77	4,85	88,75	0,88	0,005
SEPTIEMBRE	3,07	0,66	87,50	0,18	0,001
OCTUBRE	5,48	0,54	95,00	0,35	0,004
NOVIEMBRE	4,34	0,36	98,75	1,60	0,005

X	5,48	1,45	91,11	1,20	0,022
VALOR MAX.	7,77	4,85	106,00	2,21	0,068
VALOR MIN.	3,07	0,36	68,00	0,18	0,001

ESTACION No. 4					
MESES	OXIG. DIS. mg/l	D. B. O. ₅ mg/l	ALCALINIDAD mg/l	SALINIDAD ‰	NITRITOS mg/l
MAYO	6,63	1,45	78,25	1,19	0,055
JUNIO	6,63	1,21	85,62	1,04	0,004
JULIO	5,18	3,38	64,50	0,31	0,037
AGOSTO	7,98	4,40	102,50	0,23	0,006
SEPTIEMBRE	3,44	0,54	112,50	0,18	0,004
OCTUBRE	6,85	1,15	85,00	0,67	0,002
NOVIEMBRE	4,76	1,51	106,25	0,03	0,012

X	6,77	1,95	90,66	0,52	0,017
VALOR MAX.	7,98	4,40	112,50	1,19	0,055
VALOR MIN.	3,44	0,54	64,50	0,03	0,002

TABLA No. 11

ESTACION		No. 5			
MESES	OXIG. DIS. mg/l	D.B.O. ₅ mg/l	ALCALINIDAD mg/l	SALINIDAD ‰	NITRATOS mg/l
MAYO	7.44	1.89	83.12	3.86	0.003
JUNIO	8.63	0.60	105.00	14.05	0.002
JULIO	5.91	1.57	85.00	3.87	0.001
AGOSTO	8.44	3.62	92.50	3.59	0.004
SEPTIEMBRE	5.30	1.45	117.50	0.79	0.004
OCTUBRE	5.42	1.15	77.50	1.13	0.003
NOVIEMBRE	4.70	1.45	95.00	1.97	0.001
\bar{x}	6.26	1.88	90.80	4.11	0.003
VALOR MAX.	8.44	3.62	117.50	14.05	0.004
VALOR MIN.	4.70	0.60	65.00	0.79	0.001

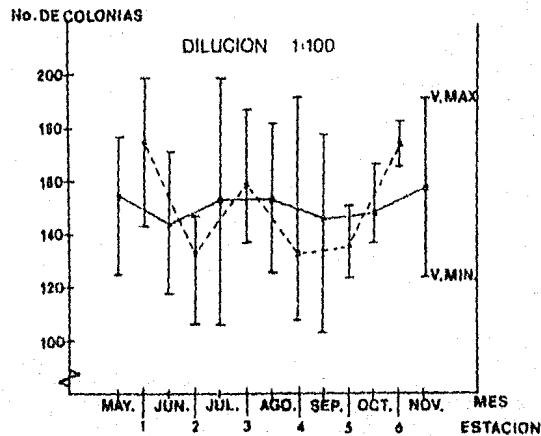
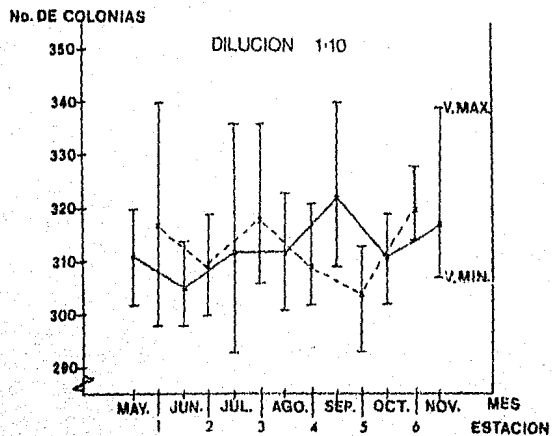
ESTACION		No. 6			
MESES	OXIG. DIS. mg/l	D.B.O. ₅ mg/l	ALCALINIDAD mg/l	SALINIDAD ‰	NITRATOS mg/l
MAYO	5.40	0.34	83.12	2.79	0.002
JUNIO	6.96	0.90	113.12	12.87	0.011
JULIO	5.85	1.45	85.00	1.77	0.002
AGOSTO	9.80	4.34	92.50	1.78	0.002
SEPTIEMBRE	5.30	2.17	115.00	0.42	0.002
OCTUBRE	5.30	1.15	85.00	0.73	0.003
NOVIEMBRE	5.00	1.33	100.00	1.66	0.003
\bar{x}	6.25	1.67	94.82	3.15	0.004
VALOR MAX.	9.80	4.34	115.00	12.87	0.011
VALOR MIN.	5.00	0.34	85.00	0.42	0.002

TABLA No. 12

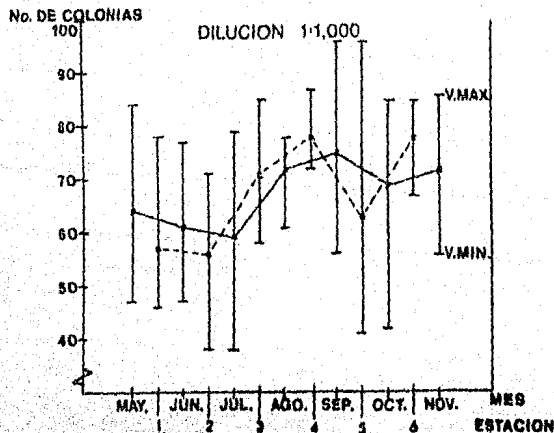
RECUESTO DE ORGANISMOS TOTALES (CUENTA NORMAL EN PLACA 35°C)

No. ESTACION DILUCIONES MESES	1			2			3			4			5			6			10 ⁻¹			10 ⁻²			10 ⁻³			
	ml			ml			ml			ml			ml			ml			\bar{X}	VAL.	VAL.	\bar{X}	VAL.	VAL.	\bar{X}	VAL.	VAL.	
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.		
MAYO	302	169	47	304	136	58	316	177	64	309	125	76	313	151	53	320	172	84	311	320	302	165	177	125	64	84	47	
JUNIO	298	143	52	300	133	47	310	171	58	305	118	72	304	135	62	314	166	77	305	314	298	144	171	118	61	77	47	
JULIO	307	199	46	304	106	38	336	187	74	309	108	77	293	140	41	325	178	79	312	336	293	153	199	106	59	79	38	
AGOSTO	315	182	78	316	147	61	323	155	69	302	126	73	301	131	75	316	177	75	312	323	301	153	182	126	72	78	61	
SEPTIEMBRE	340	178	63	312	138	56	319	138	79	321	115	87	309	137	96	328	172	67	322	340	309	146	178	115	75	96	56	
OCTUBRE	---	---	---	319	137	60	306	149	85	312	147	73	302	139	42	317	167	85	311	319	302	148	167	137	69	85	42	
NOVIEMBRE	339	177	56	311	132	71	313	137	68	308	192	86	307	124	73	322	183	78	317	339	307	156	192	124	72	86	56	
\bar{X}	317	175	57	309	133	56	318	159	71	309	133	78	304	136	63	320	174	78										
VAL. MAX.	340	199	78	319	147	71	336	137	58	321	192	87	313	151	96	328	183	85										
VAL. MIN.	298	143	46	300	106	38	306	187	85	302	108	72	293	124	41	314	166	67										

TABLA No. 13



GRAFICA No. 1



RECUENTO DE ORGANISMOS
TOTALES:

— \bar{x} ESTACIONAL/MES.

- - - \bar{x} MENSUAL/ESTACION.

MORFOLOGIA MACROSCOPICA COLONIAL DEL RECUENTO DE ORGANISMOS TOTALES (GLOBAL)

CARACT. COLONIALES	COLONIA No. 1	COLONIA No. 2	COLONIA No. 3	COLONIA No. 4	COLONIA No. 5	COLONIA No. 6	COLONIA No. 7
FORMA	RIZOIDE	CIRCULAR	FUSIFORME	PUNTIFORM	CIRCULAR	PUNTIFORM	CIRCULAR
BORDE	LOBULADO	ENTERO	ONDULADO	ENTERO	ENTERO	LISO	ENTERO
COLOR	CREMA	AMBAR	BLANCA AMARILLA	AMARILLO CLARO	MAMEY	NARANJA	CAFE CLARO
ELEVACION	ELEVADA	CONVEXA	PLANA	CONVEXA	CONVEXA	CONVEXA	PULVINADA
ESTRUCTURA	AMORFA	FINA	GRANULOSA	FINA	FINA	FINA	AMORFA
SUPERFICIE	ERIZADA	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA	LISA	BRILLANTE	GRANULOSA
OPACIDAD	TRANSLUC.	OPACA	OPACA	TRANSLUC.	OPACA	OPACA	OPACA
CONSISTENCIA	VISCOSA	PASTOSA	MEMBRANOSA	VISCOSA	VISCOSA	PASTOSA	PASTOSA
DIFERENCIACION	DIFUSA	AISLADA	AISLADA	AISLADA	DIFERENC.	AISLADA	DIFERENC.
DIMENSION	1-5 mm	2-4 mm	1-3 mm	1-4 mm	1-3 mm	1-3 mm	1.5-4 mm
TINCION Gram	+	+	+	+	+	+	-
GRUPO	COCOS	ESTREPTO- BACILO.	COCOS	ESTREPTO- COCOS	ESTAFILO- COCOS	ESTAFILO- COCOS	BACILOS

TABLA No. 14

CARACT. COLONIALES	COLONIA No. 8	COLONIA No. 9	COLONIA No. 10	COLONIA No. 11	COLONIA No. 12	COLONIA No. 13	COLONIA No. 14
FORMA	FUSIFORME	CIRCULAR	PUNTIFORME	AMIBOIDE	SEMICIRC.	CIRCULAR	AMIBOIDE
BORDE	ONDULADO	ENTERO	ENTERO	ONDULADO	ENTERO	ENTERO	LOBULADO
COLOR	ROSA	VERDE	BLANCA	CREMA c/ GRIS	AMARILLO CAJARTO	ZANAHORIA	CAFE OSCURO
ELEVACION	CONVEXA	CONVEXA	CONVEXA	UMBONADA	ELEVADA	CONVEXA	UMBONADA
ESTRUCTURA	FINA	AMORFA	AMORFA	FINA	FINA	AMORFA	GRANULOSA
SUPERFICIE	RUGOSA	LISA	LISA	ERIZADA	RUGOSA	RUGOSA	GRANULOSA
OPACIDAD	OPACA	OPACA	OPACA	OPACA	OPACA	TRANSLUC.	OPACA
CONSISTENCIA	VISCOSA	PASTOSA	VISCOSA	VISCOSA	PASTOSA	MEMBRANOSA	PASTOSA
DIFERENCIACION	AISLADA	AISLADA	AISLADA	DIFUSA	AISLADA	AISLADA	AISLADA
DIMENSION	2-4 mm	2-5 mm	1-4 mm	2-5 mm	6-8 mm	2-4 mm	2-6 mm
TINCION Gram	+	-	-	+	+	+	+
GRUPO	ESTREPTO- COCOS	BACILOS	BACILOS	COCOS	ESTAFILO- COCOS	BACILOS	BACILOS

TABLA No. 15

PROPORCIÓN DEL TIPO DE COLONIAS ENCONTRADAS EN EL
 RECUESTO DE ORGANISMOS MESOFÍLOS AEROBÍOS (35°C).
 MAYO

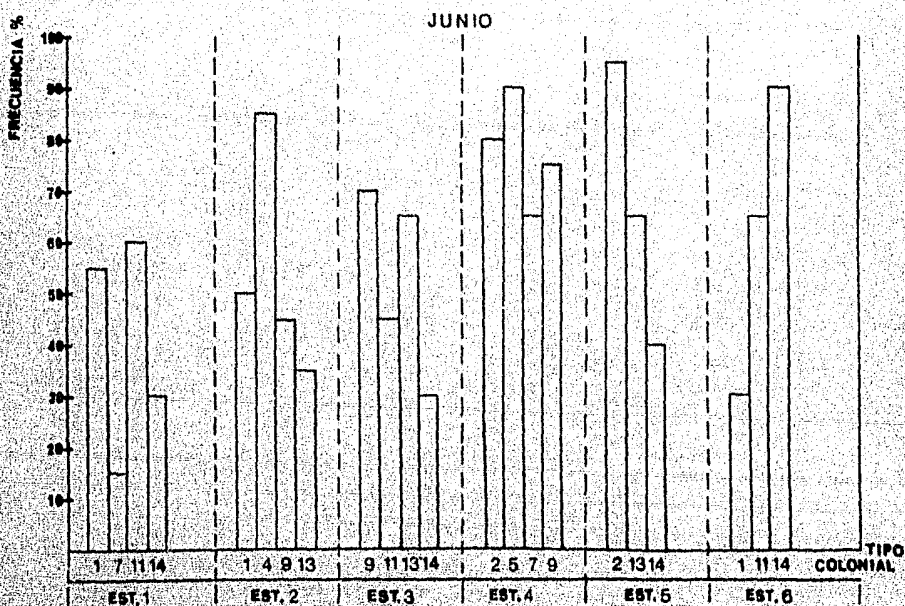
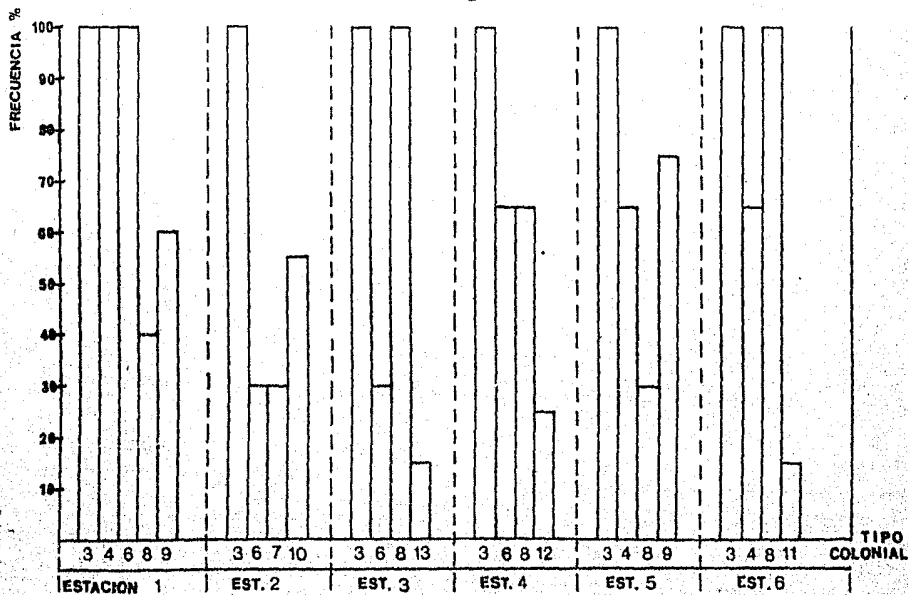
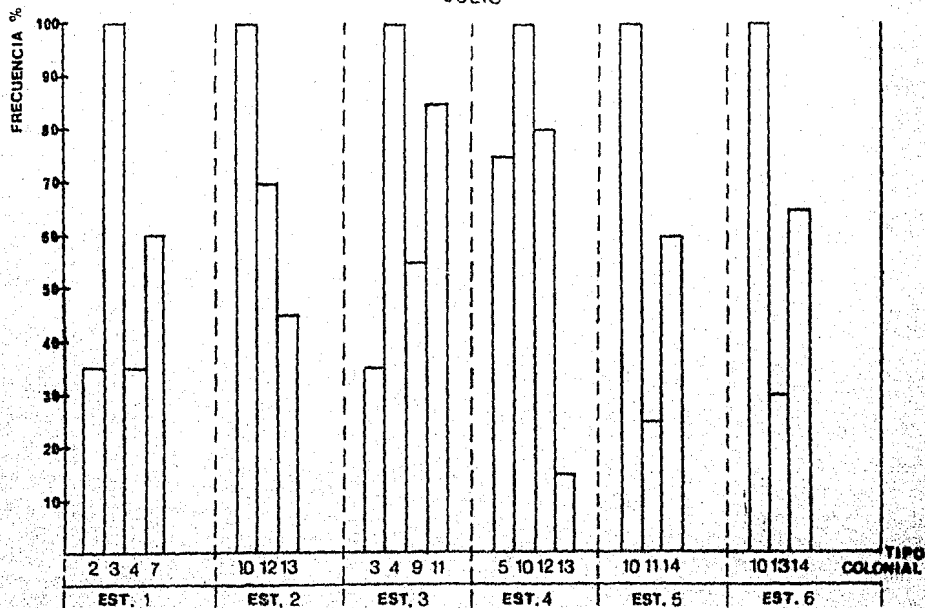


TABLA No. 16

JULIO



AGOSTO

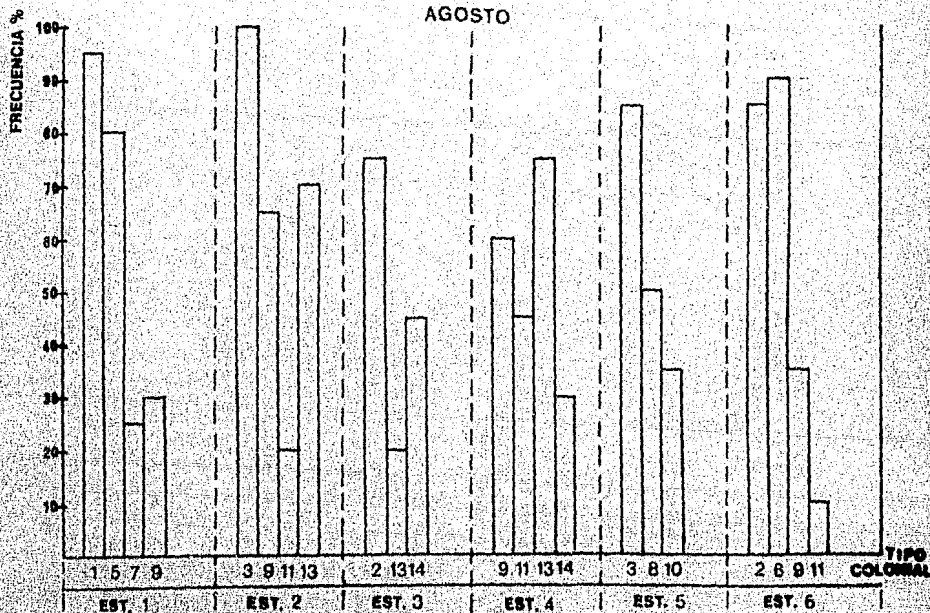
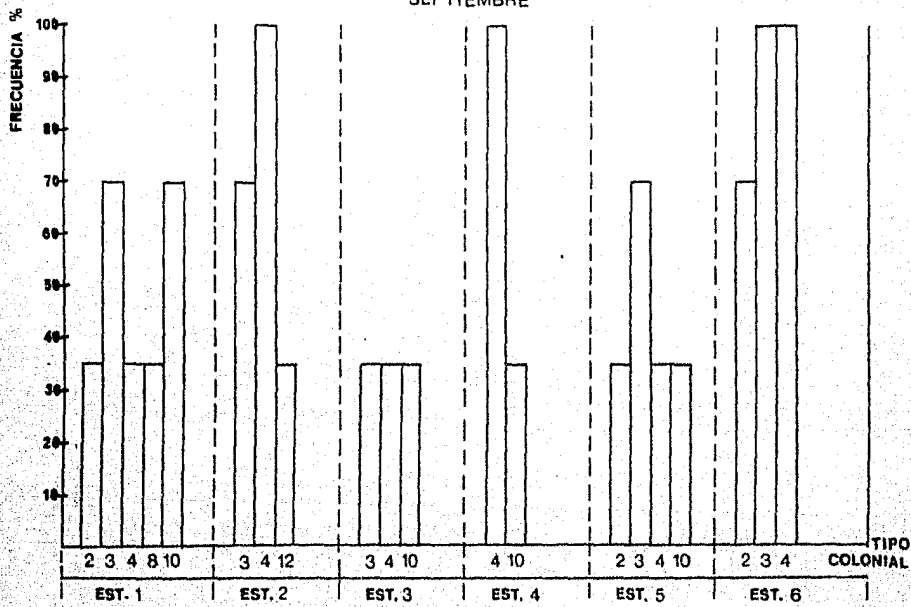


TABLA No. 17

SEPTIEMBRE



OCTUBRE

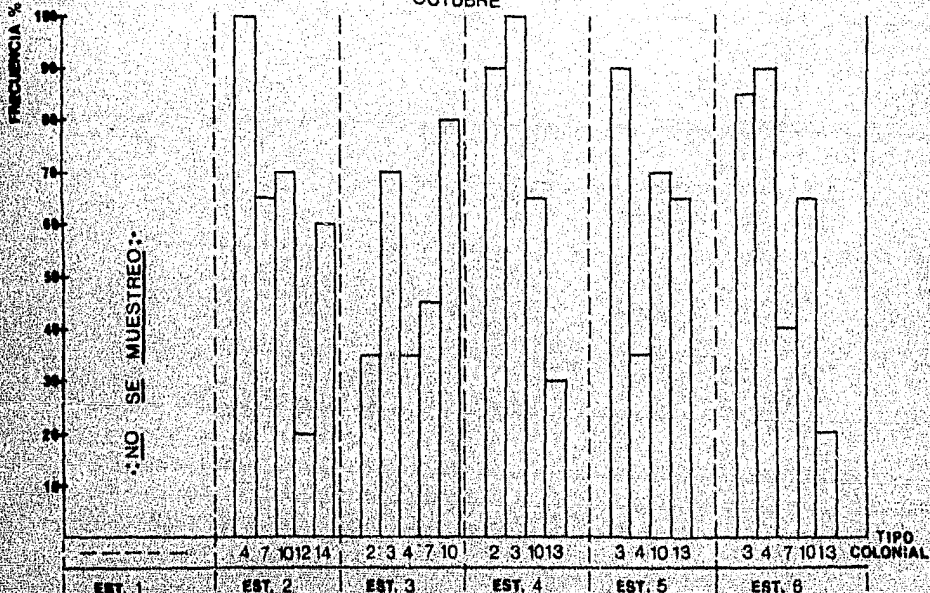


TABLA No. 18

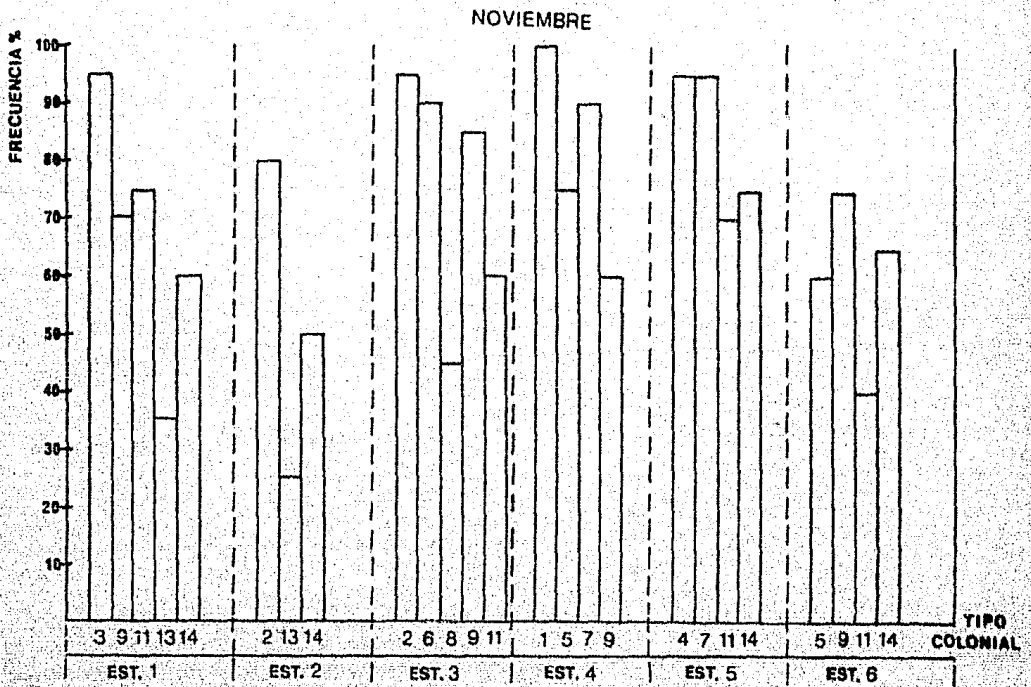


TABLA No. 19

COLIFORMES TOTALES

No. ESTACION	MESES MAYO NMP/100 ML	JUNIO NMP/100 ML	JULIO NMP/100 ML	AGOSTO NMP/100 ML	SEPTIEMBRE NMP/100 ML	OCTUBRE NMP/100 ML	NOVIEMBRE NMP/100 ML	\bar{X}	VALOR MAXIMO	VALOR MINIMO
1	2,000	5,000	11,000	11,000	11,000	---	11,000	7,286	11,000	2,000
2	2,000	5,000	5,000	5,000	11,000	11,000	11,000	7,143	11,000	2,000
3	900	1,500	5,000	5,000	5,000	5,000	2,000	3,436	5,000	900
4	5,000	2,000	11,000	1,500	11,000	11,000	11,000	7,500	11,000	2,000
5	900	900	900	900	1,500	2,000	5,000	1,729	5,000	900
6	5,000	5,000	11,000	2,000	5,000	5,000	2,000	5,000	11,000	2,000
\bar{X}	2,633	3,233	7,316	4,233	7,416	5,666	7,000			
VALOR MAX.	5,000	5,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000			
VALOR MIN.	900	900	900	900	1,500	2,000	2,000			

TABLA No. 20

COLIFORMES FECALES

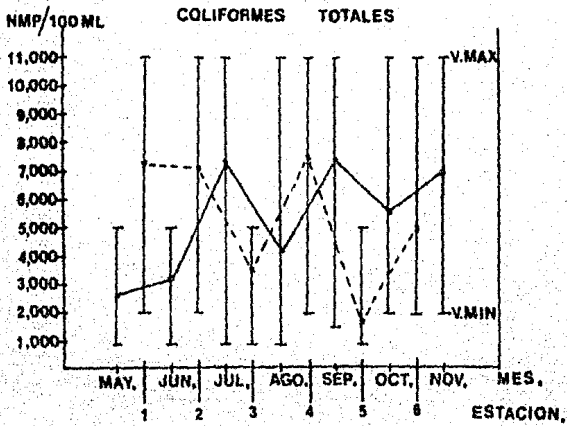
No. MESES ESTACION	MAYO NMP/100 ML	JUNIO NMP/100 ML	JULIO NMP/100 ML	AGOSTO NMP/100 ML	SEPTIEMBRE NMP/100 ML	OCTUBRE NMP/100 ML	NOVIEMBRE NMP/100 ML	\bar{X}	VALOR MAXIMO	VALOR MINIMO
1	2,000	2,000	11,000	5,000	11,000	---	11,000	6,000	11,000	2,000
2	1,500	1,500	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	4,000	5,000	1,500
3	900	1,500	1,500	1,500	1,500	5,000	900	1,829	5,000	900
4	5,000	1,500	1,500	1,500	5,000	5,000	5,000	4,000	5,000	1,500
5	900	900	900	900	1,500	2,000	900	1,143	2,000	900
6	2,000	5,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,359	5,000	2,000
\bar{X}	2,050	2,066	3,650	2,650	4,333	3,166	4,133			
VALOR MAX.	5,000	5,000	11,000	5,000	11,000	5,000	11,000			
VALOR MIN.	900	900	900	900	1,500	2,000	900			

TABLA No. 21

ESTREPTOCOCOS FECALES

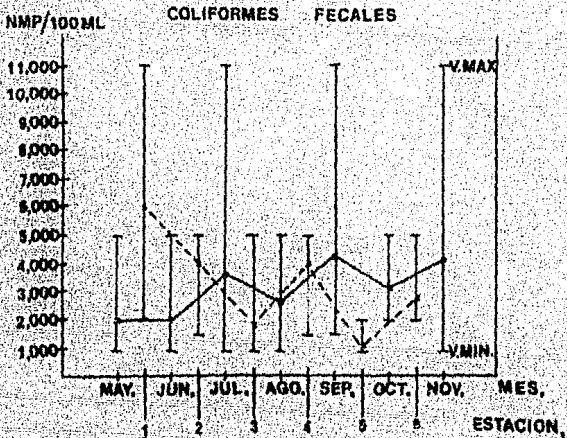
No. ESTACION	MESES	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	\bar{X}	VALOR MAXIMO	VALOR MINIMO
		NMP/100 ML	NMP/100 ML	NMP/100 ML	NMP/100 ML	NMP/100 ML	NMP/100 ML	NMP/100 ML			
1		1,500	1,500	1,500	900	900	---	1,500	1,300	1,500	900
2		900	900	900	400	900	900	900	829	900	400
3		400	900	400	400	230	900	400	519	900	230
4		900	400	900	900	400	900	900	757	900	400
5		230	400	230	400	230	700	400	370	700	230
6		900	1,500	1,500	2,000	1,500	900	900	1,314	2,000	900
	\bar{X}	805	933	905	833	693	860	833			
	VALOR MAX.	1,500	1,500	1,500	2,000	1,500	900	1,500			
	VALOR MIN.	230	400	230	400	230	700	400			

TABLA No. 22



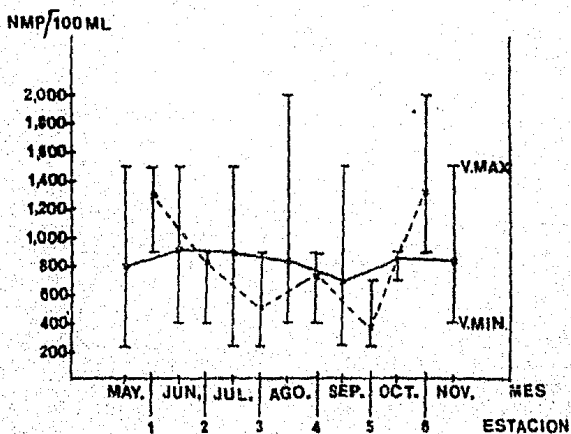
———— \bar{x} ESTACIONAL/MES.

----- \bar{x} MENSUAL/EST.



GRAFICA No. 2

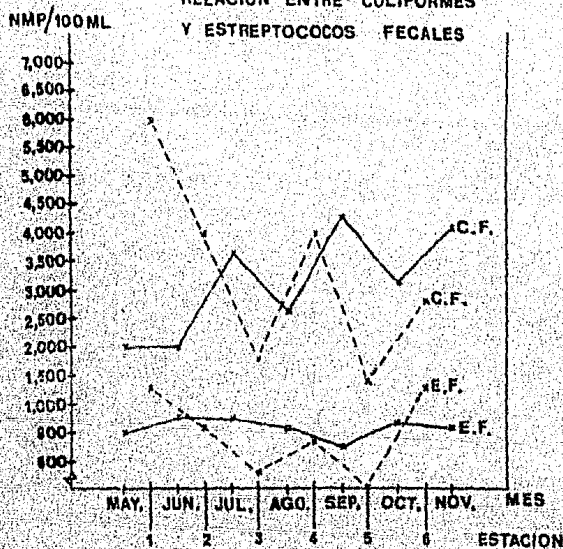
ESTREPTOCOCOS FECALES



— \bar{x} ESTACIONAL/MES.

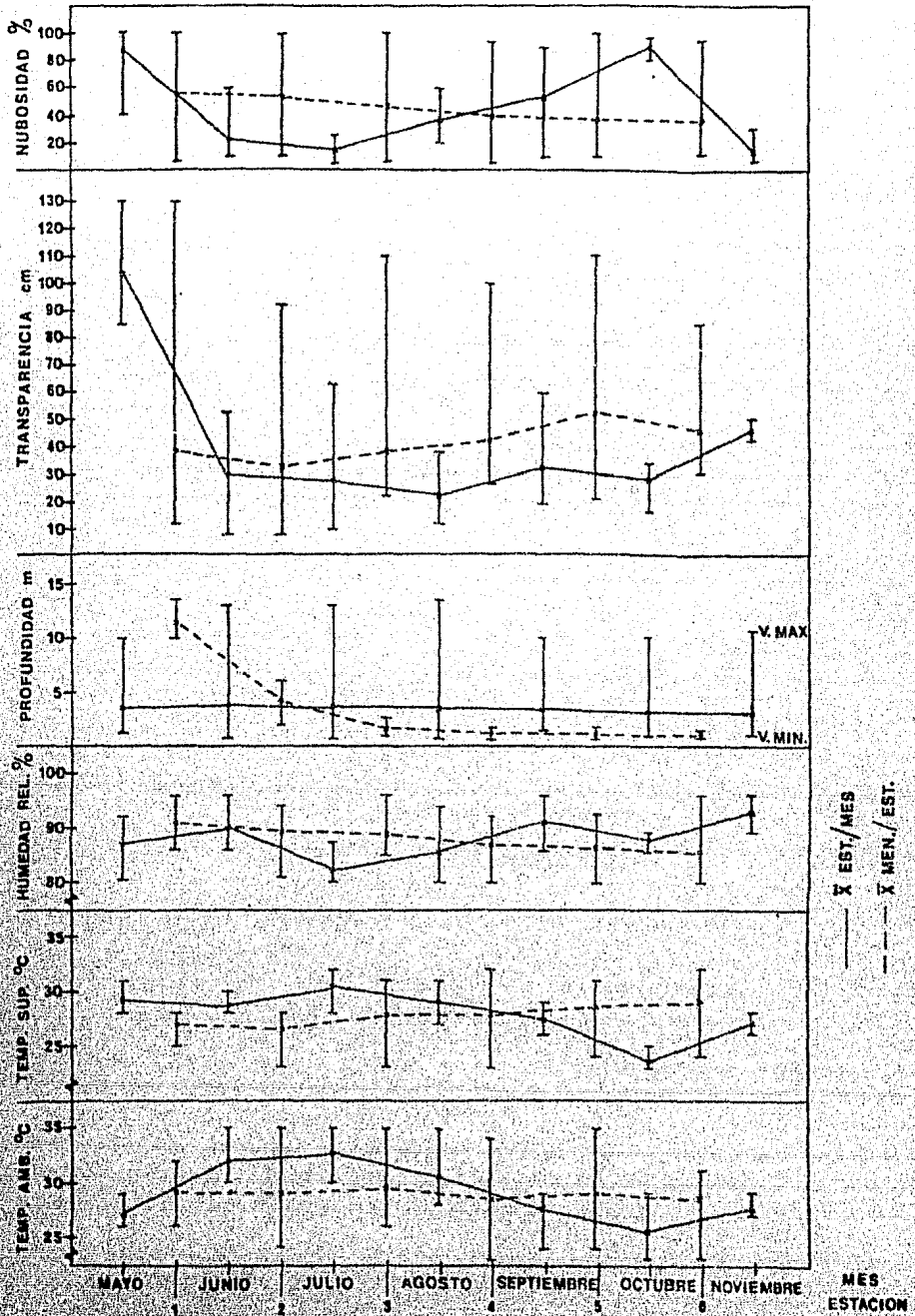
- - - \bar{x} MENSUAL/EST.

RELACION ENTRE COLIFORMES Y ESTREPTOCOCOS FECALES



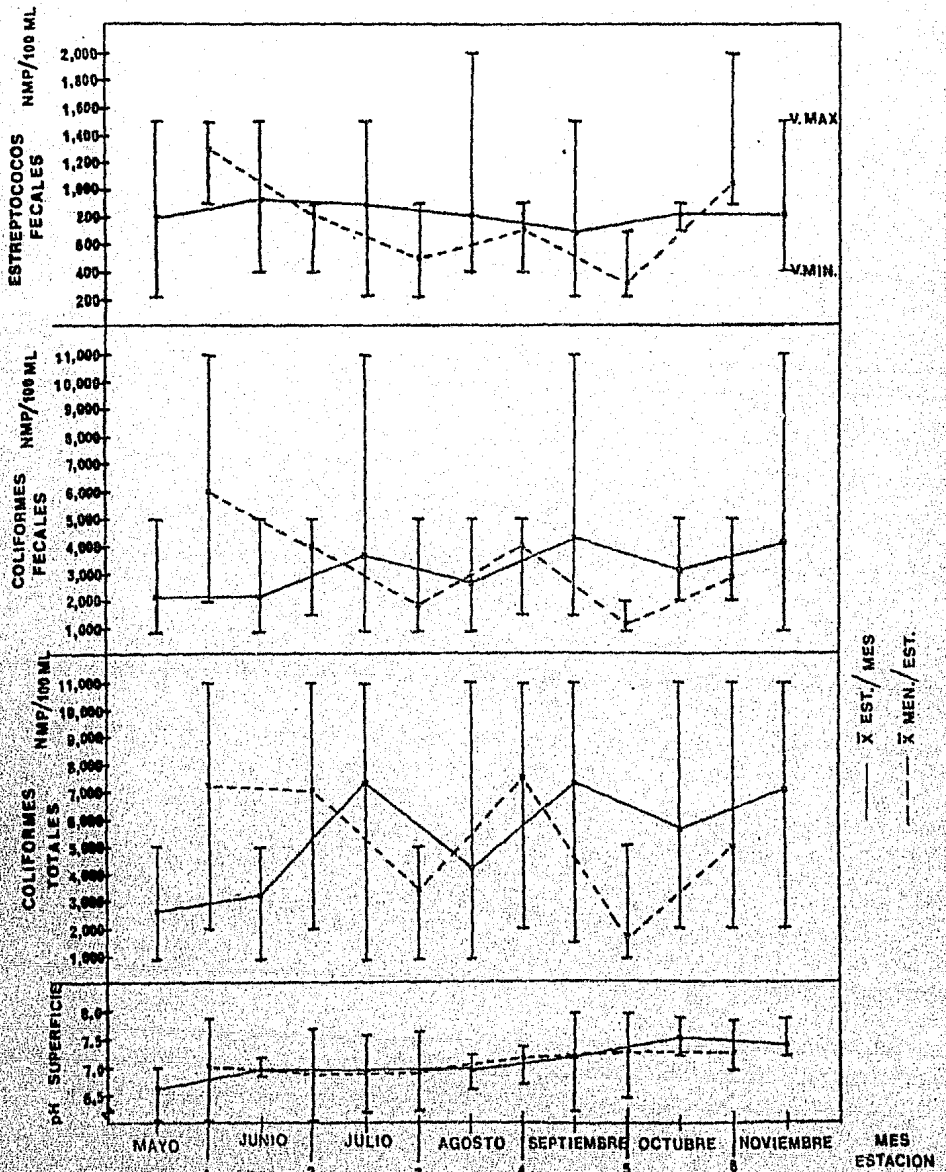
PARAMETROS FISICOS (ESTACIONAL Y MENSUAL).

GRAFICA No. 4



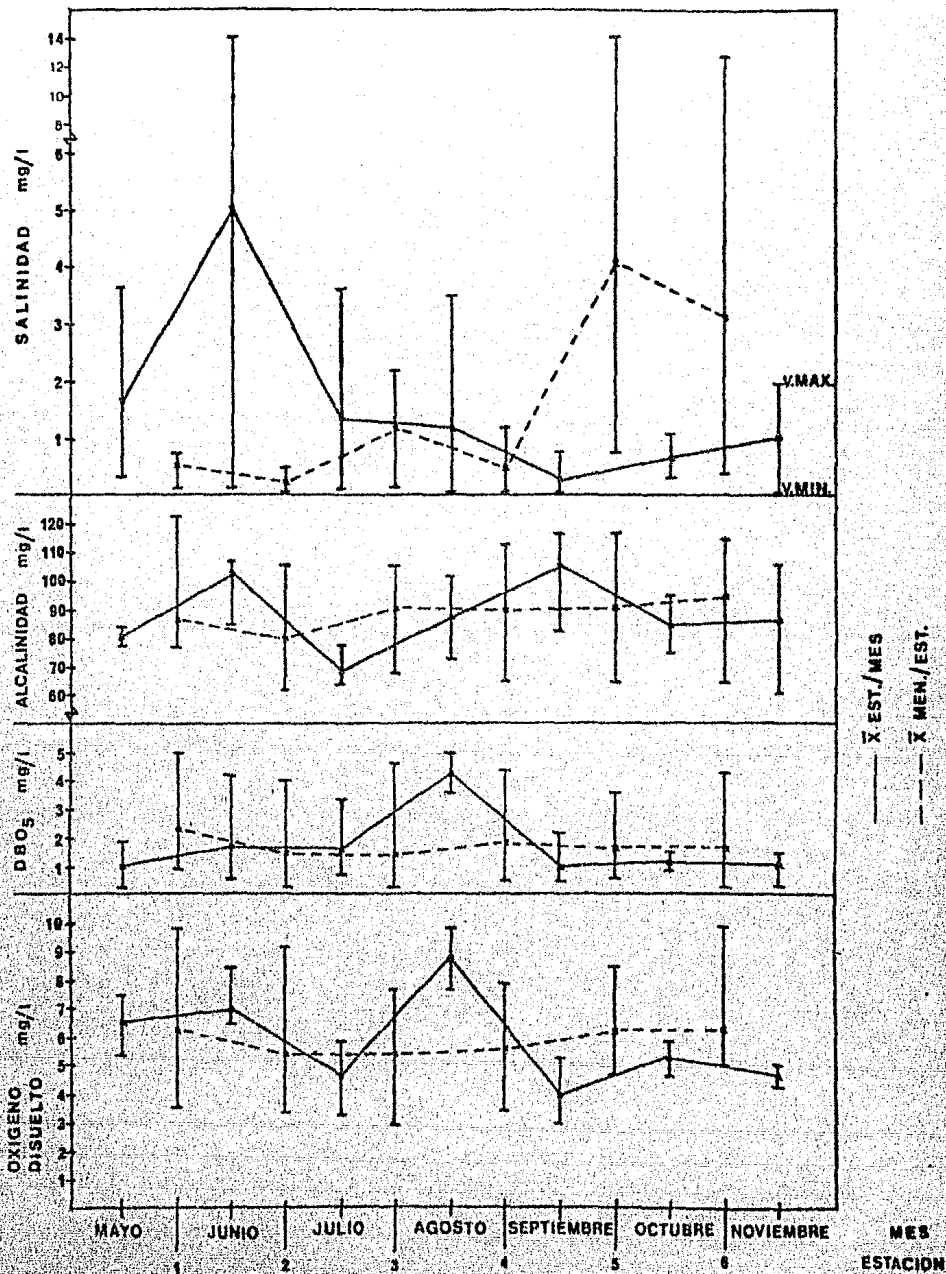
CONTINUACION A LA GRAFICA ANTERIOR

GRAFICA No. 4.1



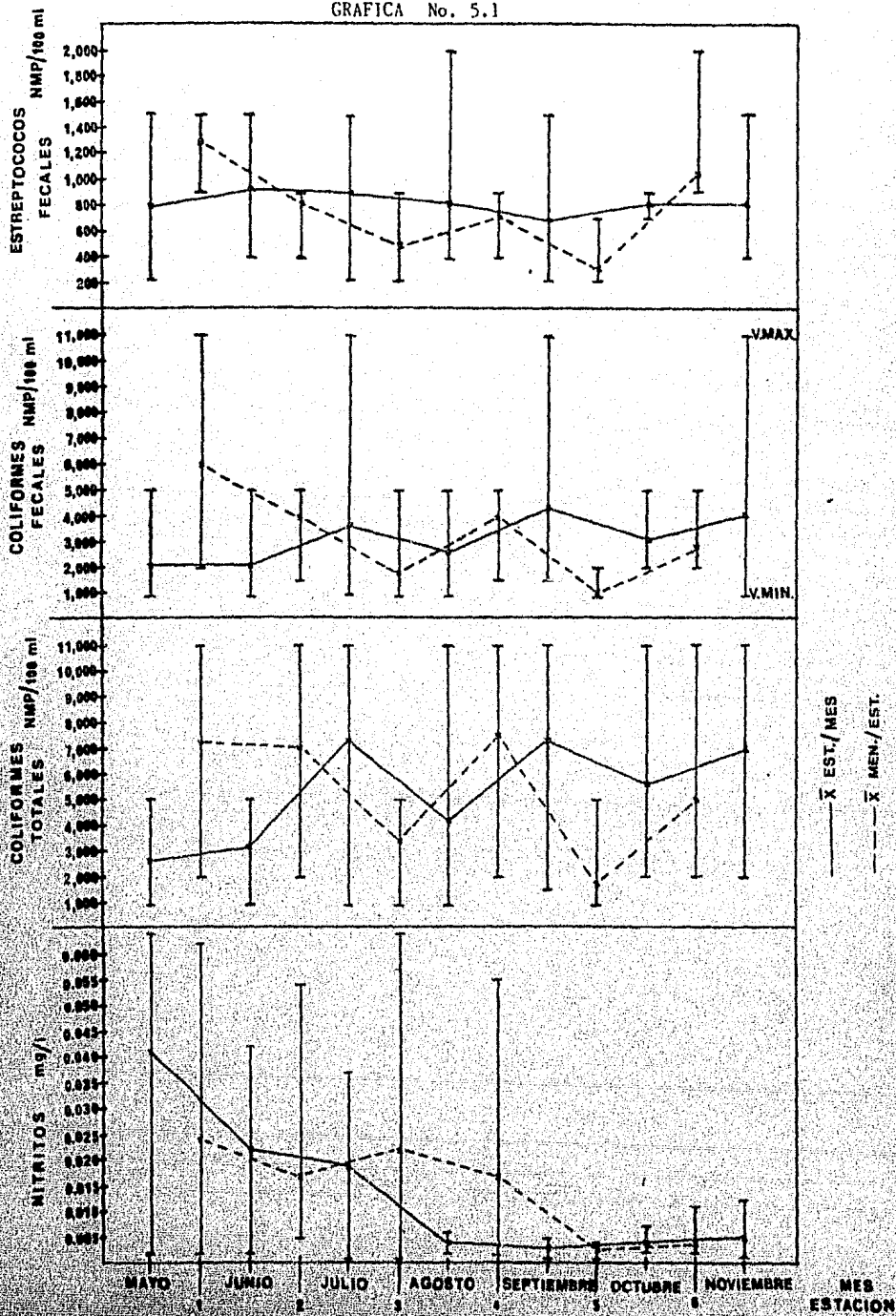
PARAMETROS QUIMICOS (ESTACIONAL Y MENSUAL)

GRAFICA No. 5



CONTINUACION A LA GRAFICA ANTERIOR

GRAFICA No. 5.1



MORFOLOGIA MACROSCOPICA COLONIAL DEL GENERO Salmonella sp
OBSERVADA EN Agar Verde Brillante.

PRUEBAS BIOQUIMICAS

CARACTERISTICAS COLONIALES				
FORMA	IRREGULAR	CILINDRICA	CILINDRICA	CIRCULAR
BORDE	ONDUADO	ENTERO	ENTERO	RIZADAS
COLOR	BLANCAS c/CENTRO ROJIZO CLARO	ROSA PALIDO	BLANCAS	BLANCAS c/HALO ROSA PALIDO
ELEVACION	CONVEXA	CONVEXA	ELEVADA	CONVEXA
ESTRUCTURA	FINA	FINA	FINA	FINA
SUPERFICIE	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA
OPACIDAD Y LUZ	OPACA	OPACA	OPACA	TRANSPARENTE
CONSISTENCIA	VISCOSA	VISCOSA	FASIOSA	VISCOSA
DIFERENCIACION	ATSLADA	ATSLADA	ATSLADA	DIFERENCIADA
DIMENSION	2-3 mm	2-3 mm	2-4 mm	1-5 mm
* *	(1)	(2)	(3)	(4)
ESPECIE	<u>S. choleraesuis</u>	<u>S. enteritidis</u>	<u>S. schottmulleri</u>	<u>S. choleraesuis</u>

CITRATO	+	-	+	+
H ₂ S (TSI)	+	+	+	+
MOVILIDAD	+	+	+	+
INDOL	-	-	-	-
GELATINA 22 °C	-	-	-	-
CATALASA	-	+	+	-
H.M.	-	+	-	-
V.P.	-	-	-	-
MANITOL	+ (A)	+ (A)	+ (A)	+ (A)
GLUCOSA	+ (A)	+ (A)	+ (A)	+ (A)
LACTOSA	-	- A	-	-
SACAROSA	-	- A	-	-
NITRATOS	+	-	-	+

* * (1) (2) (3) (4)

TABLA No. 23

MORFOLOGIA MACROSCOPICA COLONIAL DEL GENERO Salmonella sp.
OBSERVADA EN Agar Salmonella-Shigella.

PRUEBAS BIOQUIMICAS

CARACTERISTICAS COLONIALES				
FORMA	CIRCULAR	CIRCULAR	CIRCULAR	
BORDE	ENTERO	ENTERO	LISO	
COLOR	NEGRAS	AMARILLO CLARO A INCOLORAS	INCOLORA CON CENTRO NEGRO	
ELEVACION	CONVEXA	CONVEXA	CONVEXA	
ESTRUCTURA	FINA	FINA	FINA	
SUPERFICIE	RUGOSA	RUGOSA	RUGOSA	
OPACIDAD Y LIZ	OPACA	TRANSLUCIDA	TRANSLUCIDA	
CONSISTENCIA	VISCOSA	VISCOSA	VISCOSA	
DIFERENCIACION	AI SLADA	AI SLADA	DIFERENCIADA	
DIMENSION	1-3 mm	1-3 mm	1-2 mm	
* *	(1)	(2)	(3)	
ESPECIE	<u>S. enteritidis</u>	<u>S. choleraesuis</u>	<u>S. choleraesuis</u>	

CITRATO	-	+	+	
H ₂ S (TSI)	+	+	+	
MOVILIDAD	+	+	+	
INDOL	-	-	-	
GELATINA 22 °C	-	-	-	
CATALASA	+	-	-	
R.M.	+	-	-	
V.P.	-	-	-	
MANTOL	+ (A)	+ (A)	+ (A)	
GLUCOSA	+ (A)	+ (A)	+ (A)	
LACTOSA	- A	-	-	
SACAROSA	- A	-	-	
NITRATOS	-	+	+	

* * (1) (2) (3)

TABLA No. 24

MORFOLOGIA MACROSCOPICA COLONIAL DEL GENERO Salmonella sp.
OBSERVADA EN Ager MacConkey

PRUEBAS BIOQUIMICAS

CARACTERISTICAS COLONIALES			
FORMA	CIRCULAR	IRREGULAR	PUNTIFORME
BORDE	ONDULADO	ENTERO	ENTERO
COLOR	ROSA PALIDO CON CENTRO AMBAR	AMBAR CON HALO BLANCO	AMBAR CLARO A INCOLORAS
ELEVACION	PLANA	CONVEXA	CONVEXA
ESTRUCTURA	FINA	FINA	FINA
SUPERFICIE	LISA	RUGOSA	RUGOSA
OPACIDAD Y LUZ	TRANSLUCIDA	TRANSLUCIDA	TRANSLUCIDA
CONSISTENCIA	VISCOSA	VISCOSA	VISCOSA
DIFERENCIACION	DIFERENCIADA	ATSLADA	ATSLADA
DIMENSION	1-4 mm	2-4 mm	1-3 mm
**	(1)	(2)	(3)
ESPECIE	<u>S. schottmulleri</u>	<u>S. enteritidis</u>	<u>S. enteritidis</u>

CITRATO	+	-	-
H ₂ S (TSI)	+	+	+
MOVILIDAD	+	+	+
INDOL	-	-	-
GELATINA 22 °C	-	-	-
CATALASA	+	+	+
R.M.	-	+	+
V.P.	-	-	-
MANITOL	+ (A)	+ (A)	+ (A)
GLUCOSA	+ (A)	+ (A)	+ (A)
LACTOSA	-	- A	- A
SACAROSA	-	- A	- A
NITRATOS	-	-	-

** (1) (2) (3)

TABLA No. 25

MORFOLOGIA MICROSCOPICA COLONIAL DEL GENERO Salmonella sp.
OBSERVADA EN Agar E.A.M.

PRUEBAS BIOQUIMICAS

CARACTERISTICAS COLONIALES				
FORMA	CIRCULAR	CIRCULAR		
BORDE	ENTERO	ONDULADO		
COLOR	AMBAR	INOCULRAS		
ELEVACION	ELEVADA	CONVEXA		
ESTRUCTURA	FINA	FINA		
SUPERFICIE	RUGOSA	RUGOSA		
OPACIDAD Y LIZ	TRANSLUCIDA	TRANSLUCIDA		
CONSISTENCIA	VISCOZA	VISCOZA		
DIFERENCIACION	AISLADA	AISLADA		
DIMENSION	1-3 mm	2 mm		
* *	(1)	(2)		
ESPECIE	<u>S. enteritidis</u>	<u>S. schottmulleri</u>		

CITRATO	-	+		
H ₂ S (TSI)	+	+		
MOVILIDAD	+	+		
INDOL	-	-		
GELATINA 22 °C	-	-		
CATALASA	+	+		
R.M.	+	-		
V.P.	-	-		
MANTOL	+	(A)		
GLUCOSA	+	(A)		
LACTOSA	-	A		
SACAROSA	-	A		
NITRATOS	-	-		

* * (1) (2)

TABLA No. 26

MORFOLOGIA MACROSCOPICA COLONIAL DEL GENERO Salmonella sp.
OBSERVADA EN Agar Sulfito y Bismuto

PRUEBAS BIOQUIMICAS

CARACTERISTICAS COLONIALES				
FORMA	CIRCULAR	PUNTIIFORME		
BORDE	ENTERO	ENTERO		
COLOR	NEGRAS	CAFE OSCURAS		
ELEVACION	CONVEXA	ELEVADA		
ESTRUCTURA	FINA	FINA		
SUPERFICIE	RUGOSA	LISA		
OPACIDAD Y LIZ	OPACA	OPACA		
CONSISTENCIA	VISCOSA	VISCOSA		
DIFERENCIACION	AISLADA	AISLADA		
DIMENSION	2-3 mm	1-2 mm		
* *	(1)	(2)		
ESPECIE	<u>S. choleraesuis</u>	<u>S. choleraesuis</u>		

CITRATO	+	+		
H ₂ S (TSI)	+	+		
MOTILIDAD	+	+		
INDOL	-	-		
GELATINA 22 °C	-	-		
CATALASA	+	-		
R.M.	-	-		
V.P.	-	-		
MANITOL	+	(A)	+	(A)
GLUCOSA	+	(A)	+	(A)
LACTOSA	-	-		
SACAROSA	-	-		
NITRATOS	-	+		

* * (1) (2)

TABLA No. 27

MORFOLOGIA MACROSCOPICA COLONIAL DEL GENERO Shiella sp.
OBSERVADA EN Agar Sulfito y Bismuto

PRUEBAS BIOQUIMICAS

CARACTERISTICAS COLONIALES					CITRATO	-	-		
FORMA	PUNTIFORME	PUNTIFORME			H ₂ S (TSI)	-	-		
BORDE	ENTERO	GRULADO			MOVILIDAD	-	-		
COLOR	CAFE OSCURAS	CAFE VERDOSO			INDOL	-	-		
ELEVACION	CONVEXA	CONVEXA			GELATINA 22 °C	-	-		
ESTRUCTURA	FINA	FINA			CATALASA	+	+		
SUPERFICIE	RUGOSA	LISA			R.M.	-	-		
OPACIDAD Y LIZ	OPACA	OPACA			V.P.	-	-		
CONSISTENCIA	VISCOSA	VISCOSA			MANITOL	+	(A)	+	(A)
DIFERENCIACION	AISLADA	DIFERENCIALA			GLUCOSA	+	(A)	+	(A)
DIMENSION	1 mm	1 mm			LACTOSA	-	-		
* *	(1)	(2)			SACAROSA	-	-		
ESPECIE	<u>Sh. boydii</u>	<u>Sh. boydii</u>			NITRATOS	-	-		

* * (1) (2)

TABLA No. 28

MORFOLOGIA MACROSCOPICA COLONIAL DEL GENERO Shigella sp.
OBSERVADA EN Agar MacConkey

PRUEBAS BIOQUIMICAS

CARACTERISTICAS COLONIALES				
FORMA	PUNTIIFORME	CIRCULAR		
BORDE	ENTERO	ENTERO		
COLOR	AMAR	ROSA PALIDO CON HALO BLANCO		
ELEVACION	CONVEXA	CONVEXA		
ESTRUCTURA	FINA	FINA		
SUPERFICIE	RUGOSA	RUGOSA		
OPACIDAD Y LIZ.	TRANSLUCIDA	OPACA		
CONSISTENCIA	VISCOSA	VISCOSA		
DIFERENCIACION	ATSLADA	ATSLADA		
DIMENSION	1 mm	1-2 mm		
* *	(1)	(2)		
ESPECIE	<u>Sh. sonnei</u>	<u>Sh. alkaliscens</u>		

CITRATO	-	-		
H ₂ S (TST)	-	-		
MOVILIDAD	-	-		
INDOL	-	+		
GELATINA 22 °C	-	-		
CATALASA	+	-		
R.M.	+	-		
V.P.	-	-		
MANITOL	+ (A)	+ (A)		
GLUCOSA	+ (A)	+ (A)		
LACTOSA	+ (A)	- A		
SACAROSA	+ (A)	+ (A)		
NITRATOS	-	-		

* * (1) (2)

TABLA No. 29

MORFOLOGIA MICROSCOPICA COLONIAL DEL GENERO Stigella sp.
OBSERVADA EN Agar Selenazela-Stigella

PRUEBAS BIOQUIMICAS

CARACTERISTICAS COLONIALES					CITRATO	-			
FORMA	PUNTIFORME				H ₂ S (TSI)	-			
BORDE	ENTERO				MOVILIDAD	-			
COLOR	AMBAR CLARO A INCOLORAS				INDOL	-			
ELEVACION	CONVEXA				GELATINA 22 °C	-			
ESTRUCTURA	FINA				CATALASA	+			
SUPERFICIE	LISA-BRILLANTE				R.M.	+			
OPACIDAD Y LIE	TRANSLUCIDA				V.P.	-			
CONSISTENCIA	VISCOSA				MANTOL	+ (A)			
DIFERENCIACION	AISLADA				GLUCOSA	+ (A)			
DIMENSION	1 mm				LACTOSA	+ (A)			
* *	(1)				SACAROSA	+ (A)			
ESPECIE	<u>Sh. sonnei</u>				NITRATOS	-			

* * (1)

MORFOLOGIA MACROSCOPICA COLONIAL DEL GENERO Stigella sp.
OBSERVADA EN Agar E.A.M.

PRUEBAS BIOQUIMICAS

CARACTERISTICAS COLONIALES										
FORMA	PUNTIFORME					CITRATO	-			
BORDE	ONDULADO					H ₂ S (TSI)	-			
COLOR	AMBAR					MOVILIDAD	-			
ELEVACION	CONVEXA					INOCUL	-			
ESTRUCTURA	FINA					GELATINA 22 °C	-			
SUPERFICIE	LISA					CATALASA	+			
OPACIDAD Y LUZ	TRANSLUCIDA					R.M.	+			
CONSISTENCIA	VISCOSA					V.P.	-			
DIFERENCIACION	ATSLADA					MANITOL	+ (A)			
DIMENSION	1 mm					GLUCOSA	+ (A)			
* *	(1)					LACTOSA	+ (A)			
ESPECIE	<u>St. sonnei</u>					SACAROSA	+ (A)			
						NITRATOS	-			

* * (1)

EVALUACION E INTERPRETACION DE RESULTADOS.

A continuación se presenta la evaluación de la calidad de la laguna de Alvarado, con respecto a los resultados obtenidos y registrados de los análisis bacteriológicos, físicos y químicos en el presente trabajo.

La información referente a los procedimientos, técnicas, soluciones, reactivos, etc., utilizados para la realización del presente estudio, se encuentran y se hacen mención de ellos, en los distintos anexos de éste trabajo.

PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS.

POTENCIAL HIDROGENO (pH).

El pH es un término que se usa universalmente para definir las condiciones de acidez o alcalinidad de una solución. Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Es una medida directa de la acidez de acuerdo con la definición de BRONSTED, la cuál dice que : los ácidos son las sustancias capaces de donar iones hidrógeno (protones), y las bases son las sustancias capaces de combinarse con los iones hidrógeno.

El agua de la laguna presenta características ligeramente variables; se detectaron valores promedio del pH en rango de 6.66 y 6.97 en los meses de Mayo y Agosto, de 7.20 y 7.57 para los meses de Septiembre y Noviembre, teniéndose los valores mayores o iguales a 8.00 en las estaciones 1, 3 y 5 en los meses de Septiembre a Noviembre.

Con respecto a los valores promedio estacionales, se encontró que existe un rango de 6.90 a 7.27 en los meses del muestreo y en las estaciones 4, 5 y 6 existieron los valores más altos que van de 7.19 a 7.27 ; se puede hacer referencia con los valores promedio tanto mensuales como estacionales, que la laguna de Alvarado, presenta características alcalinas, y que los valores obtenidos están dentro de las normas requeridas para la vida acuática, establecida por la Legislación Relativa al Agua y su Contaminación, fijado en un rango de 6.5 a 8.5 .

TEMPERATURA (°C).

La temperatura es uno de los factores ecológicos cuya influencia es reconocida como decisiva para la presencia y distribución de los organismos, ya que su intervención en los procesos biológicos es determinante, por otra parte, interviene en forma indirecta e influye a su vez sobre otros factores ambientales modificándolos.

Los valores promedio mensuales de la temperatura del agua, variaron de 23.6 a 30.3 °C en los meses de Octubre y Julio, lo que refleja una variación en el gradiente térmico de la laguna. Esto puede explicarse en que las condiciones meteorológicas están sujetas a bruscas variaciones en esta época del año, principalmente en el mes de Octubre con un valor promedio de 23.6 °C ; habiéndose muestreado bajo intensa lluvia, aunado a fuertes marejadas y corrientes en las estaciones de muestreo, principalmente en las zonas de los Ríos y desembocadura con el mar.

Los valores promedio estacionales variaron de 26.7 °C en la estación 2, a 29.0 °C en la estación 6. Los valores más altos se registraron en las estaciones 5 y 6 con 28.8 y 29.0 °C respectivamente, mientras que los valores bajos fueron en las estaciones 1 y 2 con 27.0 y 26.7 °C.

En cuanto a las oscilaciones de temperatura obtenidas en las estaciones de muestreo, se pudo observar que fueron acorde a las condiciones meteorológicas durante la época del año en que se realizó este trabajo.

Referente a la temperatura ambiente mensual, los -- valores promedio registrados fueron de 32.6 y 25.5 °C en los meses de Julio y Octubre. Mientras que los valores promedio -- estacionales variaron de 29.5 a 28.4 °C en las estaciones 3 y 6 respectivamente.

Según la clasificación de las aguas costeras en --- función de sus usos y características de calidad, la Temperatura en condiciones normales tendrá un $\pm 10\%$ de tolerancia, -- pero nunca exceder de 32 °C, ésto conforme a la Legislación -- Relativa al Agua y su Contaminación.

En términos generales la temperatura registrada en las estaciones y los meses muestreados, se encuentran dentro del rango estipulado por dicha Legislación.

TRANSPARENCIA (cm).

La transparencia o intensidad lumínica, es un parámetro que simplemente se refiere a la profundidad donde el -- agua es visible. La transparencia dá una idea de la distribución del fitopláncton o de la zona tropogénica (en la cuál se está produciendo una tasa de oxigenación).

El índice de penetración de la luz en las lagunas -- costeras determinado a través de la medición de la turbiedad, revela la influencia del movimiento de materiales que quedan en suspensión por causas diversas, tales como : acarreo, --- agitación de las aguas producida por las corrientes de Ríos y fuertes vientos, condiciones de nubosidad, etc., es de gran -- importancia en los procesos biológicos, porque interviene en la fotosíntesis, lo que a su vez determina la distribución de los vegetales verdes y así como en diversos aspectos de la -- fisiología de los organismos (filtración y respiración entre otros), lo cuál limita su abundancia y distribución.

Los valores promedio mensuales variaron de 104.5 cm a 23.8 cm en los meses de Mayo y Agosto, registrándose los -- más altos en los meses de Mayo y Noviembre con valores de --- 104.5 y 45.9 cm, y los valores bajos fueron en Julio y Agosto con 28.0 y 23.8 cm respectivamente.

Los valores promedio estacionales variaron de 33.2 a 52.8 cm, registrándose los valores más altos en las estaciones 5 y 6 con 52.8 y 45.7 cm, localizadas en la laguna de Buen País y el poblado de Arbolillos. Mientras que en las estaciones 1, 2, 3 y 4 (desembocan con el mar y los tres Ríos), principalmente la estación 2 (Río Papaloapan), cuenta con el valor promedio más bajo en transparencia con 33.2 cm, cuyo aportes de sedimentos y sólidos en suspensión aumentan la turbiedad del agua de la laguna de Alvarado.

La transparencia presenta variaciones considerables en los periodos de muestreo, pero se encuentra dentro de un rango más o menos aceptable en base a las condiciones meteorológicas que se presentaron en los distintos meses de muestreo durante la época del año, de acuerdo a la Legislación Relativa al Agua y su Contaminación .

PROFUNDIDAD (m).

Los valores promedio mensuales con respecto a la profundidad, variaron de 3.01 a 3.79 m en los meses de Noviembre y Junio, registrándose los valores altos en los meses de Mayo y Junio con 3.71 y 3.79 m para cada mes.

La profundidad fue disminuyendo conforme a los meses muestreados, es decir, a partir del mes de Junio hasta Noviembre los valores promedio fueron de 3.79 a 3.01 m .

Respecto a los valores promedio estacionales, se registraron variaciones de 11.42 a 1.22 m en las estaciones 1 y 6 respectivamente. Los valores más altos estuvieron dados en las estaciones 1 (desembocadura al mar) y 2 (Río Papaloapan) con 11.42 y 4.21 m, mientras que los valores bajos fueron en las estaciones 5 (laguna de Buen País) y 6 (poblado de Arbolillos) con 1.23 y 1.22 m .

En terminos generales, la laguna de Alvarado presenta características someras con un promedio en profundidad de 3 a 5 metros en general, excepto en los aportes de los Ríos hacia la laguna, que mantienen una profundidad hasta de 6 m como el Río Papaloapan y máximo en épocas de lluvias, también la desembocadura al mar que tiene la máxima profundidad en base a los resultados obtenidos y registrados en el presente estudio hasta con 10 metros de profundidad.

CORRIENTES (m/min).

Se observó la influencia de las ondas de la pleamar, las cuales se inician mar afuera y se transmiten a través de la desembocadura de la laguna de Alvarado; a partir de la boca de la laguna, la dirección dominante de las ondas es hacia su parte Este, y continúa hasta la laguna de Buen País con menor intensidad, las ondas de marea se dirigen también hacia la laguna de Tlalixcoyan, así como a los Ríos Acula y Papaloapan.

En bajamar la dirección de las ondas se invierte, - partiendo de las lagunas Camaronera y Tlalixcoyan hasta llegar a la desembocadura de la laguna de Alvarado y salir al mar.

La máxima velocidad registrada fué en los meses de Junio y Octubre con 22.7 y 19.75 m/min, y las menores se registraron en los meses de Mayo y Septiembre con 4.00 y 9.05 m/min respectivamente.

Referente a los valores promedio estacionales, la máxima velocidad registrada fué en las estaciones 2 y 5 con 14.30 y 16.01 m/min, localizadas en el extremo Sur y Este de la boca de la laguna de Alvarado, éstas velocidades pudieron deberse tanto a la influencia de la fuerza hidráulica que representa el flujo del Río Papaloapan (estación 2), como a la configuración del canal que presenta la boca de la laguna.

De las velocidades registradas en las desembocaduras de los tres Ríos que vierten sus aguas en el sistema lagunar, la mayor correspondió a la estación 2 que consierne al Papaloapan con 14.30 m/min, después la estación 3 donde desemboca el Acula con 12.64 m/min, y la menor en la estación 4 donde desemboca el Blanco con 12.08 m/min. Esto pudo deberse a que aún cuando este último Río es el de mayor flujo (sin tomar en cuenta el Río Papaloapan) y el más constante, antes de que sus aguas penetren a la laguna de Alvarado, éstas sufren una amortiguación en su velocidad al pasar por la laguna de Tlalixcoyan, en cambio, el Río Acula desemboca más directamente y por lo tanto con mayor velocidad, lo mismo que pasa con el Río Papaloapan, que es el Río más grande, caudaloso, y por lo tanto, el de mayor velocidad; más sin embargo, puede presentarse con menor velocidad que los anteriores, esto se debe principalmente a la presencia de un Delta en el área de la estación 2 que amortigua la velocidad del Río a la laguna de Alvarado.

En terminos generales, las velocidades en la zona - Noroeste del sistema lagunar son menores a las registradas en la zona Sureste, siendo la causa de ello, la existencia de un canal de navegaci3n que comunica a las lagunas de Alvarado y Tlalixcoyan; en 3sta zona el 3mbito de velocidades fu3 de --- 12.08 a 14.30 m/min, y en la zona Noroeste fu3 de 10.92 a --- 16.01 m/min . En esta zona sobresale la velocidad de 16.01 --- m/min, registrada en la estaci3n 5; sin embargo, esto es a --- causa de la entrada de agua marina a la laguna Camaronera, a travez de un t3nel y la diferencia de pendiente entre la lagu na y el litoral maritimo de 3sta regi3n del Golfo de M3xico.

OXIGENO DISUELTO (mg/l).

El ox3geno es el elemento m3s importante de la fase gaseosa disuelta, por la utilizaci3n de los organismos aereo--- bios y su intervenci3n en los procesos bioqu3micos.

Este par3metro registr3 valores promedio mensuales que variaron en un rango de 8.84 a 4.08 mg/l en los meses de Agosto y Septiembre, los valores m3s altos de ox3geno disuelto se obtuvieron en los meses de Junio y Agosto con 7.02 y --- 8.84 mg/l; mientras que los valores bajos fueron en Septiembre y Noviembre con 4.08 y 4.67 mg/l .

Los valores promedio estacionales fueron de 5.48 -- mg/l en las estaciones 2 y 3, a 6.29 mg/l en la estaci3n 1. -- Las concentraciones altas de ox3geno se registraron en las -- estaciones 1, 5 y 6 con 6.29, 6.26 y 6.25 mg/l respectivamen--- te. En cuanto a las estaciones 2, 3 y 4 se detectaron las --- concentraciones menores, con valores de 5.48, 5.48 y 5.77 --- mg/l, 3stas estaciones se encuentran localizadas en los apor--- tes a la laguna (R3os Papaloapan, estaci3n 2; Acula, esta--- ci3n 3; y el Blanco, la estaci3n 4), sin embargo, es proba--- ble que 3sta disminuci3n de la concentraci3n de ox3geno se --- deba m3s bi3n a la descarga de los R3os a la laguna de Alva--- rado, ya que al depositarse la materia org3nica que traen --- consigo, 3sta consume ox3geno, el cu3l no se restablece ade--- cuadamente debido a la lenta reoxigenaci3n que existe en esta zona, principalmente por la gran cantidad y abundancia de li--- r3os acu3ticos existentes en la laguna de Alvarado y aporta--- dos por los R3os, 3ste es el caso suscitado en los meses de -

Julio, Septiembre y Noviembre, en los que se muestreo bajo -- intensas cantidades de lirios, sólidos suspendidos, basura, - pedazos de maderos y troncos, etc.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos y en base a la Legislación Relativa al Agua y su Contaminación, las concentraciones de oxígeno disuelto registradas, se encuentran dentro de un rango aceptable para los organismos, usos y calidad del cuerpo de agua. No debiendo exceder del 90 % de las condiciones normales como límite máximo y de 4 mg/l como límite mínimo.

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (mg/l).

La demanda bioquímica de oxígeno cuantifica la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar la materia orgánica e inorgánica, que es potencialmente biodegradable (azúcares, alcoholes, etc.) .

Dentro de todos los desechos que van en las aguas residuales, existen gran cantidad de compuestos tanto inorgánicos como orgánicos de origen animal y vegetal, así como de origen sintético que pueden ser biodegradables al ser utilizadas como fuente de alimento por algunos grupos de microorganismos.

Al haber grandes cantidades de materia potencialmente degradable, habrá consecuentemente una gran demanda de oxígeno disuelto, el cual descenderá a concentraciones tales que pueda poner en peligro la vida de los organismos que dependen de él para vivir.

La prueba de la D.B.O. produce resultados extremadamente bajos, debido a que en la determinación normal no se mezclan o emulsionan los compuestos orgánicos insolubles.

En la prueba de la D.B.O., las grasas, los aceites y los hidrocarburos se separan de la fase acuosa y flotan sobre la superficie en la botella, su biodegradación está limitada debido a la falta de contacto con los microorganismos y porque la mayoría del oxígeno se disuelve en la fase acuosa.

Los valores promedio mensuales de la DBO_5 en la laguna, variaron de 4.36 mg/l en Agosto y 1.06 mg/l en Septiembre, siendo que los valores más altos se presentaron en los meses de Junio, Julio y Agosto con 1.78, 1.73 y 4.36 mg/l --- respectivamente; mientras que los valores bajos fueron en --- Septiembre, Noviembre y Mayo con 1.06, 1.10 y 1.12 mg/l .

Referente a los valores promedio estacionales de la DBO_5 , los más altos fueron las estaciones 1 y 4 con 2.33 y - 1.95 mg/l, que están localizadas en sitios donde se vierten - desechos domésticos y a la descarga del Río Blanco. El valor relativamente alto de DBO_5 detectado en la estación 1 con --- 2.33 mg/l y principalmente en el mes de Agosto con 4.36 mg/l, puede explicarse por las descargas de aguas residuales en los Ríos, así como de la ciudad de Alvarado y del Puerto Piloto.

En cuanto a los valores bajos, se detectaron en las estaciones 2 y 3 con 1.45 mg/l en ambas desembocaduras de los Ríos Papaloapan y Acula hacia la laguna de Alvarado.

ALCALINIDAD (mg/l).

La alcalinidad es la suma total de todos los componentes en el agua que tienden a elevar su pH sobre un valor - de 4.5 aproximadamente y suele definirse como la capacidad -- Buffer del agua. Capacidad que impide que ocurran cambios repentinos en el pH, tales como los que resultan de la actividad fotosintética en el medio acuático.

En agua usada para industria, el criterio de alcalinidad varía de acuerdo al tipo de la industria, por ejemplo:

INDUSTRIA.	ALCALINIDAD $CaCO_3$
Corriente generadora de vapor.....	350 mg/l
Corriente generadora de frío	500 "
Productos Textiles	50-200 "
Productos de Papel	75-150 "
Productos Químicos.....	500 "
Refinerías.....	500 "
Industrias de comida enlatada.....	300 "
Industrias embotelladoras de bebidas.....	85 mg/l

Los valores promedio mensuales de éste parámetro -- variaron en un rango de 69.83 mg/l en Julio a 106.46 mg/l en Septiembre, registrándose los valores más altos en los meses de Junio con 103.86 mg/l y Septiembre con 106.46 mg/l . En -- cuanto a los valores bajos se detectaron en los meses de Mayo con 81.65 mg/l y en Julio con 69.83 mg/l .

Respecto a los valores promedio estacionales, los -- más altos fueron en las estaciones 3, 4, 5 y 6 con 91.11 mg/l, 90.66 mg/l, 90.80 mg/l y 94.82 mg/l que se encuentran localizadas al Sur y Sureste de la boca de la laguna; mientras que los valores más bajos fluctuaron en las estaciones 1 y 2 con 86.92 y 80.37 mg/l respectivamente, que se encuentran localizadas en la boca de la laguna con el mar y en el Río Papaloapan.

Ahora bien, los valores encontrados y registrados -- de la laguna de Alvarado en comparación con el criterio de -- alcalinidad expuesto en la tabla anterior, pone de manifiesto que los rangos se encuentran dentro de los desechos de productos textiles, de papel, embotelladoras de bebidas, y con tendencias a las industrias de metales primarios.

Los valores antes mencionados de los resultados obtenidos, no ponen en peligro la vida acuática de la laguna de Alvarado.

SALINIDAD (‰).

La salinidad promedio mensual varió de 5.05 ‰ en Junio a 0.30 ‰ en Septiembre, los valores más altos registrados fueron en los meses de Mayo y Junio con 1.72 y 5.05 ‰ y los valores bajos se presentaron en los meses de Septiembre y Octubre con 0.30 y 0.68 ‰ .

Los valores promedio estacionales fueron de 0.24 ‰ en la estación 2 a 4.11 ‰ en la estación 5, encontrándose que los valores altos corresponden a las estaciones 5 y 6 con 4.11 y 3.15 ‰ ; mientras que los valores bajos se registraron en las estaciones 2 y 4 con 0.24 y 0.52 ‰ .

Los valores bajos en la concentración de sal respecto a los meses de Septiembre y Octubre, y a las estaciones 2 y 4, refleja la influencia del agua dulce aportada por los Ríos Papaloapan y el Blanco; mientras que la elevada salinidad en el mes de Mayo y principalmente en Junio, aunados a las estaciones 5 y 6, refleja la entrada de agua marina por la comunicación que existe entre la laguna Camaronera y el mar a través del tubo instalado en esa zona, encontrándose cercanas a dicha laguna, las estaciones antes mencionadas.

En general la baja salinidad registrada en el sistema lagunar concuerda con el esquema presentado en la FIG. 2 correspondiente a la zona de influencia dulceacuícola en la época de lluvias.

También con los resultados obtenidos, la laguna de Alvarado presenta características oligohalinas ($< 5 ‰$), manifestándose en las estaciones 5 y 6 correspondientes al mes de Junio como polihalinas ($< 30 ‰$).

NITRITOS (mg/l).

Los iones nitrito son producidos en el medio a partir de NH_4 por algunos microorganismos que se encuentran en el suelo, el agua residual y el tracto digestivo; y se considera como un producto intermedio de los procesos de nitrificación. En aguas con suficiente cantidad de oxígeno, los nitritos son rápidamente transformados a nitratos.

En los procesos de desnitrificación en condiciones anaeróbicas, los nitritos son transformados por bacterias en nitrógeno molecular. Los aportes de éstos compuestos en las aguas naturales provienen de suelos fertilizados (escurrimientos por lluvias), aguas residuales domésticas e industriales, desechos de fosas sépticas, desechos de granjas y animales.

En algunas circunstancias, el ión nitrato puede ser convertido a nitrito en el tracto intestinal, produciendo reacción con la sangre y causar metahemoglobinemia en infantes. Para que ocurra ésta reacción con la sangre, los niveles de exposición generalmente son mayores a 10 mg/l. Aunque no se comprende bien el mecanismo de este proceso, se ha asociado la presencia de esta enfermedad, a la relación entre una alta

concentración de nitritos y la aparición de bacterias en el tracto digestivo.

Las concentraciones mayores de nitritos en los valores promedio mensuales, se presentaron en los meses de Mayo, Junio y Julio con 0.041, 0.022 y 0.019 mg/l, respectivamente; mientras que los valores bajos fueron del mes de Agosto a Noviembre, fluctuando de 0.003 a 0.005 mg/l .

Respecto a los valores promedio estacionales variaron en un rango de 0.024 mg/l en la estación 1, localizada en la desembocadura al mar, a 0.003 mg/l en la estación 5 cercana a la laguna de Buen País.

Los valores más altos se encontraron en las estaciones 1, 2, 3 y 4 con 0.024, 0.017, 0.022 y 0.017 mg/l; correspondientes a la desembocadura al mar y a los tres Ríos (Papaloapan, Acula y Blanco), y los valores bajos se registraron en las estaciones 5 y 6 localizadas en la laguna de Buen País y el poblado de Arbolillos.

Los niveles de nitritos menores o iguales a 5 mg/l, son un buen criterio para la protección de la vida acuática, en base a éste criterio y a los resultados obtenidos en la laguna de Alvarado, todos los sitios de muestreo tienen niveles menores del criterio establecido anteriormente, siendo estas aguas aceptables para el desarrollo normal de la vida acuática en los cuerpos receptores del sistema lagunar.

EVALUACION BACTERIOLOGICA DE LA LAGUNA.

La vida está representada por un gran número de especies, genéticamente limitadas a vivir entre extremos relativamente próximos en el rango de variación posible de las condiciones del medio. Cada organismo está sujeto a la acción de los factores ambientales.

La presencia de organismos vivos en las aguas residuales tiene gran importancia, porque la mayoría de los métodos de tratamiento de aguas de desecho se basan en el efecto de la acción biológica, además de considerarse en algunos casos como "indicadores" de tipos de contaminación.

La naturaleza de las aguas residuales presenta un conjunto de sustancias orgánicas e inorgánicas, que proporcionan un marco de carácter físico - químico, cuya influencia determina la supervivencia de organismos típicos, la abundancia de unos y la escasez de otros.

Las bacterias son los microorganismos unicelulares más abundantes en la naturaleza; las hay patógenas, saprofiticas y simbióticas y son los elementos más representativos de las aguas residuales municipales y agrícolas.

Los patógenos bacterianos más comunes en el agua son Salmonella sp. y Shigella sp.

El grupo Coliforme y los Estreptococos Fecales, son considerados indicadores bacteriológicos de contaminación del agua, por desechos intestinales provenientes del hombre y de los animales de sangre caliente.

Muchas clases de bacterias patógenas y otros microorganismos pueden estar en los desechos, variando de acuerdo al área geográfica, estado de salud de la comunidad, naturaleza y grado del tratamiento de los desechos, de la purificación natural del agua y otros factores.

RECUESTO DE ORGANISMOS MESOFILOS AEROBIOS.

Al llevar a cabo las cuentas viables de organismos mesófilos aeróbios en placas a 35 °C como las realizadas en éste trabajo, debe considerarse que muchas bacterias originalmente presentes en la muestra, pueden no crecer debido al medio de cultivo, pH, temperatura, tiempo de incubación y otras condiciones de cultivo utilizadas en el laboratorio.

Por otro lado, si bien una colonia bacteriana puede desarrollarse a partir de un individuo, muchas veces las bacterias no están separadas por completo unas de las otras y se unen en grupos, en grandes números. Como consecuencia de esto, una colonia puede originarse de cientos a miles de organismos. Esto lleva a considerar una posible fuente de variación en las cuentas, porque puede influir la agitación de las muestras al tratar de homogenizarlas, deshaciendo o induciendo la formación de grupos, ocasionando que las bacterias rara vez -

se distribuyan uniformemente en la muestra (OPPENHEIMER, 1960; RHEINHEIMER, 1974; VOLKMAN y OPPENHEIMER, 1962).

Al observar los resultados de las cuentas bacterianas realizadas en las muestras de la laguna de Alvarado (TABLA No. 13 y GRAFICA No. 1), se puede apreciar, que en la dilución 1:10 los valores promedio mensuales fueron de 305 colonias en el mes de Junio a 322 colonias en el mes de Septiembre, registrándose un rango máximo con 340 colonias y mínimo con 293 colonias en los meses de Septiembre y Julio respectivamente; mientras que en la dilución 1:100 los valores promedio consistieron en 158 colonias en el mes de Noviembre a 144 en el mes de Junio, teniendo los rangos máximo con 199 colonias y mínimo con 106 colonias en el mes de Julio, por último, en la dilución 1:1,000 se detectaron los valores promedio de 59 colonias en Julio a 75 en el mes de Septiembre, con valores o rangos máximos de 77 colonias en Junio y mínimo con 38 colonias en Julio.

Los valores promedio mensuales más altos fueron en los meses de Septiembre para la dilución 1:10, en Noviembre para la dilución 1:100, y en Septiembre para la dilución 1:1,000; mientras que los valores bajos se registraron en Junio para la dilución 1:10 y 1:100, y por último en Julio para la dilución 1:1,000.

Esto puede explicarse debido principalmente a que en los meses de Septiembre y Noviembre existieron condiciones meteorológicas poco favorables en la laguna de Alvarado, y por lo tanto en los sitios de muestreo, debido a la gran cantidad de sólidos en suspensión, materia orgánica, fuertes vientos y corrientes, grandes aportes de los Ríos, basura, lirios acuáticos, etc.; todo esto por las constantes lluvias y por las entradas de "NORTES" en esta época del año. Más sin embargo, éstos valores guardan un marco congruente y confiable aunado a las diluciones realizadas, y a los valores registrados en los meses de Junio y Julio, en que las condiciones hidrológicas y meteorológicas fueron las óptimas para realizar los muestreos pertinentes.

Respecto a los valores promedio estacionales, éstos variaron de la siguiente manera : para la dilución 1:10 los valores fueron de 320 colonias en la estación 6 a 304 en la estación 5, teniendo en la estación 1 el valor máximo con 340 colonias y el mínimo en la estación 5 con 293 colonias; así -

mismo, en la dilución 1:100 los valores variaron de 175 colonias en la estación 1 a 133 colonias para las estaciones 2 y 4, registrándose el valor máximo con 199 colonias para la estación 1 y mínimo con 106 colonias en la estación 2, por último, en la dilución 1:1,000 se tiene que los valores variaron de 56 colonias en la estación 2 a 78 colonias en las estaciones 4 y 6.

Como se puede apreciar, los valores promedio estacionales más altos fueron en las estaciones 1, 3 y 6 para la dilución 1:10, las estaciones 1 y 6 para la dilución 1:100, y las estaciones 4 y 6 para la dilución 1:1,000; mientras que los valores bajos se registraron en las estaciones 2, 4 y 5 para las diluciones 1:10 y 1:100, por último las estaciones 1 y 2 en la dilución 1:1,000.

Ahora bien, resumiendo lo antes expuesto, cabe mencionar que los resultados obtenidos en el recuento de organismos mesófilos aerobios eran de esperarse respecto a las diluciones realizadas, es decir, conforme se disminuía la concentración en las diluciones progresivas, el número de colonias presentes en las placas también se observaba dicha disminución, cosa que se corroboró en los resultados obtenidos y registrados en el período de tiempo en que se llevó a cabo éste trabajo.

MORFOLOGIA Y PROPORCION DEL TIPO DE COLONIAS ENCONTRADAS EN EL RECUENTO DE ORGANISMOS MESOFILOS AEROBIOS.

De acuerdo a los resultados obtenidos y a las observaciones realizadas en las placas con Agar Nutritivo, se hace mención de lo siguiente :

Se diferenciaron 14 distintas colonias en base a las diluciones, características y/o morfología colonial de manera general y global, realizándose la tinción Gram y observando que 11 colonias fueron Gram positivas con un 78.6 %; mientras que 3 colonias fueron Gram negativas con un 21.4 %, predominando en las Gram positivas los grupos Estreptococos y Cocos, y en las colonias Gram negativas los Bacilos (TABLAS No. 14 y 15).

El porcentaje de organismos Gram positivos resulto extremadamente mayor que el de las Gram negativas, contra lo reconocido en un ambiente marino en el que el porcentaje de éstos últimos es mayor. Esto induce a pensar como resultado de la proporción, que lo obtenido en los porcentajes de organismos Gram positivos y negativos, pudo deberse a la influencia de aguas continentales en la laguna de Alvarado.

Respecto a las proporciones del tipo de colonias -- encontradas en el recuento de organismos mesófilos aerobios, -- se encuentran expresadas en forma de histogramas de frecuencia en las TABLAS No. 16 a la 19, indicando el tipo de colonia aunada a su frecuencia de aparición en porciento, en base a las estaciones y meses muestreados.

CARACTERISTICAS DEL GRUPO COLIFORME.

Incluyen todas las bacterias en forma de bastoncito corto, aerobias y anaerobias facultativas, Gram negativas, no esporuladas, que fermentan la lactosa con producción de gas -- después de un período de 24-48 horas de incubación a 35 °C -- para Coliformes Totales, y 24 horas a 44.5 °C para los Coliformes Fecales.

El grupo Coliforme se divide en fecales y no fecales. Escherichia coli y todas las cepas relacionadas se consideran de origen fecal, mientras que Aerobacter y sus relativos más cercanos no son de origen fecal directo.

EVALUACION DEL GRUPO COLIFORME COMO INDICADORES DE CONTAMINACION.

- VENTAJAS: - La ausencia de Coliformes es una evidencia de la potabilidad bacteriológica del agua.
- La densidad de Coliformes es una medida proporcional aproximada de la contaminación por desechos -- fecales.

- Si existen bacterias patógenas, los Coliformes -- deben existir en un numero mayor que las que se encuentran en el intestino de los organismos homeotermos, ya que éstas se eliminan en gran numero en las heces.
- Los Coliformes persisten mayor tiempo en el medio acuático que las bacterias patógenas.
- No son dañinos y pueden trabajarse sin peligro -- con ellos en el laboratorio.

DESVENTAJAS: - Algunos Coliformes como Aerobacter aerogenes - pueden multiplicarse en aguas contaminadas con nutrimentos, provocando errores en la evaluación e interpretación de los resultados.

- Otras bacterias como las Pseudomonas sp., pueden dar reacciones falsas.
- No se ha establecido y tal vez no exista, una relación precisa entre los Coliformes Totales y Fecales.

GRUPO COLIFORMES TOTALES.

Los valores promedio mensuales de los Coliformes - Totales, variaron de 2,633 NMP/100 ml a 7,416 NMP/100 ml en los meses de Mayo y Septiembre. Los valores más altos se registraron en los meses de Julio a Noviembre con 11,000 NMP/100 ml, mientras que los valores mínimos fueron en los meses de Mayo a Agosto con 900 NMP/100 ml (TABLA No. 20 y GRAFICA No. 2).

El límite del 10 % de muestras con concentraciones mayores a 230 NMP/100 ml dentro del grupo de los Coliformes Totales, fué excedido en la mayor parte de la laguna de Alvarado, tomando en cuenta los valores mínimos registrados

de Mayo a Agosto con 900 NMP/100 ml, se encuentran dentro -- del límite de un ámbito de 110 a 1,400 NMP/100 ml .

Los valores promedio estacionales variaron de --- 1,729 NMP/100 ml para la estación 5 localizada en la laguna de Buen País, a 7,500 NMP/100 ml en la estación 4 que se encuentra en la desembocadura del Río Blanco, registrándose -- los valores máximos en las estaciones 1 (salida al mar), la estación 2 (Río Papaloapan), la estación 4 (Río Blanco) y -- por último la estación 6 (poblado Arbolillos) con 11,000 -- NMP/100 ml respectivamente. Respecto a los valores mínimos -- fueron en las estaciones 3 (Río Acula) y 5 (laguna de Buen - País) con 900 NMP/100 ml para ambas. (TABLA No. 20 y GRAFI- CA No. 2).

El análisis de los valores del grupo Coliformes -- Totales en la laguna de Alvarado, indica que presentó las -- condiciones meteorológicas más severas de contaminación bacteriológica, producto de las condiciones en que se muestreo, principalmente en las estaciones 1 (desembocadura al mar), - 2 (Río Papaloapan), 4 (Río Blanco) y 6 (poblado de Arbolil- llos) durante los meses de excesivas lluvias de Julio a No- viembre.

GRUPO COLIFORMES FECALES.

Con respecto a éste grupo, las condiciones de con- taminación bacteriológica en el sistema lagunar fueron más - severas que las descritas en relación al grupo de Coliformes Totales, ya que de las 6 estaciones consideradas, 5 sobrepasan el límite de 14 NMP/100 ml, además, en todas las estacio- nes muestradas se rebasó el 10 % de muestras conteniendo -- más de 43 NMP/100 ml de Coliformes Fecales, indicando que la laguna de Alvarado está seriamente contaminada a nivel bacte- riológico.

Los valores promedio mensuales variaron de 2,050 - NMP/100 ml en el mes de Mayo a 4,333 NMP/100 ml en el mes de Septiembre, teniendo los valores máximos en los meses de Ju- lio, Septiembre y Noviembre con 11,000 NMP/100 ml respectiva- mente; mientras que los valores mínimos se registraron con -

900 NMP/100 ml en los meses de Mayo a Agosto y también en el mes de Noviembre. (TABLA No. 21 y GRAFICA No. 2).

De acuerdo a los valores promedio estacionales, — éstos fluctuaron de 1,143 NMP/100 ml para la estación 5 (laguna de Buen País) a 6,000 NMP/100 ml en la estación 1 (desembocadura con el mar); registrándose el valor máximo en la estación 1 con 11,000 NMP/100 ml, mientras que los valores — mínimos fueron en las estaciones 3 (Río Acuña) y 5 (laguna de Buen País) con 900 NMP/100 ml respectivamente. (TABLA No 21 y GRAFICA No. 2).

Como se puede apreciar en la tabla y gráfica antes mencionada, las concentraciones más bajas estuvieron dadas — en la laguna de Buen País, tanto el valor promedio como sus valores mínimo y máximo, desde el mes de Mayo a Agosto y también el mes de Noviembre. Con esto, la estación 5 (laguna de Buen País) es la menos contaminada por Coliformes Fecales — con un valor promedio de 1,143 NMP/100 ml, un valor máximo — de 2,000 NMP/100 ml (muy por abajo de lo registrado en las — demás estaciones), y por último un valor mínimo de 900 NMP/100 ml, caso similar al que se presentó con el grupo de los Coliformes Totales.

No obstante y a pesar de éste valor bajo, de acuerdo a los criterios establecidos por el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB), rebasa lo estipulado y por un margen considerable. Esto pudo deberse a que cerca de la laguna de Buen País se encuentran poblados aledaños.

CARACTERISTICAS DEL GRUPO ESTREPTOCOCOS FECALES.

Estos microorganismos se caracterizan por ser coco Gram positivos, agrupados en pares o cadenas, inmóviles, catalasa variables, no esporulados, aerobios y anaerobios facultativos con metabolismo fermentativo en el que producen — ácido láctico, fórmico, etanol y CO_2 , crecen en presencia — de sales biliares a 45 °C, al desarrollarse producen ácido o turbidez del medio pero no gas cuando fermentan el manitol y la lactosa, son muy resistentes al calor, a las condiciones

alcalinas y las altas concentraciones de sales, su temperatura de crecimiento óptima es 37 °C .

Los Estreptococos son células ovales o esféricas - de 0.5 - 1.0 μ de diámetro. Forman parte de la flora normal del hombre, sin embargo, algunas especies se relacionan con enfermedades humanas importantes como : amigdalitis, celulitis, erisipela, faringitis, pioderma, fiebre escarlatina, --caries, meningitis, fiebre reumática, etc.

En general, la existencia de Estreptococos Fecales indica contaminación producida por desechos humanos. En lugares donde no hay gran contaminación se aíslan pocos Estreptococos, los que posiblemente se deba a que la contaminación - es debida a la fauna silvestre.

EVALUACION, VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ANALISIS DE ESTREPTOCOCOS FECALES.

- Se sabe que en general los Estreptococos viven - menos tiempo en el medio acuático que el grupo - Coliforme, así como también se encuentran en una relación numérica menor, ya que no se reproducen con tanta frecuencia como los Coliformes debido a mayores requerimientos de nutrientes.
- Los Estreptococos desarrollan resistencia a los procesos de cloración del agua, mientras que los Coliformes son más susceptibles a la desinfección por cloración.
- Las cepas de Estreptococos Fecales se cuantifican debido a que sobreviven en aguas con alto -- contenido de electrolitos y a temperaturas menores de 12 °C, para ésto, se aplican pruebas bioquímicas como ; hidrólisis del almidón y la licuefacción de la gelatina.

GRUPO ESTREPTOCOCOS FECALES.

Los valores promedio mensuales del grupo Estreptococos Fecales, variaron de 933 NMP/100 ml en el mes de Junio a 693 NMP/100 ml en el mes de Septiembre. Siendo que los valores máximos se registraron en los meses de Mayo a Septiembre, incluyendo también el mes de Noviembre con 1,500 NMP/100 ml, excepto el mes de Agosto que fué el más alto con 2,000 NMP/100 ml; mientras que los valores mínimos se registraron en los meses de Mayo, Julio y Septiembre con 230 NMP/100 ml respectivamente (TABLA No. 22 y GRAFICA No. 3).

De acuerdo a los valores promedio estacionales, éstos fluctuaron de 370 NMP/100 ml para la estación 5 (laguna de Buen País) a 1,314 NMP/100 ml para la estación 6 (poblado de Arbolillos); registrándose los valores altos en la estación 1 (desembocadura al mar) con 1,500 NMP/100 ml y la estación 6 (poblado de Arbolillos) con 2,000 NMP/100 ml, y los valores bajos o mínimos fueron en las estaciones 3 (Río Acuña) y 5 (laguna de Buen País) con 230 NMP/100 ml respectivamente (TABLA No. 22 y GRAFICA No. 3).

Ahora bien, respecto al grupo de Estreptococos no existen criterios o normas establecidas como en el caso de los Coliformes, por tal motivo no se pudieron comparar los resultados obtenidos con ningún criterio. No obstante, por ser un grupo altamente dañino para el hombre, cabe mencionar lo siguiente :

- No se encuentran en aguas puras, suelos y lugares que están exentos de vida animal.
- Su presencia indica necesariamente contaminación por heces.
- Tienen requerimientos nutritivos más complejos y por ello difícilmente se multiplican en el agua. Sin embargo es un magnífico indicador de contaminación fecal, porque resiste mejor que E. coli la cloración de aguas y en general la sobrevive, respecto al tiempo, en el agua. Tanto es así que en aguas marinas han demostrado que en los lugares más alejados de la costa contaminada con ma-

teria fecal, el único organismo que se detecta -- es el grupo Estreptococo.

- El grupo lo constituyen 5 especies del género --
Streptococcus :

-	<u>Streptococcus</u>	<u>faecalis</u>
-	"	<u>faecium</u>
-	"	<u>avium</u>
-	"	<u>bovis</u>
-	"	<u>equinus</u>

RELACION ENTRE COLIFORMES FECALES Y ESTREPTOCOCOS FECALES.

El uso de los valores obtenidos de tendencia central de cada estación muestreada, frecuentemente es útil para determinar la relación de Coliformes Fecales y Estreptococos Fecales.

Para poder interpretar la relación entre los grupos Coliformes y Estreptococos Fecales se tiene que :

A) Cuando la relación de Coliformes Fecales / Estreptococos Fecales es mayor de 4.0, se considera que la contaminación es de origen humano; o si la contaminación es de origen mixto, la mayor parte de tal contaminación es de origen humano.

B) Cuando la relación de Coliformes Fecales/Estreptococos Fecales es menor de 0.7 indica una contaminación derivada predominantemente o enteramente de desechos de ganado o aves. Usualmente producen tales relaciones los pastizales, corrales y escurrimientos pluviales que existan o se encuentren cercanos a las zonas de muestreo.

C) En las relaciones que caen entre 4.0 y 0.7, no se tiene la seguridad de cuál es su origen. Es razonable decir que cuando la relación se acerca más a 0.7 es de origen animal, y cuando se aproxima a 4.0 indica origen humano. Excepto en los límites de 2.0 - 1.0, ya que es un área insegura de interpretar.

Cuando la relación está en esos límites, frecuentemente representa una mezcla significativa de contribución -- tanto humana como animal; o que la fuente de contaminación -- es lejana y es debido a las diferencias en las velocidades -- de desaparición de los dos grupos bacterianos, la relación -- numérica original se ha encubierto.

Existen limitaciones en la interpretación de las -- relaciones Coliformes Fecales - Estreptococos Fecales, siendo las siguientes :

- Las relaciones tienen mayor confiabilidad para -- muestras tomadas a no más de 24 horas tiempo de flujo (o distancia) del origen de la contaminación.
- Las relaciones deben estar basadas en aguas con límites de pH entre 4.0 y 9.0 .
- La cuenta de Coliformes Totales no puede usarse en la determinación o interpretación de las relaciones con Estreptococos Fecales.

Respecto a los resultados obtenidos, la relación -- existente en los valores promedio mensuales variaron de la -- siguiente manera :

MESES.	C.F./E.F. NMP/100 ml	RELACION.
Mayo	2,050/805	2.6
Junio	2,066/933	2.2
Julio	3,650/905	4.0
Agosto	2,650/833	3.2
Septiembre	4,333/693	6.3
Octubre	3,166/860	3.7
Noviembre	4,133/833	5.0

Como se puede observar, la relación de Coliformes Fecales - Estreptococos Fecales vario de 2.2 en el mes de -- Junio a 6.3 en el mes de Septiembre, encontrándose que los -- valores más bajos fueron en Mayo con 2.6 y Junio con 2.2; --

mientras que la relación más alta fué en Septiembre con 6.3 y Noviembre con 5.0 .

Cabe hacer mención, que conforme a los criterios - antes mencionados (incisos A, B y C) para interpretar la - relación existente entre los grupos Coliformes Fecales y Es-treptococos Fecales, los valores obtenidos están dentro del inciso A , considerada como contaminación de origen humano.

La relación encontrada de los valores promedio es-tacionales, fluctuaron de la siguiente manera :

ESTACION	C.F./E.F. NMP/100 ml	RELACION
1	6,000/1,300	4.6
2	4,000/ 829	4.8
3	1,829/ 519	3.5
4	4,000/ 759	5.3
5	1,143/ 370	3.1
6	2,858/1,314	2.2

Se puede apreciar que la relación de los valores - estacionales varió de 5.3 para la estación 4 a 2.2 para la - estación 6, teniendo que los valores más altos correspondie-ron a las estaciones 1 (desembocadura al mar) con 4.6, la estación 2 (Río Papaloapan) con 4.8, y la estación 4 (Río Blanco) con 5.3 ; mientras que la relación más baja fueron para las estaciones 3 (Río Acuña) con 3.5, la estación 5 - (laguna de Buen País) con 3.1 y la estación 6 (poblado de Arbolillos) con una relación de 2.2 .

La relación existente se encuentra dentro del inci- so A , considerando la contaminación como predominantemente de origen humano. Dichos resultados fueron en base a los va- lores promedio tanto mensuales como estacionales, de las TA- BLAS No. 21, 22 Y GRAFICA No. 3 .

RELACION DE LOS PARAMETROS FISICOS CON LOS GRUPOS COLIFORMES TOTALES, FECALES Y ESTREPTOCOCOS FECALES

Los microorganismos forman parte de comunidades -- biológicas particulares, cuya composición y tamaño dependen de una gran variedad de condiciones físicas y químicas.

Respecto a la relación y/o variación que guardan -- algunos parámetros físicos tanto mensuales como estacionales, con los grupos Coliformes y Estreptococos de acuerdo a las -- TABLAS No. 4 Y 4.1, son los siguientes :

TEMPERATURA AMBIENTE Y SUPERFICIAL.

Uno de los factores que generalmente presenta relación directa con la estructura de las comunidades bacterianas y en general sobre la biota acuática, es la temperatura (SPEAKMAN, 1972).

La temperatura tuvo una influencia en cuanto a las poblaciones bacterianas, ya que se puede observar en las gráficas antes mencionadas, el comportamiento de las temperaturas ambiente y superficial que coinciden con el grupo Estreptococos Fecales; no así con los grupos Coliformes Totales y Fecales, que siguen un patron similar, excepto en los meses de Agosto a Septiembre en donde las temperaturas siguieron -- disminuyendo, mientras que las concentraciones bacterianas -- de los Coliformes aumentaban, caso similar en los meses de -- Septiembre a Octubre en donde las temperaturas llegan a su -- valor mínimo, mientras que la concentración de Estreptococos Fecales aumenta y permanece constante hasta el mes de Noviembre.

Ambas temperaturas siempre se mantuvieron dentro -- de un rango de 5 °C de variación, por lo que sólo en casos -- muy aislados se observó que cuando aumentaba la temperatura, disminuían los grupos bacterianos.

En cuanto a la relación de los grupos Coliformes y

Estreptococos con la variación estacional, se tiene lo siguiente :

Se puede apreciar que las temperaturas estuvieron dentro de un rango de 1 a 2 °C, y que el comportamiento de los grupos Coliformes y Estreptococos entre sí fueron idénticos, es decir, existe una relación más directa a nivel estacional que mensual.

Debemos considerar que las variaciones térmicas -- provocan aumentos o disminuciones de la población bacteriana, teniendo en cuenta el tiempo de generación de las bacterias; pudiendo explicarse que en pocas horas se dispare la población bacteriana de una muestra de agua.

Ahora bien, la temperatura condiciona, dentro del campo fisiológico, la velocidad e intensidad de las reacciones bioquímicas. En general, cuando la temperatura aumenta, también lo hacen la producción de materia, el crecimiento y el intercambio de nutrientes.

PROFUNDIDAD Y TRANSPARENCIA.

En cuanto a éstos dos parámetros se observó gran relación entre sí, es decir, a mayor profundidad menor transparencia. Lo anterior es lógico, si consideramos que cuando más gruesa es la capa de agua, se diluye la arcilla coloidal disuelta (KUZNETSOV, 1970) disminuyendo con ésto la turbidez, o sea, aumentando la transparencia.

Respecto a la profundidad mensual ésta permaneció casi constante, oscilando entre los 3 y 4 metros, mientras que la transparencia mensual tuvo variaciones considerables pero no importantes en cuanto a la posible relación con los grupos de Coliformes y Estreptococos. Más sin embargo, cabe mencionar, que a partir de los meses de Julio a Noviembre estas variaciones (transparencia), se comportaron de forma similar o idénticas a las concentraciones de los Coliformes y Estreptococos, pudiendo con esto tener cierta relación con la transparencia y la profundidad.

En cuanto a las estaciones muestreadas, se corrobora lo antes mencionado, que al ir disminuyendo la profundidad, aumenta la transparencia y se puede decir que éstos parámetros son inversamente proporcionales. No obstante, hay -

que señalar que al disminuir la profundidad estacional, también disminuyen las concentraciones en los grupos Coliformes y Estreptococos.

Como un resumen de lo antes expuesto, se determina lo siguiente :

- La transparencia mensual mantiene cierta relación con las concentraciones de los grupos Coliformes y Estreptococos, principalmente en los meses de Julio a Noviembre.
- La profundidad estacional, presenta una relación considerable con las concentraciones de los grupos Coliformes y Estreptococos.

La densidad en una población bacteriana, varía con la cantidad de materia orgánica disponible. Ello no quiere decir que algunos grupos bacterianos, no pueden sobrevivir e incluso multiplicarse en aguas poco contaminadas.

POTENCIAL HIDROGENO.

El pH es otro factor fisicoquímico muy importante (sobre todo en temperaturas de 15 a 25 °C) cuyas variaciones pueden provocar grandes cambios en las poblaciones bacterianas. Una acidez o una alcalinidad excesivas, restringe el número y variedad de los microorganismos. (GUTHRIE, 1978)

El pH de una agua puede influir notablemente en el número de microorganismos. En general, los pHs extremos resultan nocivos y por eso se explica que muchas aguas residuales de zonas industriales, mantienen poblaciones bacterianas muy escasas. En cambio bajas concentraciones del pH, actúan estimulando su multiplicación; por separado es difícil determinar los efectos de éste factor.

Durante los meses de Mayo a Agosto el pH se presentó de manera homogénea, manteniéndose entre 6.6 y 6.9, encontrándose aquí los valores intermedios de las poblaciones bacterianas, principalmente en los grupos Coliformes Totales y

Fecales; caso contrario al que presentó el grupo Estreptococos Fecales, ya que conforme aumentaba el pH hasta un rango de 7.5 en los meses posteriores, los Estreptococos Fecales disminuían hasta su valor mínimo encontrado en las muestras. Más sin embargo, los grupos Coliformes presentaron mayores valores a partir del mes de Agosto a Noviembre, de manera --proporcional en cuanto aumentaba el pH a un estado ligeramente alcalino.

Finalmente, es las estaciones muestreadas, el pH --se comportó de manera similar que en la relación mensual, es decir, el pH se presentó en forma homogénea y no se tuvo cambios drásticos en éste parámetro. La variación del pH fué de 6.9 a 7.3 a lo largo de las estaciones muestreadas, ésto nos implica que no debería de haber cambios o variaciones considerables en los valores de los grupos Coliformes y Estreptococos a nivel estacional, más sin embargo, fué todo lo contrario a lo expuesto a nivel mensual, es decir, se observó --que al ir aumentando el pH, los valores de los grupos en general disminuían.

Lo antes expuesto se puede resumir de la siguiente forma :

- El pH mensual, se comportó directamente proporcional a los grupos Coliformes y Estreptococos.
- Mientras que el pH estacional, fué inversamente proporcional a los grupos Coliformes y en especial al grupo Estreptococos Fecales.

RELACION DE LOS PARAMETROS QUIMICOS CON LOS GRUPOS COLIFORMES TOTALES, FECALES Y ESTREPTOCOCCOS FECALES.

En cuanto a la relación y/o variación que guardan algunos parámetros químicos tanto mensuales como estacionales, con los grupos Coliformes y Estreptococos de acuerdo a las TABLAS No. 5 Y 5.1, son los siguientes :

OXIGENO DISUELTO.

Respecto a éste parámetro no existe relación directa con los grupos bacterianos, ya que se puede observar en las gráficas de las tablas antes citadas, lo siguiente:

Cuando se incrementó la cantidad de oxígeno disuelto en algunos meses (Junio, Agosto y Octubre), mismos meses en los cuales no sufrieron grandes cambios en las concentraciones de los grupos Coliformes y Estreptococos, sin embargo, en los demás meses la concentración de oxígeno disuelto decreció, mientras que las poblaciones bacterianas se incrementaban, por lo que se cree que otro factor u otros factores pueden jugar papeles más determinantes sobre las poblaciones de bacterias aerobias de los grupos Coliformes y Estreptococos.

Lo mismo pasa con el oxígeno disuelto estacional, observándose que casi permaneció constante la concentración de oxígeno a lo largo de las estaciones muestreadas, mientras que las concentraciones de los grupos bacterianos tuvieron grandes variaciones en todas las estaciones de muestreo.

El contenido de oxígeno del agua es un factor muy importante. Si disminuye, se reduce el consumo de oxígeno por los animales, ya que puede ser proporcionalmente o después de un largo periodo de compensación.

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO.

Es la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica de una muestra, mediante la acción biológica de microorganismos en un tiempo dado y a una temperatura determinada.

La medición de la DBO, determina la cantidad aproximada de oxígeno que se necesita para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno presentó de acuerdo a las gráficas antes mencionadas, una relación directa -- con los grupos Coliformes Totales y Fecales, no así con el grupo Estreptococo. Esta relación casi es simétrica o igual, excepto por el mes de Agosto, ya que al aumentar considerablemente la concentración de la DBO, los valores o concentraciones en los grupos Coliformes disminuyeron en poca proporción, esto debido quizás a las condiciones en que se efectuó el muestreo en ese mes de Agosto.

En cuanto a la DBO estacional, existe una relación directa con los grupos Coliformes y Estreptococos, a lo largo de todas las estaciones muestreadas.

Se puede decir que éste parámetro, en base a los resultados obtenidos y a lo que se menciona anteriormente, mantiene una relación estrecha y que es un factor determinante sobre éstos grupos bacterianos.

ALCALINIDAD.

No se encontró una relación directa con los grupos Coliformes y Estreptococos en cuanto a la Alcalinidad mensual y estacional se refiere, ya que, mientras se incrementaba la alcalinidad, las concentraciones de los grupos bacteriano disminuían, y viceversa, en cuanto aumentaban las concentraciones en los grupos bacterianos, se observó que la alcalinidad decrecía notablemente.

Por esta razón cabe pensar que la Alcalinidad no es un factor limitante para el incremento o decremento, en los grupos Coliformes y Estreptococos.

En las descargas domésticas, generalmente la alcalinidad es mayor que la de las aguas abastecidas, valores -- muy altos de alcalinidad implican descargas industriales.

SALINIDAD.

Ahora bién, respecto a la salinidad mensual, se -- presentó una relación directa solamente con el grupo de los Estreptococos Fecales, haciéndonos pensar que la salinidad -- presentada a lo largo de los meses muestreados fué la adecuada para éste grupo y no para los Coliformes. Se observa en -- las gráficas (TABLA No. 5 Y 5.1), que cuando la concentración de salinidad aumenta considerablemente, los grupos Coliformes y Estreptococos también aumentan, y conforme decrece la salinidad los Coliformes aumentan y los Estreptococos disminuyen.

Lo expuesto anteriormente corrobora con lo que se ha estado mencionando a lo largo de éste trabajo, el cual -- nos implica que el grupo de los Coliformes resiste y sobrevive más a concentraciones altas de salinidad, no así con el -- grupo Estreptococos Fecales que se ve seriamente afectado en su supervivencia y desarrollo a ciertas concentraciones de salinidad.

En cuanto a la salinidad estacional, se encontró -- una gran relación con los grupos Coliformes y Estreptococos, es decir, las concentraciones altas de salinidad retardan el desarrollo bacteriano, mientras que bajas concentraciones -- estimulan su multiplicación. Esto se puede observar con los resultados obtenidos, ya que cuando la salinidad era baja -- los valores de Coliformes y Estreptococos fueron altos, y -- cuando la salinidad fué extremadamente alta en comparación -- con las demás estaciones, los grupos de Coliformes y Estreptococos presentaron los valores más altos registrados a lo -- largo de éste trabajo.

Este es quizás el factor más limitante e importante (entre otros), para la supervivencia, desarrollo o multiplicación, diversidad, etc., de los grupos bacterianos en estudio.

NITRITOS.

Respecto a éste parámetro, se observó que existe una relación directa solamente con el grupo Estreptococos a nivel mensual, descartando el mes de Mayo, todos los meses posteriores se comportan de manera similar a los nitritos.

En cuanto a los nitritos estacionales, no mantienen relación alguna con los grupos Coliformes y Estreptococos, - de acuerdo a las múltiples variaciones que presentan los grupos con los nitritos, y los nitritos con los grupos bacterianos.

Se puede mencionar en base a las gráficas, que tal vez tenga alguna relación de acuerdo a los resultados obtenidos, es decir, cuando las concentraciones de nitritos fueron muy bajas, los valores de los grupos bacterianos presentaban gran incremento; no así cuando los nitritos se incrementaban, los grupos bacterianos no presentaban grandes variaciones en sus valores.

Esto nos hace pensar que los nitritos no se comportan como un factor limitante para los Coliformes y Estreptococos, más sin embargo, no debemos descartar la posibilidad de que tengan cierta relación en las fluctuaciones presentadas de los grupos bacterianos.

Las bacterias descomponen el nitrógeno presente en las aguas residuales formando amoniaco. La presencia del amoniaco nos indica el envejecimiento de las aguas de desecho municipal. En medio aerobio, las bacterias oxidan al nitrógeno amoniacal a nitritos y nitratos.

* * * * *

CARACTERISTICAS DEL GENERO Salmonella.

Salmonella typhi. Esta es la causa de la fiebre tifoidea.

MORFOLOGIA Y COLORACION.

Los miembros de esta especie son bastoncitos cortos y gruesos, que miden de 0.5 a 0.8 μ de ancho y 1.0 a 3.5 μ de longitud. Son activamente móviles y se tiñen Gram negativos - uniformemente.

CARACTERISTICAS DE CULTIVO.

Son aerobios, pero facultativamente anaerobios; -- crecen bien en medios ordinarios entre límites de pH de 6.0 a 8.0, y a temperaturas que van de 15 °C a 41 °C. Su temperatura óptima es 37 °C. En 24 horas, sus colonias son algo menores y más delicadas que las de E. coli típicos. El Tetratiónato y la Selenita sódicos favorecen el desarrollo de Salmonella y de Shigella (casi todos los laboratorios están de acuerdo en que las especies de Salmonella se benefician más - con el Tetratiónato y con la Selenita sódicos, que Shigella) a expensas de casi todas las demás Enterobacteriaceae.

Estas sustancias no son inhibitoras para las otras Enterobacteriaceae, pero cuando han sido reducidas por Salmonella o Shigella, puede utilizárselas como fuentes adicionales de energía. Puede incorporarse Desoxicolato Sódico en los medios de cultivo, haciéndolos selectivos para Salmonella y - Shigella.

CARACTERISTICAS BIOQUIMICAS.

Salmonella typhi produce ácido pero no gas, partiendo de Dextrosa, Maltosa, Manitol, Dextrina y Trehalosa, por fermentación.

No fermenta ni Lactosa ni Sacarosa. No se desarrolla en K C N , ni en Malonato, pero sí descarboxila lisina.

- lactosa -
- sacarosa - sin fermentación
- indol -
- nitratos -
- gelatina -
- motilidad +
- H₂S +
- KIA superficie = ácido ó alcalino.
fondo = variable (ácido y gas -).

RESISTENCIA.

Salmonella typhi sobrevive por meses en cultivos húmedos y en hielo. Durante semanas en el agua ordinaria, o en las aguas de drenaje. Una hora en caldos de cultivo a 56 °C lo mata, -- así como la pasterización y clorinación por lo general.

Es resistente a las sulfonamidas y penicilinas, pero sensible a las clortetraciclinas. Son algo más resistentes a la coloración que casi todas las Enterobacteriaceae. Por lo tanto, pueden incorporarse ciertos colorantes en algunos medios a fin de hacerlos selectivos para Salmonella (verde de malaquita, verde brillante).

VARIABILIDAD.

Las variaciones se confinan principalmente a las -- variantes antigénicas. Sin embargo, pueden presentarse las -- siguientes variaciones culturales : lisa mótil, lisa inmóvil, áspera mótil y áspera inmóvil. Los cultivos ásperos o rugosos son generalmente menos virulentos que los cultivos lisos. -- Tanto la virulencia como la lisura pueden recuperarse por medio de repetidos subcultivos en ratones.

PATOGENICIDAD.

La enfermedad provocada por Salmonella typhi es la fiebre tifoidea. La infección se produce por ingestión. El período de incubación es usualmente de 14 días, pero varía desde 3 a 21 días. Del intestino delgado pueden pasar los organismos por conducto de los vasos linfáticos a las glándulas mesentéricas, de donde llegan a invadir la corriente sanguínea por el conducto torácico. El hígado, la vesícula biliar, el bazo, el riñón y la médula ósea se infectan usualmente durante esta fase bacterémica en los primeros 7 a 10 días de la enfermedad.

Partiendo de la vesícula biliar resulta una invasión subsecuente del intestino, y el tejido linfoide (placas de Peyer = que son los folículos linfáticos planos, blancucos, de las capas mucosa y submucosa del intestino delgado) se ve particularmente afectado. Hay necrosis con úlceras tifoídicas características. Las hemorragias y la perforación de las placas de Peyer, pueden complicar más aún este estado.

La fiebre tifoidea llega a prolongarse por varias semanas.

TRANSMISION.

Como se trata primordialmente de parásitos intestinales, se les encuentra más frecuentemente en las aguas negras de drenaje. De ahí pueden contaminar el aprovisionamiento de aguas potables, y por lo tanto los alimentos. Los portadores humanos pueden difundir bacilos tifoídicos de 2 a 12 meses después de haber sufrido la infección inicial.

Los portadores crónicos diseminan estos microorganismos por mucho mayor tiempo, frecuentemente hasta que se les extirpa quirúrgicamente la vesícula biliar.

PREVENCION.

A causa de la amplia distribución y de la facilidad de diseminación de Salmonella, las salmonelosis tifoídicas y

de otros tipos son las más difíciles de controlar. Hay vacu--
nas y lo que es más, parecen ser eficaces. Se recomiendan a --
quienes necesitan viajar a áreas en donde la tifoidea es en--
démica.

La detección, el control y el tratamiento de los --
portadores, particularmente el aislamiento del personal que -
interviene en el manejo de alimentos, son mandatorios para --
limitar la tifoidea.

La pasterización y la clorinación indudablemente --
reducen el número de individuos infectados.

DIAGNOSTICO DE LABORATORIO.

Salmonellae se aíslan más frecuentemente de los ex--
crementos. Cuando se ha producido nefritis como complicación,
también puede aislarse a los organismos de la orina, siendo -
mejores las probabilidades de aislarlos entre la tercera y la
sexta semana de la infección. Cuando hay complicación con ---
fiebre entérica, la sangre ofrece otra fuente.

CARACTERISTICAS DEL GENERO Shigella.

Se conocen cuatro especies de Shigella :

- Shigella dysenteriae
- " flexneri
- " boydii
- " sonnei

Son la causa más común de la disentería humana. La especie "tipo" es la Shigella dysenteriae que también es la más virulenta de las cuatro. Las otras en el orden mencionado son menos virulentas, siendo Shigella sonnei la menos de todas.

MORFOLOGIA Y COLORACION.

Los miembros del género Shigella son bastoncitos -- cortos, inmóviles, no encapsulados, que miden de 0.5 a 0.7 μ de ancho y de 2.0 a 3.0 μ de longitud.

Se tiñen uniformemente como Gram negativos.

CARACTERISTICAS DE CULTIVO.

Shigellae son aerobios, pero anaerobios facultativamente. Se desarrollan fácilmente en medios ordinarios de -- cultivos. Sobre Agar Sangre sus colonias se asemejan a las de E. coli. Los límites de temperatura para su crecimiento van de 10 °C a 40 °C, excepto para Shigella sonnei, que crece -- hasta 45 °C.

La temperatura óptima es de 37 °C. Los límites de -- pH son de 6.0 a 8.0. Son parcialmente inhibidos por Sulfito de Bismuto y por Verde Brillante, y se ven favorecidos en -- parte por otras sustancias.

CARACTERISTICAS BIOQUIMICAS.

Con excepción de algunas cepas de Shigella flexneri, que son anaerógenas, todas producen ácido y gas cuando fermentan carbohidratos.

Fermentación glucosa	- ó +
" lactosa	- ó +
" sacarosa	- ó +
" manitol	+ ó - depende de la especie.
indol	- ó +
R.M.	+
V.P.	-
citrato	-
H ₂ S (TSI)	-
Motilidad	-
gelatina	-
urea	-

RESISTENCIA.

Se han encontrado Shigellae que han permanecido --- viables hasta por 6 meses en el agua normal de las llaves. La leche ayuda a su desarrollo. Se les ha aislado de ropas contaminadas, varias semanas después de la contaminación. Se les mata en cultivos de caldo a 55 °C en 1 hora.

La pasterización y la clorinación son medidas eficaces para controlar estos organismos. Son sensibles a las --- sulfonamidas, a la estreptomina, a la oxitetraciclina y a la clortetraciclina, pero es frecuente que se desarrollen cepas resistentes a éstos antibióticos.

VARIABILIDAD.

Se distinguen cultivos lisos y ásperos. Shigella flexneri particularmente muestra cambios antigénicos cuando -

está en la forma "S" o sea de cultivo liso. Las variantes antigénicas se denominan A y B. Predomina la A en los frescos - y es específica para Shigella flexneri; B predomina en los -- cultivos más antiguos y es compartida por otros Shigella. Algunos laboratoristas se refieren a estas variantes mediante -- las designaciones "fase 1 y 2". Esto es desafortunado, ya que provoca confusión con las fases 1 y 2 que se emplean para -- describir las fases antigénicas de Salmonella, en la que am-- bas fases producen antígenos diferentes, pero específicos.

ANTIGENICIDAD.

Además, casi todas las Shigella contienen dos anti-- genos somáticos principales y diversos antígenos menores. Los antígenos principales son específicos, los antígenos menores pueden ser compartidos por varios Shigella, así como por al-- gunos Escherichia. De ahí que puedan presentarse reacciones -- cruzadas entre todos ellos, a menos que se empleen antisueros cuidadosamente preparados.

PATOGENICIDAD.

Todas las especies Shigella pueden dar origen a la disentería en el ser humano, la que variará en gravedad desde Shigella dysenteriae, hasta la relativamente leve Shigella -- sonnei. La infección es usualmente por ingestión. Se cree que pequeños números de organismos pueden iniciar una disentería. Esto es un contraste respecto a la Salmonelosis, en la que se requiere un número relativamente grande de microorganismos -- para que se inicie la infección.

Los síntomas que acompañan a la disentería son ex-- tremadamente variables aunque se deba a la misma especie la -- infección de diferentes individuos en el mismo brote. Los pe-- ríodos de incubación son por lo general de 12 horas, en los -- que se inicia la fiebre. Esta va seguida por diarrea aguda -- entre las 18 horas y 24 horas. Algunos pacientes sufren sólo leve malestar, con pocos excrementos sueltos, otros sufren -- náuseas, vómitos y postración aguda.

La diarrea, que al principio aparece como descarga -- acuosa y delgada, pronto pierde su carácter fecal y se compo--

ne después principalmente de pus, moco y sangre. Usualmente se presentan graves dolores de cólicos en esta etapa.

El índice de mortalidad para la disentería debida a Shigella dysenteriae es aproximadamente del 20 %. Una neuro--toxina soluble, que actúa principalmente sobre los pequeños - vasos sanguíneos, es probablemente la causa de este alto índice de mortalidad.

Los organismos se presentan en escaso número en el excremento mismo o en la porción líquida. Pero están en grandes números en el pus y moco. Rara vez invaden la corriente - sanguínea.

TRATAMIENTO.

La deshidratación necesita ser tratada fisiológica--mente. Puede controlarse la infección mediante terapéutica -- apropiada con antibióticos.

TRANSMISION.

Para la población civil normal, Shigella produce -- sólo leves molestias. En tiempos de guerra, y de otros desas--tres, constituye un grave peligro, debido a la frecuente con--taminación fecal de los aprovisionamientos públicos de agua.-- El hombre es la única fuente de Shigella, podría muy proba--blemente erradicarse éste mal.

PREVENCION.

Se han preparado antitóxicas, pero no es fácil ope--rarlas. Los sueros antibacterianos no parecen ser eficaces -- contra el mal. La prevención depende por lo tanto en su tota--lidad de medidas higiénicas, de las cuales la clorinación del aprovisionamiento de agua es el factor clave.

DIAGNOSTICO DE LABORATORIO.

Para lograr el aislamiento de Shigella en materias fecales, es más importante elegir el material adecuado para la inoculación, que elegir los medios adecuados. Para la inoculación deben usarse fragmentos de pus o de mucosidades.

Los exudados celulares abundantes, compuestos principalmente de células polimorfonucleares y eritrocitos, según algunos, característicos de la disentería por Shigella.

La identificación final de la especie se basa en la serología, usando respectivamente antisueros para los grupos A, B, C y D.

EVALUACION DE LOS GENEROS PATOGENOS

Salmonella sp. Y Shigella sp.

Como consecuencia del empleo de los medios de enriquecimiento se obtiene, después de la incubación una flora mixta en los caldos, y a partir de ellos se procede al aislamiento de las salmonelas y las shigelas.

En atención a su fuerza selectiva de las salmonelas, se pueden constituir tres grupos:

- ligeramente selectivos: medios de ENDO, Agar EAM y medio de MacConkey.
- moderadamente selectivos: Agar SS y XLD.
- fuertemente selectivos: Agar Verde Brillante y Agar Sulfito de Bismuto.

La conducción más correcta del análisis, incluye el empleo de dos medios (uno ligero y otro fuertemente selectivo), para cada medio de enriquecimiento por muestra examinada.

A continuación se mencionan algunas de las características más interesantes de los medios de cultivo utilizados en el presente trabajo, las cuales consisten en :

AGAR E.A.M.- La fuscina agregada al medio base es decolorada por el sulfito de sodio (indicador de Andrade).- Durante la fermentación de la lactosa, los grupos aldehidos liberados reaccionan con el sulfito liberando a la fuscina que comunica el color rojo característico a las colonias de bacterias fermentadoras de la lactosa. El propio colorante muestra acción inhibitoria contra las bacterias Gram positivas.

MEDIO DE MACCONKEY.- A la base peptonada se le adiciona sales biliares y cristal violeta como agentes inhibidores de las bacterias Gram positivas. El indicador es el

rojo neutro, de manera que los fermentadores de la lactosa aparecen de color rojo, en tanto que los no fermentadores no desarrollan color.

El medio no tiene un fuerte efecto inhibitorio - sobre las bacterias Gram positivas que pueden formar colonias pequeñas rosadas o rojas, este inconveniente se elimina incorporando cristal violeta al 1:1'000,000.

AGAR SALMONELLA - SHIGELLA (SS).- La inhibición de los Gram positivos se logra con las sales biliares en lugar del desoxicolato y del verde brillante que además retarda el desarrollo de muchas cepas Coliformes. Las colonias de lentos fermentadores de la lactosa y no fermentadores del tipo de Proteus y Pseudomonas, forman colonias muy semejantes a las de Salmonella, especialmente el primero con quien comparte en muchos casos incluso colonias negras debido a la producción de ácido sulfhídrico.

En el medio, la función del citrato férrico una sal del ácido débil a partir del cual el ácido sulfhídrico formado lo desplaza para producir el sulfuro férrico negro. Las colonias rojas corresponden a las fermentadoras de la lactosa, por vire del indicador rojo neutro incorporado al medio. El tiosulfato y el citrato de sodio constituyen a - darle selectividad.

MEDIO DE WILSON Y BLAIR O

AGAR SULFITO DE BISMUTO.- Este es uno de los medios de cultivo de mayor predilección para el aislamiento de Salmonella. A diferencia de los restantes medios, el sistema indicador no funciona a base de la fermentación o no de la lactosa o de algún otro carbohidrato por sí mismo. La flora Gram positiva es inhibida por el verde brillante y una interesante proporción de Gram negativos por el efecto del sulfito de bismuto y del sulfito de sodio.

La combinación del sulfuro ferroso y fosfato disódico constituyen la reacción de hierro que permitirá la -- eventual formación del sulfuro de fierro negro a partir del ácido sulfhídrico generado por las salmonelas en presencia de glucosa.

AGAR VERDE BRILLANTE.- Al medio nutritivo básico se le adiciona verde brillante como inhibidor de la flora Gram positiva y de algunos Coliformes. El mecanismo indicador está formado por lactosa y sacarosa con el rojo de fenol como indicador.

La incorporación de sulfapiridina hace aún más - inhibitorio al medio, lo que según algunos autores llega a perjudicar al aislamiento de un número de salmonelas. Con o sin sulfas es también uno de los medios más recomendables.

El diagnóstico o identificación final de una Salmonella no se obtiene a través de unas cuantas pruebas bioquímicas, como tampoco es legítima identificarla solo por aglutinación de un suero polivalente a partir de colonias más o menos típicas en las placas de los medios selectivos y diferenciales. Igualmente erróneo puede ser el desechar una cepa solo porque no responde a una prueba aislada reconocida como típica del género.

El diagnóstico más confiable que puede conseguirse es aquel que se fundamenta en una serie de pruebas bioquímicas positivas y negativas, según el ensayo de que se trate en cada caso.

Un microorganismo puede dar positiva una prueba al ensayarse sobre un medio de cultivo particular pero no en otro indicado para el mismo propósito; así mismo las temperaturas y tiempos de incubación pueden tener una influencia decisiva en el resultado, las lecturas deben efectuarse justo al final del período prescrito para cada una.

Ahora bien, de acuerdo a los resultados obtenidos en las TABLAS No. 23 a la 31 conforme a las pruebas bioquímicas y observaciones realizadas en distintos medios de cultivo diferenciales, se hace mención de lo siguiente :

Se diferenciaron y/o aislaron tres especies del género Salmonella en base a su morfología colonial y características bioquímicas, teniendo que :

AGAR VERDE BRILLANTE TABLA No. 23

Se aislaron : Salmonella choleraesuis.
Salmonella enteritidis.
Salmonella schottmuelleri.

AGAR SALMONELLA - SHIGELLA TABLA No. 24

Se aislaron : Salmonella enteritidis.
Salmonella choleraesuis.

AGAR MACCONKEY TABLA No. 25

Se aislaron : Salmonella schottmuelleri.
Salmonella enteritidis.

AGAR E.A.M. TABLA No. 26

Se aislaron : Salmonella enteritidis.
Salmonella schottmuelleri.

AGAR SULFITO DE BISMUTO TABLA No. 27

Se aislaron : Salmonella schottmuelleri.
Salmonella choleraesuis.

También se aislaron tres especies del género Shigella en base a su morfología colonial y pruebas bioquímicas, siendo éstas las siguientes :

AGAR SULFITO DE BISMUTO TABLA No. 28

Se aislaron : Shigella boydii.

AGAR MacCONKEY TABLA No. 29

Se aislaron : Shigella sonnei.

Shigella alkalescens.

AGAR SALMONELLA - SHIGELLA TABLA No. 30

Se aislaron : Shigella sonnei.

AGAR E.A.M. TABLA No. 31

Se aislaron : Shigella sonnei.

Como se puede observar, respecto al género Salmonella sps. se aislaron tres especies, teniendo una frecuencia de aparición como sigue : para la Salmonella enteritidis y la Salmonella schottmuelleri fué de un 80 % , mientras que para Salmonella choleraesuis fué de un 60 % en forma general.

En cuanto al género Shigella sps. también se pudieron aislar tres especies, teniendo una frecuencia para Shigella boydii y la Shigella alkalescens del 40 % , y para la Shigella sonnei el 75 % de manera general.

Las especies aisladas tanto del género Shigella como del género Salmonella, aunado a sus frecuencias respectivas, se reportan de una manera general y/o global, es decir, no tomando en cuenta la evaluación e interpretación mensual y estacional como se realizó con todos los demás parámetros, ésto por deberse a que solamente se pretendió aislar e identificar por medio de sus características coloniales y las pruebas bioquímicas a las especies de los géneros que se encontráran en las muestras de agua de la laguna de Alvarado, Ver., de acuerdo a uno de los objetivos planeados y a las posibilidades reales en que se trabajo.

Ahora bien, la presencia de estas especies nos indica una exagerada y peligrosa contaminación bacteriológica en la laguna de Alvarado, producto del no control y tratamiento de las aguas de desechos urbanos y domésticos en esta zona, por tal motivo es y seguirá siendo la causa de infecciones y enfermedades gastrointestinales y epidémicas por ingestión de alimentos y productos "procesados", enlatados y envasados para consumo humano de organismos altamente contaminados (ostión, almeja, camarón, etc., entre otros) por materia fecal, principalmente de origen humano.

* * * * *

CONCLUSIONES.

*** El interés de este trabajo de investigación, radica esencialmente en la simplificación de conceptos y la evaluación e interpretación accesible de los mismos, en función de los resultados obtenidos tanto de manera mensual - como estacional, a partir de muestras significativas del agua de la laguna de Alvarado, Ver.

*** Como etapa principal en este estudio se contaron con normas y/o criterios técnicos de calidad, que sirvieron de base para evaluar los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto de investigación, y definir las posibles alternativas de solución al problema. No obstante, los criterios de calidad, normas, leyes y reglamentos se han adoptado de los países desarrollados como modelos, sin tomar en cuenta y consideración, que un gran número de casos, el tipo y concentración de los contaminantes de las diferentes descargas son de distinta naturaleza.

*** Las legislaciones extranjeras son más estrictas en relación a la legislación nacional. Hecho por el cual se considera realmente necesaria, una revisión y tal vez algunas modificaciones a los niveles de concentraciones permisibles para todo tipo de desechos residuales a los cuerpos receptores, ya que en base a la legislación vigente hasta ahora, permite ciertas concentraciones que ponen en serio peligro la vida humana y acuática de algunos lugares.

*** En la actualidad y a pesar de todo, México cuenta con gran variedad de leyes y reglamentos, como son los siguientes: Ley Federal de Aguas, iniciativa de Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas, Reglamento Federal para Obras de Provisión de Agua Potable, Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos, etc.

*** La laguna de Alvarado junto con las demás - lagunas que integran al sistema lagunar, aportan un volumen importante de la producción pesquera y ostrícola del Puerto de Alvarado; sin embargo, el grado de contaminación bacteriológica de sus aguas limita la calidad sanitaria de dichos productos y significa un serio peligro para la salud de -- quienes los consumen.

*** Las aguas del sistema lagunar casi en su totalidad, presentan francas condiciones de contaminación por los grupos de Coliformes y Estreptococos Fecales, así como también de algunas especies de los géneros patógenos de -- Salmonella sps. y Shigella sps., por lo que se pueden clasificar como áreas "prohibidas" para el cultivo y la explotación de moluscos bivalvos.

*** Ahora bien, los aportes de los Ríos Blanco y Papaloapan, y en sí la laguna de Alvarado, presentan el mayor grado de contaminación bacteriológica bajo condiciones de marea alta.

*** Las corrientes que provienen de la boca de la laguna de Alvarado, aunadas a las corrientes de los Ríos Papaloapan y Blanco, transportan principalmente la contaminación generada en la ciudad de Alvarado y del Puerto Piloto Pesquero, hacia el Noroeste del sistema lagunar.

*** La calidad física y química del agua en el sistema lagunar y en especial la laguna de Alvarado, se -- encuentra en general como aceptable para los usos de vida acuática y acuicultura, recreación y navegación; sin embargo, la calidad bacteriológica deja mucho que desear y por lo tanto invalida al primer uso (acuicultura y vida acuática).

*** Los valores altos, aunque no indicativos de contaminación severa (parámetros físicos y químicos), se registraron en las áreas próximas a la ciudad de Alvarado y del Puerto Piloto Pesquero, así como en las desembocaduras de los Ríos Papaloapan y Blanco, incluyendo al poblado de Arbolillos.

*** La falta de un manejo adecuado de los desechos de la ciudad de Alvarado y del Puerto Piloto Pesquero, así como de las poblaciones ribereñas y de las establecidas cercanas y a lo largo de los Ríos Blanco y Papaloapan hasta llegar a su punto de origen (ciudades de Orizaba, Nogales, Córdoba, etc), representan un peligro para la aún aceptable calidad física y química de las aguas del sistema lagunar.

*** Las actuales salinidades del sistema lagunar, reflejan un resultado deficiente de la obra realizada años atrás, para la comunicación entre el mar y la laguna Camaronera, la cuál se realizo supuestamente para elevar la salinidad de dicha laguna, y repercutir de manera directa con la laguna de Buen País y con ello capitalizar el potencial productivo de las lagunas, cosa que hasta la fecha nunca tuvo resultado alguno y sí la pérdida en infraestructura.

*** Por otro lado, la escasez de agua potable y las necesidades crecientes de la población, obligan a que se utilicen aguas de distintos orígenes, sometidas a múltiples causas de contaminación. La salud humana es efectada de manera directa e indirecta, dando lugar a la aparición y proliferación de infecciones y de brotes epidémicos, producidos por la contaminación de los abastecimientos de agua, como consecuencia de hechos fortuitos, accidentes o negligencia del mismo hombre.

*** En la actualidad el mantenimiento de la calidad de las aguas y la lucha contra las enfermedades transmisibles de origen hídrico, debe y tiene que ser de preocupación fundamental de las autoridades sanitarias, sin excluir al mismo gobierno, a que se controlen y aminoren las infecciones producidas por virus y la relación existente entre la presencia de ciertos compuestos químicos, así como las apariciones de algunas enfermedades transmisibles.

*** Los Organismos Internacionales y en sí las Legislaciones o Decretos de algunos países, han señalado - criterios y normas para regular la calidad de sus aguas, en especial los requisitos mínimos necesarios para la protección de la salud humana, y que consideran de todo punto - esencial, la vigilancia de la calidad del agua y sus trata-

mientos antes de ser vertidas a cualquier cuerpo receptor, mediante o en base a la valoración sanitaria y certificada anteponiendo los exámenes analíticos de sus propiedades, - concentraciones, etc., entre las cuales el análisis microbiológico constituye uno de los puntos fundamentales y principales de dichos exámenes sanitarios.

* * * * *

RECOMENDACIONES.

*** No obstante la baja producción ostrícola del sistema lagunar de Alvarado comparado con otros sistemas, es recomendable que se instale un laboratorio en un sitio adecuado con el equipo y material humano necesario para analizar sistemáticamente, tanto la calidad sanitaria de sus aguas como su producto pesquero; todo ésto dependiendo del apoyo real y económico que las dependencias e instituciones del lugar brinden, así como el mismo gobierno; para llevar a cabo dichos trabajos de investigación y canalizar todo con un fin, el de controlar y aminorar lo más posible el envenenamiento de las aguas territoriales.

*** Dado el alto grado de contaminación bacteriológico del sistema lagunar, es estrictamente necesario establecer un servicio de control sanitario y de inspección que vigilen los aspectos sanitarios de la captura, transformación y transporte del producto, así como las instalaciones donde es manejado, procesado y empaquetado el producto.

*** Es necesario establecer, o reafirmar si ya existen, los mecanismos de coordinación necesarios entre las instituciones y agrupaciones que tengan injerencia sobre el control de la calidad del agua, la calidad del producto pesquero, y la administración pesquera en general.

*** Es de primordial importancia el manejar adecuadamente las descargas de aguas residuales y domésticas o urbanas de la ciudad de Alvarado y del Puerto Piloto Pesquero, las que hasta el momento, se han dispuesto en forma indiscriminada y cuyos efectos recaen y repercuten directamente en la calidad de sus aguas y del producto pesquero, especialmente el ostión, almeja y camarón.

*** Es necesario que las aguas residuales en general, sean sometidas a ciertos tratamientos antes de ser vertidas a los cuerpos receptores, con el propósito de disminuir la carga de contaminantes en general que poseen dichas aguas, protegiendo así, la salud humana y la vida acuática existente y restablecer la que existía en ciertos lugares.

*** Realizar un análisis serio de la legislación nacional vigente hasta ahora, en el control de la contaminación de las aguas y la aminoración de los desechos residuales en todas las industrias para adecuarlas a las necesidades actuales, acorde al desarrollo industrial y urbano del país. De igual manera establecer los elementos necesarios para asegurar el cumplimiento de la misma, sin excepción alguna. Ya que como un ejemplo de lo acontecido años atrás, México exportaba Moluscos Bivalvos a los Estados Unidos de América; pero dada las malas condiciones sanitarias del producto que se exportaba, cesó de forma inmediata esta actividad comercial, perdiendo nuestro país una considerable captación de divisas.

*** Atacar los problemas de contaminación desde su punto de origen o partida, como es el caso de los Ríos Blanco, Papaloapan y la laguna de Alvarado; que sufren de la contaminación de origen industrial (destilerías, ingenios, celulosa, desperdicios de la producción del café, establecimientos textiles, etc.) y, por supuesto, los efluentes humanos que, casi siempre sin tratamiento previo, arrojan ciudades como Mendoza, Nogales, Orizaba, Córdoba y -- otras; que van a parar a los Ríos antes mencionados y por consiguiente a la laguna de Alvarado, Ver., zona de muestreo y estudio de este trabajo.

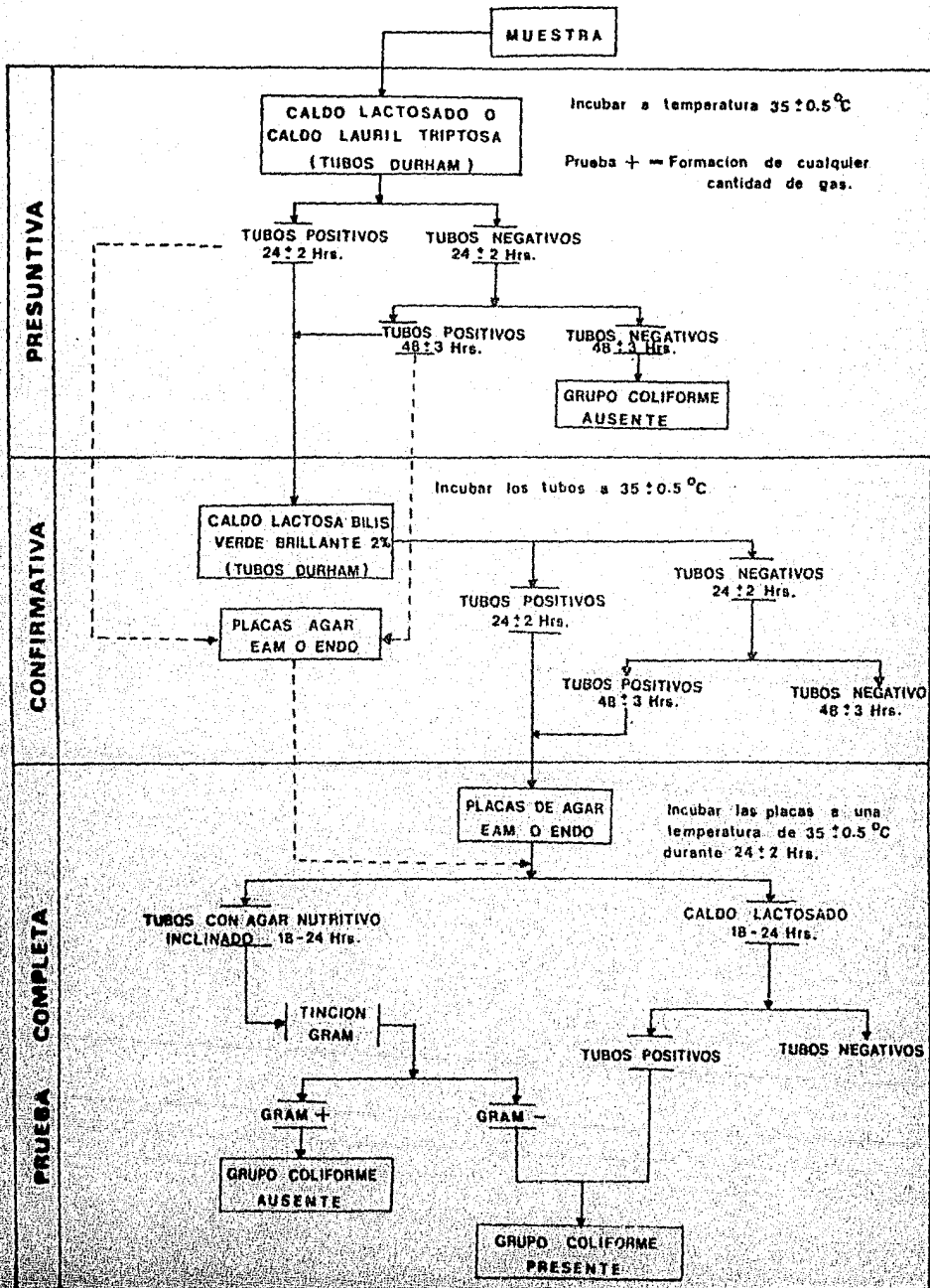
* * * * *

A N E X O N o . 1

** PRUEBAS PARA LAS DETERMINACIONES DE LOS GRUPOS COLIFORMES
TOTALES, FECALES Y ESTREPTOCOCCOS FECALES. **

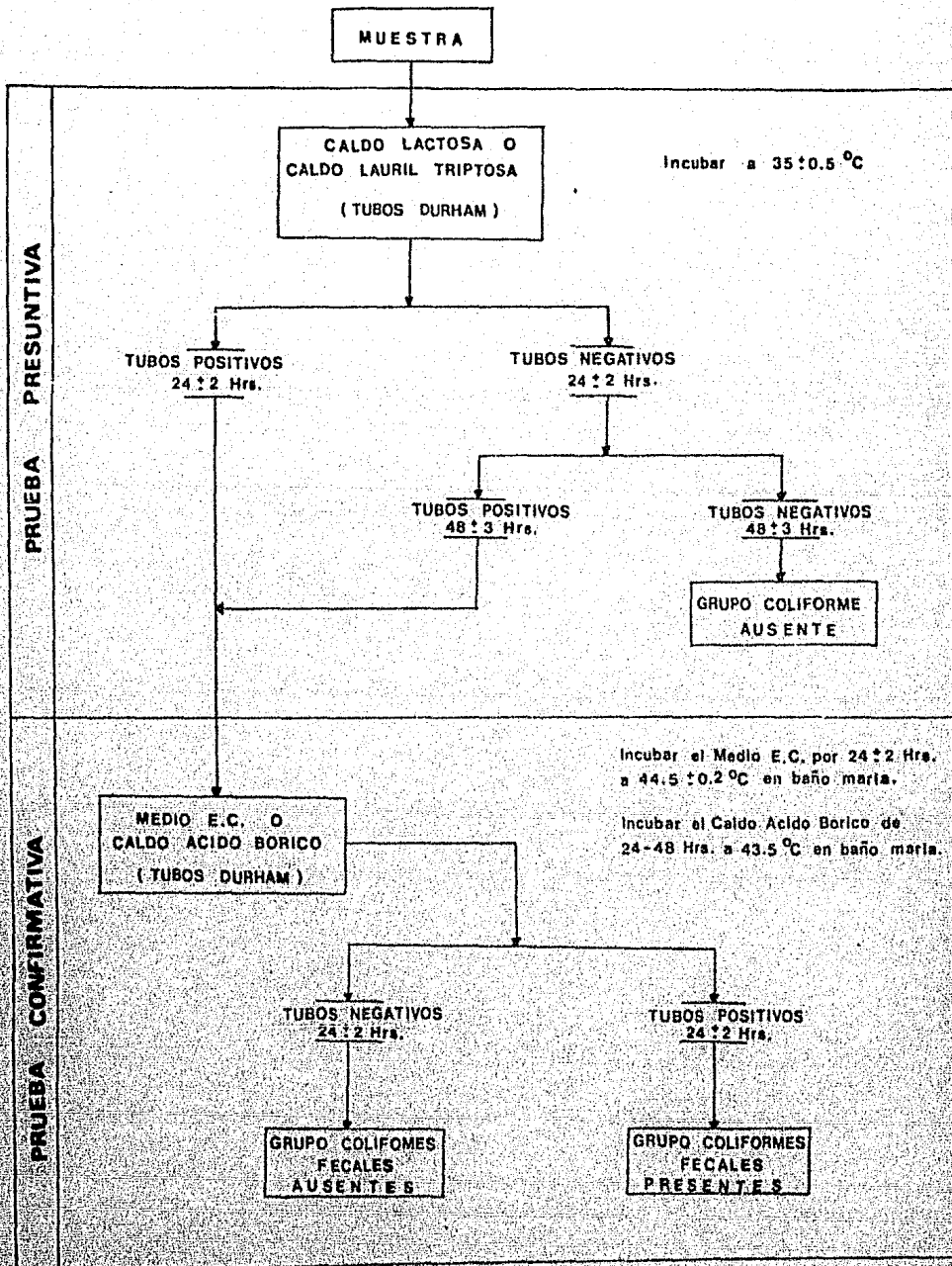
PRUEBAS PARA DETERMINAR AL GRUPO DE COLIFORMES TOTALES.

ANEXO No. 1



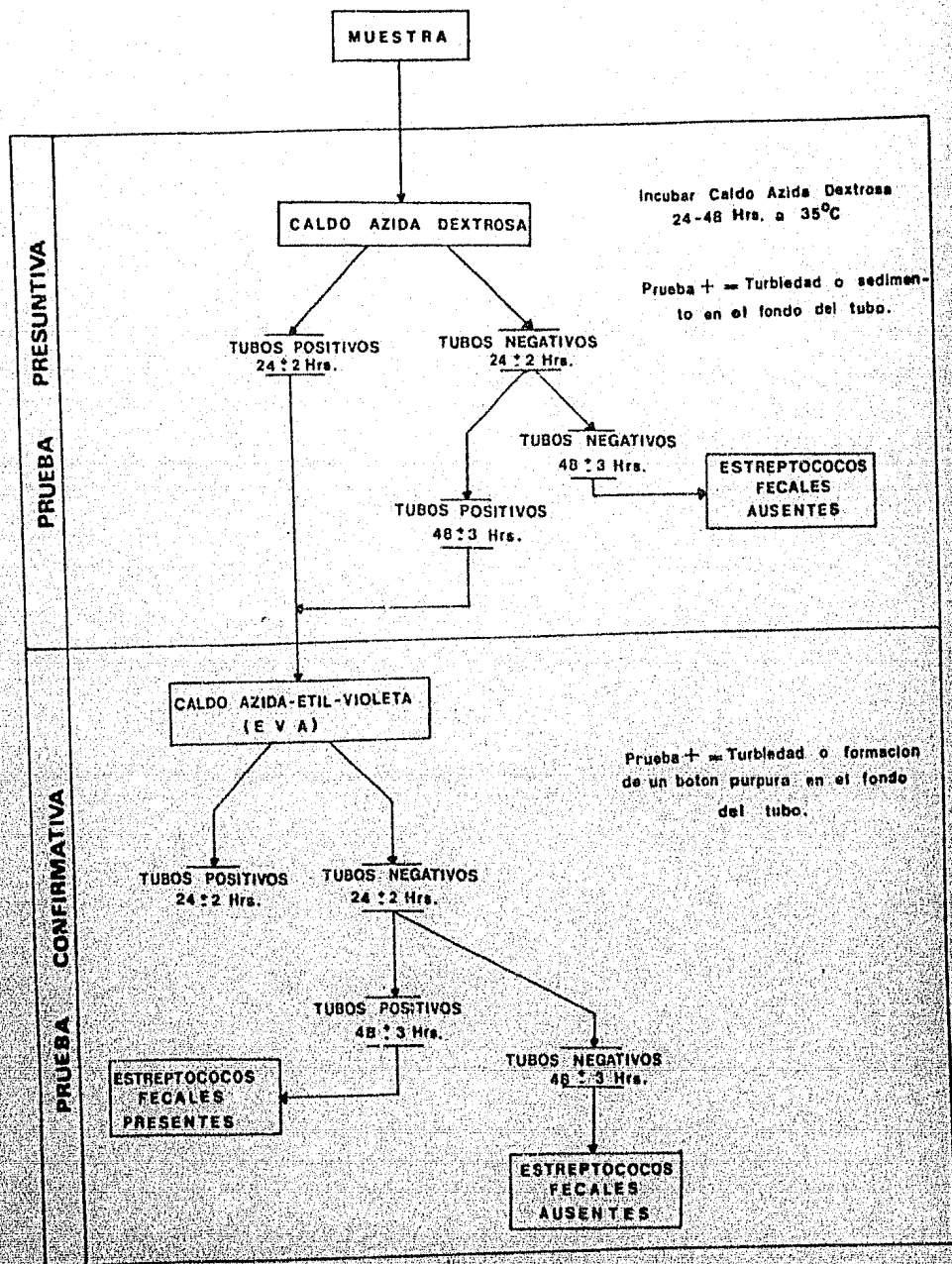
PRUEBAS PARA LA DETERMINACION DEL GRUPO DE COLIFORMES FECALES.

A N E X O No. 1



PRUEBAS PARA LA DETERMINACION DEL GRUPO DE ESTREPTOCOCOS FECALES.

A N E X O No. 1.



A N E X O N o . 2

** COLORANTES, SOLUCIONES Y REACTIVOS. **

COLORANTES (SALLE, 1973).

TINCION Gram.

CRISTAL VIOLETA.

Cristal Violeta	2.00 g
Alcohol Etílico	20.00 ml
Oxalato de Amonio Monohidratado.	0.80 g
Agua Destilada.	80.00 ml

SOLUCION LUGOL.

Cristales de Yodo	1.00 g
Yoduro de Potasio	2.00 g
Agua Destilada.	300.00 ml

ALCOHOL-CETONA.(Agente Decolorante).

Alcohol Etílico 95 %	50.00 ml
Acetona	50.00 ml

COLORANTE SAFRANINA (Contraste).

Safranina	0.85 g
Alcohol Etílico	25.00 ml
Agua Destilada	225.00 ml

SOLUCIONES.

FENOL AL 5 %

Fenol	5.00 g
Agua Destilada	95.00 ml

REACTIVOS.

PRUEBA CATALASA.

Peróxido de Hidrógeno al 30 %

REDUCCION DE NITRATOS.

REACTIVO DE Griess I

Acido Sulfanílico	0.5 g
Acido Acético 30 %	50.0 ml

REACTIVO DE Griess II

α -Naftilamina	0.5 g
Acido Acético 30 %	150.0 ml
Agua Destilada	50.0 ml

DETERMINACION INDOL.

p-Dimetilaminobenzal- dehído.	10.0 g
Alcohol Amílico.	150.0 ml
HCl concentrado.	50.0 ml

DETERMINACION R.M.

Rojo de Metilo	1.0 g
Alcohol Etilico 95 %	300.0 ml
Agua Destilada	200.0 ml

REACTIVOS PARA VOGES-PROSKAUER.

A) α -NAFTOL AL 5 %

α -Naftol	5.0 g
Alcohol Etílico 95 %	100.0 ml

B) HIDROXIDO DE POTASIO 40 %

Cretimina	0.30 g
Hidróxido de Potasio	40.00 g
Agua Destilada	100.00 ml

* * * * *

A N E X O N o . 3

** MEDIOS DE CULTIVO. **

(BIOXON, 1980)

A N E X O # 3

MEDIOS DE CULTIVO (Bioxon, 1980)

Agar Citrato de Simmons

Fosfato Dihidrogenado de Amonio	1.00 g
Fosfato Dipotásico	1.00 g
Cloruro de Sodio	5.00 g
Citrato de Sodio	2.00 g
Sulfato de Magnesio	0.20 g
Agar	15.00 g
Azul de Bromotimol	0.08 g

pH final 6.9 ± 0.2

Esterilizar a 15 Lbs. de presión, durante 15 min.

Agar EAM (Eosina y Azul de Metilo)

Peptona de Gelatina	10.000 g
Lactosa	10.000 g
Fosfato Dipotásico	2.000 g
Agar	15.000 g
Eosina	0.400 g
Azul de Metilo	0.065 g

pH final 7.1 ± 0.2

Esterilizar a 15 Lbs. de presión, durante 15 min.

Agar ENDO

Peptona de Carne	10.0 g
Fosfato Dipotásico	3.5 g
Agar	15.0 g
Lactosa	10.0 g
Sulfito de sodio	2.5 g
Fucsina básica	0.5 g

pH final 7.4 ± 0.2

Esterilizar a 15 Lbs. de presión, durante 15 min.

Agar Hierro de Elinger

Mezcla de Peptonas	20.0 g
Lactosa	10.0 g
Dextrosa	1.0 g
Cloruro de sodio	5.0 g
Citrato de Amonio Férrico	0.5 g
Tiosulfato de sodio	0.5 g
Agar	15.0 g
Rojo de FEnol	0.025g

pH final 7.4 ± 0.2

Esterilizar a 15 Lbs. de presión, durante 15 min.

A N E X O # 3

MEDIOS DE CULTIVO (Bioxon, 1980)

Agar Hierro Triple Azúcar

Mezcla de Peptonas	20.0 g
Cloruro de Sodio	5.0 g
Lactosa	10.0 g
Sacarosa	10.0 g
Dextrosa	1.0 g
Sulfato de Amonio Férrico	0.2 g
Tiosulfato de Sodio	0.2 g
Rojo Fenol	0.025 g
Agar	13.000 g

pH final 7.3 ± 0.2

Agar de MacConkey

Peptona de Gelatina	17.000 g
Mezcla de Peptonas	3.000 g
Lactosa	10.000 g
Mezcla de Sales Biliares	1.500 g
Cloruro de Sodio	5.000 g
Agar	13.500 g
Rojo Neutro	0.030 g
Cristal Violeta	0.001 g

pH final 7.1 ± 0.2

Esterilizar a 15 lbs. de presión, durante 15 min.

Agar Nutritivo

Peptona de Gelatina	5.0 g
Extracto de Carne de Res	3.0 g
Agar	15.0 g

pH final 6.8 ± 0.2

Esterilizar a 15 lbs. de presión, durante 15 min.

Agar para Salmonella y Shigella

Extracto de Carne	5.000 g
Mezcla de Peptonas	5.000 g
Lactosa	10.000 g
Mezcla de Sales Biliares	8.500 g
Citrato de Sodio	8.500 g
Tiosulfato de Sodio	8.500 g
Citrato Férrico	1.000 g
Agar	13.500 g
Rojo Neutro	0.025 g
Verde Brillante	0.330 g

pH final 7.0 ± 0.2

NO esterilizar en autoclave
calentar y hervir durante 1 min.

A N E X O # 3

MEDIOS DE CULTIVO (Bioxon, 1980)

Agar Sulfito y Bismuto

Mezcla de Peptonas	10.000 g
Extracto de Carne	5.000 g
Dextrosa	5.000 g
Fosfato Dipotásico	4.000 g
Sulfato Ferroso	0.300 g
Indicador de Sulfito de Bismuto	8.000 g
Verde Brillante	0.025 g
Agar	20.000 g

pH final 7.5

NO esterilizar, hervir 1 min.
y evitar el sobrecalentamiento

Agar Verde Brillante

Extracto de Carne	3.00 g
Mezcla de Peptonas	10.00 g
Cloruro de Sodio	5.00 g
Lactosa	10.00 g
Sacarosa	10.00 g
Rojo Fenol	0.08 g
Agar	20.00 g
Verde Brillante	12.50 mg

pH final 6.9 ± 0.2

Esterilizar a 15 lbs. de presión durante 15 min.

Base de Caldo Rojo Fenol

Peptona de Caseína	10.000 g
Cloruro de Sodio	5.000 g
Rojo Fenol	0.018 g

pH final 7.4

Esterilizar no más de 12 lbs. de presión dur. 15 min.

Base de Caldo Tetracionato

Mezcla de Peptonas	5.0 g
Sales Biliares	1.0 g
Carbonato de Calcio	10.0 g
Tiosulfato de Sodio	30.0 g

No esterilizar, calentar a ebullición y mezclar bien

A N E X O # 3

MEDIOS DE CULTIVO (Bioxon, 1980)

Caldo Azida Dextroso

Extracto de Carne	4.5 g
Triptona o Polipeptona	15.0 g
Glucosa	7.5 g
Cloruro de Sodio	7.5 g
Azida de Sodio	0.2 g

pH final 7.2 ± 0.2

Esterilizar a 15 lbs de presión, durante 15 min.

Caldo Bilis Verde Brillante al 2%

Bilis de Buey Deshidratada	20.0000 g
Lactosa	10.0000 g
Peptona de Gelatina	10.0000 g
Verde Brillante	0.0133 g

- 146 -

Caldo EVA (Azida Violeta de Etilo)

Triptona	20.0 g
Glucosa	5.0 g
Cloruro de Sodio	5.0 g
Fosfato Dipotásico	2.7 g
Azida de Sodio	0.4 g
Violeta de Etilo	0.00083 g

pH final 7.0

Caldo Lactosado

Peptona de Gelatina	5.0 g
Extracto de Carne de Res	3.0 g
Lactosa	5.0 g

pH final 6.9 ± 0.1

Esterilizar a 15 lbs de presión, durante 15 min.

A N E X O # 3

MEDIOS DE CULTIVO (Bioxon, 1980)

Gelatina Nutritiva

Peptona de Gelatina	5.0 g
Extracto de Carne de Res	3.0 g
Gelatina Bacteriológica	120.0 g

pH final 6.8 ± 0.2

Esterilizar a 15 lbs de presión, durante 15 min.

Medio EC (E. coli)

Triptosa o Tripticasa	20.0 g
Lactosa	5.0 g
Mezcla de Sales Biliares	1.5 g
Fosfato Dipotásico	4.0 g
Fosfato Monobásico	1.5 g
Cloruro de Sodio	5.0 g

pH final 6.9 ± 0.1

Esterilizar a 15 lbs. de presión, durante 15 min.
en tubos de fermentación

Medio de Nitrato de Potasio

Extracto de Carne	3.0 g
Peptona de Gelatina	5.0 g
Nitrato de potasio (0.1%)	1.0 g

pH final 7.0

Esterilizar a 15 lbs de presión, durante 15 min.

Medio RM-VP (Rojo de Metilo y Voges-Proskauer)

Peptona Amortiguadora	7.0 g
Dextrosa	5.0 g
Fosfato Dipotásico	5.0 g

pH final 6.9 ± 0.1

Esterilizar a 15 lbs de presión, durante 15 min.

A N E X O # 3

MEDIOS DE CULTIVO (Bioxon, 1980)

Medio SIM

Peptona de Caseína	20.0 g
Peptona de Carne	6.1 g
Sulfato de Hierro y Amonio	0.2 g
Tiosulfato de Sodio	0.2 g
Agar	3.5 g

pH final 7.3 ± 0.2

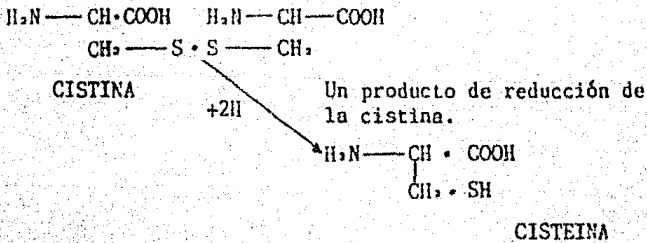
Esterilizar a 15 lbs de presión, durante 15 min.

A N E X O No. 4

** PRUEBAS BIOQUIMICAS INDIVIDUALES. **

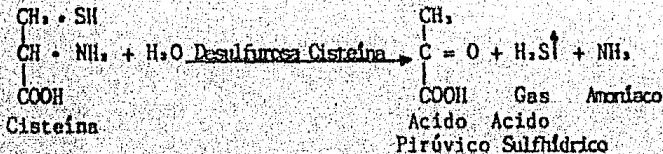
PRUEBA DEL ACIDO SULFURICO

La proteólisis de las proteínas da aminoácidos individuales, algunas especies bacterianas heterotróficas son capaces de liberar azufre, enzimáticamente, de los diferentes aminoácidos que las contienen, produciendo el gas ácido sulfhídrico (SH₂). La peptona, la cisteína y el tiosulfato, son fuentes de azufre; pero las diferentes especies utilizan distintos compuestos o aminoácidos que contienen azufre para producir el ácido sulfhídrico. La enzima responsable de esta actividad es la cisteína.



Un organismo que produzca SH₂, cultivado en un medio orgánico, como la peptona, reduce el azufre por hidrogenación, produciendo el gas SH₂.

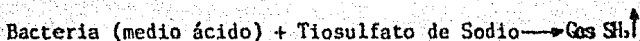
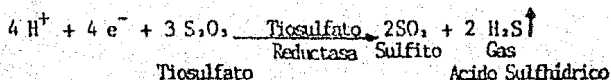
El catabolismo anaeróbico de la cisteína da SH₂, ácido pirúvico y amoníaco, se puede observar con la fórmula siguiente:



En el Agar Hierro Kigler, los indicadores del ácido sulfhídrico son una sal, citrato férrico de amonio y una sustancia química: tiosulfato de sodio. Ambos indicadores deben hallarse presentes, dado que el resultado final es un método en dos etapas, las cuales son:

1a. Etapa

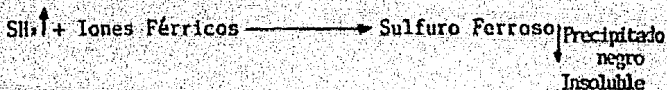
La bacteria reacciona con el tiosulfato de sodio por medio de una reacción de reducción que dá un sulfito y un sulfato. Para que tenga lugar la reducción del tiosulfato, es necesario que exista en la capa de arriba del Agar Hierro de Kigler, un medio ácido. Para proporcionar esta acidez, se encuentran dos hidratos de carbono. Este es un proceso de respiración anaeróbica, por el cual el átomo de azufre sirve como aceptor de electrones para la oxidación de los sustratos orgánicos. El tiosulfato (S₂O₃) reemplaza al sulfato como aceptor de electrones y es una fuente de azufre para el organismo.



El ácido sulfhídrico es un gas incoloro, y por lo tanto, hace falta un segundo indicador para detectar visiblemente su producción.

2a. Etapa

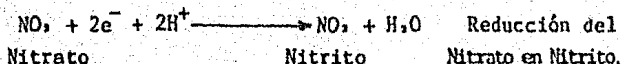
El gas incoloro SH₂ reacciona con una sal pesada, citrato férrico de amonio para producir un precipitado negro insoluble, sulfuro ferroso.



La capacidad de un organismo de producir SH₂, es una característica constante y el que lo hace, por lo general produce gas (CO₂+H₂) en medios con hidratos de carbono.

PRUEBA DE REDUCCION DEL NITRATO

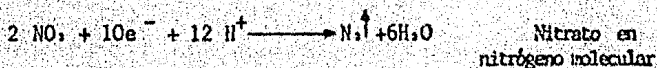
La reducción del nitrato (NO₃) en nitrito (NO₂) y en gas nitrógeno (N₂), tiene lugar generalmente en condiciones anaeróbicas, en las cuales un organismo obtiene su oxígeno del nitrato. La mayoría de las bacterias aeróbicas son anaerobios facultativos y sólo pueden reducir el nitrato en ausencia de oxígeno. Esta respiración anaeróbica es un proceso de oxidación por el cual las sustancias inorgánicas, especialmente nitrito y sulfato, o raramente hidratos de carbono, proporcionan oxígeno para que sirva como aceptor de electrones para suministrar energía.



En la reducción del nitrato, los citocromos bacterianos transportan electrones o moléculasceptoras específicas.

Las posibilidades del producto final de reducción del nitrato son muchas: nitrito, amoníaco, nitrógeno molecular, óxido nítrico, óxido nitroso, o hidroxilamina (R·NH·OH). El producto final de la reducción que se forme, depende de la especie bacteriana. El más común es el nitrógeno molecular; por medio de la reducción del nitrito, éstos productos, según las condiciones del medio, ya no son más oxidados o asimilados en el metabolismo celular, sino que se excretan en el medio circundante.

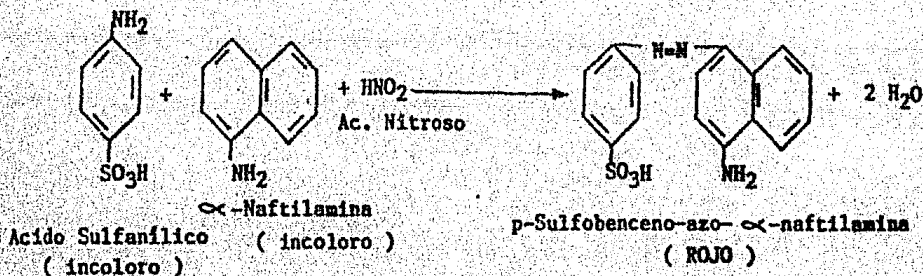
El nitrato sirve como un aceptor de electrones; por cada molécula de nitrato reducido, se aceptan cinco electrones.



La reducción por tanto, en la prueba de reducción del nitrato, se manifiesta por la presencia de un producto final catabólico; o la ausencia de nitrato en el medio.

La química de la acción de los reactivos es la siguiente: la reducción del nitrato en nitrito está indicada por la aparición de color cuando el nitrito reacciona con los dos reactivos; ácido sulfanílico y α -naftilamina (dimetil- α -naftilamina). La reacción de color resultante se debe a la formación de un compuesto diazoico (p-sulfobenceno-azo- α -naftilamina).

El enlace del grupo azo-N=N- da como resultado un compuesto coloreado por medio de una reacción nitrosa. El colorante diazoico se forma por acoplamiento a través de un enlace azo de una amina aromática con compuesto de tipo fenólico, por lo general en la posición PARA de un grupo oxhidrilo o amino, en este caso el acoplamiento se produce en la posición PARA de un grupo amino.

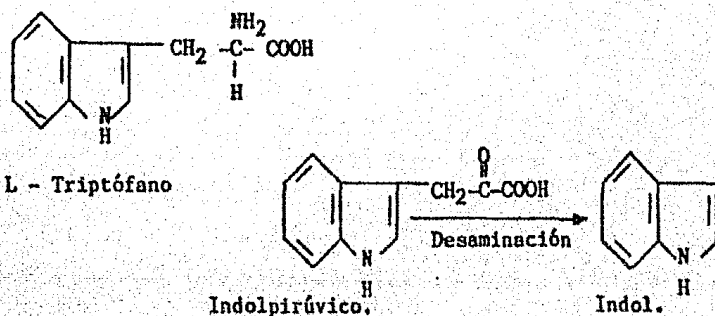


PRUEBA DEL INDOL.

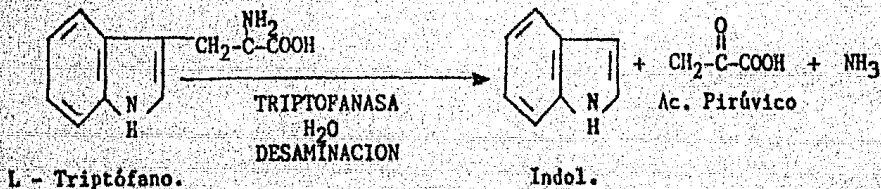
El triptófano es un aminoácido que puede ser oxidado por ciertas bacterias, para formar metabolitos indólicos principales: indol, escatol (metilindol), e indolacético -- (IAA-indolacetato).

Diversas enzimas intracelulares que intervienen en este proceso reciben el nombre colectivo de "triptofanasa", lo que indica un sistema complejo de enzimas vinculadas con la producción del indol.

El principal intermediario en la degradación del triptófano es el ácido indolpirúvico, del cual puede formarse indol por desaminación.

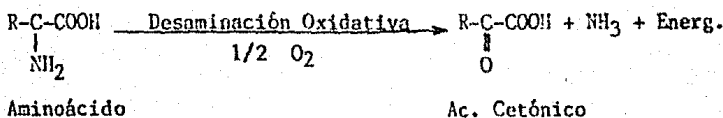


El principal metabolito indólico producido, es -- cuando la enzima triptofanasa cataliza la reacción de desaminación, atacando la molécula triptófano solamente en su cadena lateral, y dejando intacto el anillo indólico en la forma de indol.



La desaminación y la hidrólisis tienen lugar con el agregado de una molécula de agua en presencia de la enzima triptofanasa y el piridoxal fosfato como coenzima. En la desaminación, es extraída la porción amina (NH_2) del aminoácido con la liberación de una molécula de amoníaco.

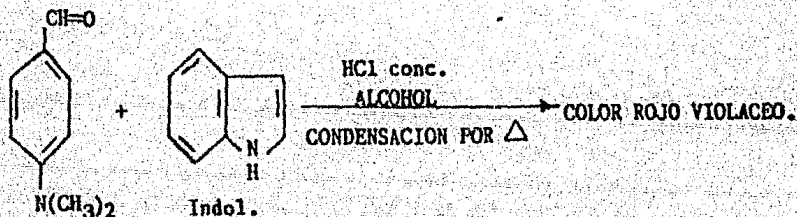
Existen dos tipos de desaminación: oxidativa y reductiva. La desaminación oxidativa extrae el grupo NH_2 de un aminoácido y se agrega un doble enlace al producto desaminado (un compuesto no saturado) junto con la formación del NH_3 y energía.



La desaminación por el triptófano es del tipo reductor, por lo cual es extraído el NH_2 y liberado como NH_3 y energía, que es utilizada por la bacteria.

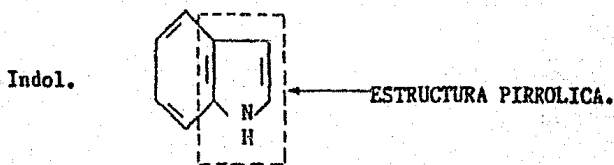
La degradación del triptófano libera indol, ácido pirúvico, amoníaco y energía. El ácido pirúvico puede ser nuevamente metabolizado por medio del ciclo glucolítico, o entrar en el ciclo de Krebs para liberar CO_2 , H_2O y una gran producción de energía. El NH_3 puede ser utilizado para sintetizar nuevos aminoácidos empleando la energía que se encuentra para la reacción anabólica.

El indol, desdoblado de la molécula triptófano, puede ser detectado por un reactivo que posea una combinación química que produzca un color definido. La presencia o ausencia de formación de indol se emplea para la identificación bacteriana. Cuando existe indol, éste se combina con el aldehído que se encuentra tanto en el reactivo de Kovac's como en el de Ehrlich, para dar un color rojo en la capa de alcohol. Esta reacción se produce por un proceso de condensación formado por un desdoblamiento ácido de la proteína.



p-dimetilamino-benzaldehído.

La reacción del color se basa en la presencia de -
la estructura pirrólica en el indol.



PRUEBA DEL ROJO DE METILO.

La prueba del rojo de metilo se basa en el medio -
de un indicador del pH, rojo de metilo, para determinar la -
concentración de iones hidrógeno presente cuando un organis-
mo fermenta la glucosa. La concentración de hidrogeniones de
pende de la relación gaseosa (CO_2 y H_2), que a su vez es -
un índice de los diferentes ciclos del metabolismo de la gly
cosa que muestran diversos organismos. Las diferentes formas
de fermentación se deben a variaciones en las enzimas vincu-
ladas con el metabolismo del ácido pirúvico que se encuentra
en el organismo.

Todos los miembros de las Enterobacteriaceae son -
por definición fermentadores de la glucosa. En el Caldo RM--
VP, después de 18 a 24 horas de incubación, la fermentación
resultante dá productos secundarios metabólicos ácidos; por
lo tanto, inicialmente todos los entéricos darán una reacción
positiva con el rojo de metilo. Sin embargo, después de más
tiempo de incubación (de 2 a 5 días) como lo exige la reali-
zación de la prueba, aquellos organismos que son rojo de me-
tilo positivos, continúan produciendo más ácidos y dan como
resultado un bajo pH terminal, venciendo al sistema amorti-
guador de fosfato, y manteniendo un medio ácido (pH de 4.2).

Los organismos rojo de metilo negativos continúan
metabolizando los productos iniciales de la fermentación por
descarboxilación, produciendo acetilmetilcarbinol (acetoína)
neutro, lo que da un elevado pH terminal que disminuye la --
acidez del medio, elevando el pH hacia la neutralidad (pH de
6.0 ó más).

Los organismos rojo de metilo positivos, producen ácidos estables; manteniendo una alta concentración de iones de hidrógeno, hasta alcanzar cierta concentración y entonces, cesa toda actividad.

Los organismos rojo de metilo negativos producen ácidos (acético, láctico y fórmico), pero tienen una menor concentración de iones hidrógeno, porque hay una reversión hacia la neutralidad, debida a la nueva degradación de los ácidos orgánicos en carbonatos, y el anhídrido carbónico; y posiblemente a la formación de compuestos de amonio, por las proteínas que se encuentran en el medio. Así mismo, por debajo de un pH de 6.3, el ácido acético es convertido en acetoina y 2,3-butanediol, productos finales neutros; cesa la producción de H₂ mientras aumenta la acumulación de CO₂.



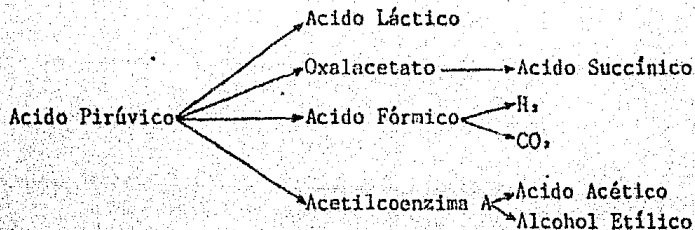
La validez de la prueba del rojo de metilo depende de un tiempo de incubación suficiente como para permitir que se produzca la diferencia en el metabolismo de la glucosa.

Los organismos en estudio se incubarán por lo menos 2 días a 35-37 °C, lo que permite que todos los organismos con baja proporción gaseosa (RM+), muestren su límite en la concentración de iones hidrógeno (bajo pH terminal), mientras que los que tienen una alta relación gaseosa (RM-) mostrarán una menor concentración de hidrogeniones (alto pH terminal).

PRUEBA DE VOGES-PROSKAUER

La reacción de Voges-Proskauer se basa en la detección del acetilmetilcarbinol (acetoína), un producto final neutro derivado del metabolismo de la glucosa. Esta es metabolizada en ácido pirúvico, intermediario clave en la glucólisis. A partir del ácido pirúvico, una bacteria puede seguir muchas vías. La producción de acetoína es uno de los ciclos para la degradación de la glucosa en las bacterias.

La reacción de Voges-Proskauer para la acetoína se usa sobre todo para separar a la E. coli de los grupos Klebsiella-Enterobacter, aun cuando otros miembros de las Enterobacteriaceae son capaces de producir una reacción de VP positiva. Las Enterobacteriaceae se clasifican característicamente como fermentadoras de ácidos mixtos o del ácido fórmico, lo cual indica que sus productos terminales por la fermentación de la glucosa, son ácidos: ácido fórmico, ácido acético, ácido succínico, alcohol etílico, hidrógeno y anhídrido carbónico.



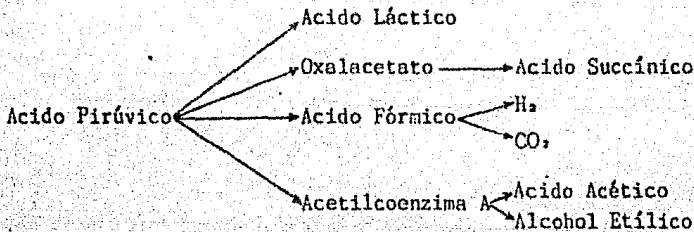
Estos fermentadores de ácidos mixtos pueden ser divididos a su vez en dos grupos:

- 1) Los que producen ácidos, pero no 2,3-butanediol (ó 2,3-butilenglicol), como la E. coli (VP-).
- 2) Los que producen 2,3-butanediol como principales productos terminales, como los grupos Klebsiella-Enterobacter (VP+).

PRUEBA DE VOGES-PROSKAUER

La reacción de Voges-Proskauer se basa en la detección del acetilmetilcarbinol (acetoína), un producto final neutro derivado del metabolismo de la glucosa. Esta es metabolizada en ácido pirúvico, intermediario clave en la glucólisis. A partir del ácido pirúvico, una bacteria puede seguir muchas vías. La producción de acetoína es uno de los ciclos para la degradación de la glucosa en las bacterias.

La reacción de Voges-Proskauer para la acetoína se usa sobre todo para separar a la E. coli de los grupos Klebsiella-Enterobacter, aun cuando otros miembros de las Enterobacteriaceae son capaces de producir una reacción de VP positiva. Las Enterobacteriaceae se clasifican característicamente como fermentadoras de ácidos mixtos o del ácido fórmico, lo cual indica que sus productos terminales por la fermentación de la glucosa, son ácidos: ácido fórmico, ácido acético, ácido succínico, alcohol etílico, hidrógeno y anhídrido carbónico.

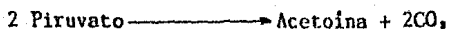


Estos fermentadores de ácidos mixtos pueden ser divididos a su vez en dos grupos:

- 1) Los que producen ácidos, pero no 2,3-butanediol (6 2,3-butilenglicol), como la E. coli (VP-).
- 2) Los que producen 2,3-butanediol como principales productos terminales, como los grupos Klebsiella-Enterobacter. (VP+).

La reacción Voges-Proskauer se basa en la detección de la acetoina (acetilmetilcarbinol o AMC), un precursor de la producción de 2,3-butanediol. Una molécula de acetoina se forma por la descarboxilación de dos moléculas de ácido pirúvico.

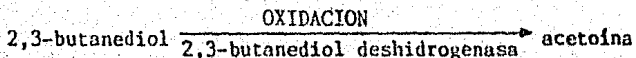
Tanto la acetoina como el 2,3-butanediol son productos neutros de la fermentación de la glucosa.



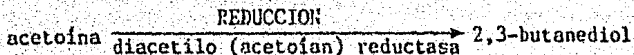
En el Enterobacter aerogenes puede producirse acetoina a partir del 2,3-butanediol con una mayor acumulación de acetoina, si el cultivo está expuesto al oxígeno atmosférico.

La acetoina puede ser metabolizada por uno de estos dos medios:

- 1) Reducción a 2,3-butanediol, que se acumula, a menos que se produzca la reoxidación.

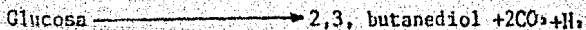


- 2) Lo que es más raro, por oxidación en diacetilo, que a su vez puede ser catabolizado.



La formación de acetoina y 2,3-butanediol es un sistema reversible de reducción o de oxidación, en el que la acetoina se convierte, por reducción, en 2,3-butanediol, o éste es oxidado en acetoina. Con la exposición al oxígeno atmosférico y a un medio alcalino el 2,3-butanediol es lentamente reversible.

La formación de 2,3-butanediol, a partir de la fermentación de la glucosa, es por lo general del tipo "dial hidrógeno".



Esta producción de 2,3-butenediol provoca un aumento en la producción de anhídrido carbónico, con la formación de menos ácidos y una acumulación de acetoína. El equilibrio entre la acetoína y el 2,3-butenediol, está determinado por el volumen de hidrógeno disponible, o las diferencias de potencial oxidación-reducción.

PRUEBA DEL CITRATO

Algunas bacterias pueden suministrar energía en ausencia de fermentación o producción de ácido láctico, empleando el citrato como única fuente de carbono. Normalmente, el metabolismo del citrato comprende una condensación de acetilo con la coenzima A y oxalacetato, para entrar en el ciclo de Krebs. El metabolismo del citrato por la mayoría de las bacterias, es rápido a través del ciclo del ácido tricarbóxico o el ciclo de fermentación del citrato. En las bacterias, el desdoblamiento del citrato comprende un sistema enzimático sin la intervención de la coenzima A. Esta enzima se denomina citratasa (citrato oxalacetato-liasa) o citrato desmolasa.

Originalmente se pensó que la descomposición inicial del citrato, daba oxalacetato (la sal del ácido oxalacético) y acetato (la sal del ácido acético).



Sin embargo, se considera actualmente que el oxalacetato y el acetato, son intermediarios en el metabolismo del citrato.

Independientemente de los productos terminales producidos, el primer paso de la fermentación del citrato, da por resultado la producción de piruvato. La degradación del piruvato depende del pH del medio.

Citrato → Oxalacetato + Acetato

Oxalacetato → Piruvato + CO₂

pH ALCALINO

Piruvato → Acetato + Formato

pH ACIDO

2 Piruvato → Acetato + CO₂ + Lactato

2 Piruvato → Acetoína + 2 CO₂

PRUEBA DE LA CATALASA

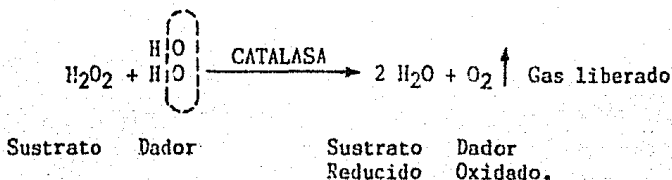
La enzima catalasa se encuentra en la mayoría de las bacterias aerobias y anaerobias facultativas, que contienen citocromo; la excepción principal es el Streptococcus sp. Los organismos que no poseen el sistema citocromo, por lo general carecen también de la enzima catalasa y por lo tanto no pueden descomponer el peróxido de hidrógeno.

El peróxido de hidrógeno se forma como un producto terminal oxidativo de la descomposición aeróbica de los azúcares. La flavoproteína reducida reacciona directamente con el oxígeno gaseoso por medio de la reducción de electrones, para formar peróxido de hidrógeno, y no por acción directa entre el hidrógeno y el oxígeno molecular.



El peróxido de hidrógeno, si se deja acumular, es tóxico para las bacterias y provoca su muerte. La catalasa descompone el peróxido de hidrógeno u oxida los sustratos secundarios, sin embargo, no tiene acción contra otros peróxidos.

En la descomposición del peróxido de hidrógeno, -- una molécula actúa como el sustrato, y la otra como dador; - el sustrato reducido por los átomos de hidrógeno cedidos por el dador, da como resultado un sustrato reducido y un dador oxidado.

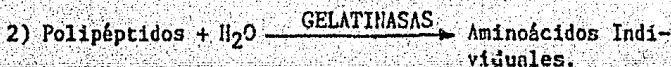
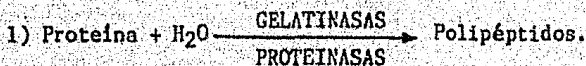


PRUEBA DE LICUEFACCION DE LA GELATINA.

Se incorpora gelatina a diversos medios para determinar la capacidad de un organismo de producir enzimas de tipo proteolítico que, a su vez, son detectadas por la digestión o licuefacción de la gelatina presente. Estas enzimas, que son capaces de gelatinólisis, se denominan gelatinasas.

Las proteínas que se producen naturalmente son demasiado grandes para entrar en una célula bacteriana; por lo tanto, para que una célula utilice las proteínas primero debe ser catabolizada en componentes pequeños. Las enzimas exocelulares de tipo proteolítico (gelatinasas), son secretadas por ciertas bacterias, para desdoblarse a las proteínas y esta capacidad ayuda a la identificación bacteriana.

El catabolismo de las proteínas por las gelatinasas, es un proceso de dos etapas y el resultado final, da una mezcla de aminoácidos individuales.



PRUEBA DE LA MOVILIDAD.

Las bacterias tienen movilidad por medio de sus -- flagelos, que se encuentran principalmente entre los bacilos; sin embargo, algunas formas de cocos son móviles. Las bacterias móviles pueden contener un solo flagelo o muchos; además su localización varía con la especie bacteriana y las -- condiciones de cultivo. A veces, las bacterias con movilidad producen variantes no móviles que parecen ser estables y raramente se revierten en formas móviles. Los organismos no móviles pueden carecer de flagelos.

Suele aceptarse que la movilidad es una prueba pre -- sencial de que las bacterias poseen flagelos, aunque no indica el número o disposición de los mismos. La movilidad se -- observa directamente por exámen microscópico en montaje húmedo o preparaciones de gota suspendida. Las bacterias no móviles crecen solamente siguiendo la línea de inoculación, en -- tanto que los microorganismos móviles crecen rápidamente y -- se difunden en todo el medio.

Hay dos grupos principales de microorganismos: los que tienen flagelos laterales (peritricos), y los que tienen flagelos terminales.

La aparición polar de los flagelos es característica de Pseudomonas, Spirillum y Vibrio; en tanto que los flagelos peritricos se encuentran particularmente en las enterobacterias como Escherichia, Salmonella, Proteus, y bacilos -- esporógenos (especies de Bacillus).

PRUEBA DEL ACIDO-ALCALINO

El agar Hierro de Kliger (KIA) y el agar Triple Azúcar (TSI) son medios diferenciales en tubo que sirven a un doble fin:

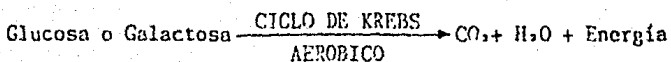
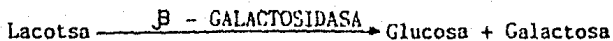
- 1) Determinación de las fermentaciones de los hidratos de carbono
- 2) Determinación de la producción de ácido sulfhídrico

Un organismo puede utilizar diversos sustratos incorporados en el medio; los diferentes sustratos metabolizados son utilizados para la diferenciación entre varios grupos, géneros o especies, sobre todo entre las Enterobacteriaceae

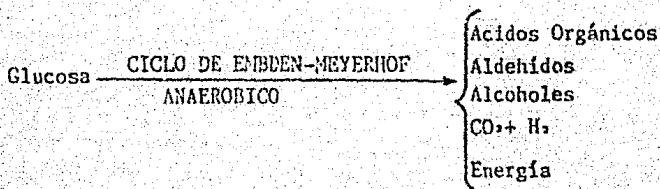
El medio KIA contiene dos hidratos de carbono: lactosa, con concentración del 1%; y glucosa, en concentración del 0.1%. Este medio puede sustituirse por el TSI; la diferencia fundamental es el agregado de un tercer hidrato de carbono, la sacarosa, en concentración del 1%; sin embargo, los fundamentos bioquímicos son los mismos.

En el medio KIA, algunos organismos tienen la facultad de fermentar ambos hidratos de carbono; otros fermentan solamente la glucosa y otros, aún no son capaces de fermentar ni la lactosa ni la glucosa. La fermentación del hidrato de carbono puede producirse con producción o no de gases ($\text{CO}_2 + \text{H}_2$).

La fermentación se produce aeróbicamente (en el pico de flauta) y anaeróbicamente (en la capa inferior del cultivo). En el pico de flauta, el monosacárido glucosa es catalogado inicialmente por medio del ciclo anaeróbico de Embden-Meyerhof, utilizado tanto por los aerobios como por los anaerobios para dar el intermediario clave, ácido pirúvico. A su vez, este ácido es degradado por medio del ciclo de Krebs, por los aerobios o anaerobios facultativos, para dar CO_2 , H_2O y energía. Ambos ciclos, el de Embden-Meyerhof y el de Krebs, comprenden etapas en serie que producen muchos intermediarios; en cada etapa intervienen enzimas específicas. La lactosa es un disacárido formado por dos unidades de monosacáridos: glucosa y galactosa.



En la capa profunda del medio de cultivo en KIA, existen condiciones anaeróbicas por las cuales es metabolizada la glucosa a través del ciclo de Embden-Meyerhof, en ATP y el intercambio clave, ácido pirúvico, que después es convertido en diversos productos finales estables; ácido láctico y/u otros ácidos orgánicos, aldehídos, alcoholes, CO₂, H₂ y energía.



Puede interpretarse una reacción en KIA de cuatro maneras, según la bacteria en estudio:

- 1) ALCALINA/ACIDO.- solamente es atacada la glucosa
- 2) ACIDA/ACIDA.- son atacadas la glucosa y la lactosa
- 3) ALCALINA/ALCALINA.- no es atacada la glucosa ni la lactosa, se utilizan las peptonas.
- 4) ALCALINA/SIN CAMBIO.- no son atacadas ni la glucosa ni la lactosa; utilizando las peptonas.

* * *

PRUEBA DE LA FERMENTACION DE HIDRATOS DE CARBONO

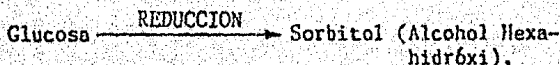
Los hidratos de carbono se clasifican como :

- 1) monosacáridos, aldehidos polihidroxicos o cetonas.
- 2) polisacáridos u oligosacáridos, productos de -- condensación de dos o más monosacáridos (polímeros de los monosacáridos).
- 3) alcoholes polihidricos y ciclotoles (inositales) productos de la reducción de los monosacáridos.

Un monosacárido o azúcar simple está compuesto generalmente por 1 a 6 carbonos: eritrosa, un azúcar con 4 carbonos (tetrosa: $C_4H_8O_4$); ribosa, ribulosa, xilosa y arabinosa, azúcares con 5 carbonos (pentosa: $C_5H_{10}O_5$), glucosa (dextrosa), fructosa (levulosa), galactosa y manosa, azúcares -- con 6 carbonos (hexosa: $C_6H_{12}O_6$).

Entre las pentosas, la xilosa, la ribosa y la arabinosa son aldosas, mientras que la ribulosa es una cetosa. -- Los compuestos hexosas, glucosa, galactosa y manosa, son aldosas y la fructosa es una cetosa.

Los alcoholes que colectivamente reciben el nombre de "azúcares" son: el adonitol, dulcitol, manitol y sorbitol; todos son alcoholes polihidricos que son productos de la reducción de un monosacárido.



Los polisacáridos, trisacáridos y disacáridos, son demasiado complejos para entrar en una célula bacteriana para su degradación. Si pueden ser metabolizados por una especie bacteriana determinada, primero son catabolizados en monosacáridos menos complejos por enzimas exocelulares (permeasas) de manera que puedan penetrar en la célula.

La fermentación es un proceso metabólico de oxidación-reducción aneróbico en el, cual un sustrato orgánico -- sirve como el aceptor de hidrógeno final (aceptor de electrones) en lugar del oxígeno. La fermentación de sustratos orgánicos como los carbohidratos, dan productos finales reducidos como oxidados.

El tipo de productos finales producidos por la fermentación de los hidratos de carbono depende de varios factores que son :

- El tipo de organismo que lleva a cabo el proceso de fermentación.
- La naturaleza del sustrato que debe ser fermentado.
- A veces, los factores ambientales como la temperatura y la acidez.

Algunas bacterias pueden fermentar anaeróbicamente la glucosa, otras la oxidan y algunas pueden metabolizarla -- por ambos métodos, mientras que otras, aún, son incapaces de utilizar la glucosa. No todos los monosacáridos son degradados por todas las especies bacterianas; sus formas de fermentación difieren, ayudando a la identificación del grupo, género o especie. Asimismo, las bacterias muestran diferencias en los ciclos utilizados para la fermentación del mismo sustrato, dando como resultado diferentes productos finales. La forma y el grado en que es desasimilado un sustrato depende de la especie bacteriana y de las condiciones de cultivo.

Con la utilización de las pruebas con los hidratos de carbono podemos obtener modelos de fermentación de una -- determinada especie bacteriana observando :

1. la ausencia de glucósidos.
2. y/o la ausencia de monosacáridos en disacáridos, trisacáridos y polisacáridos más complejos, que muestran que la glucosa ha sido metabolizada.

Las bacterias que fermentan un hidrato de carbono son por lo general anaerobios facultativos. Los productos -- finales varían con cada especie bacteriana y depende del sistema enzimático existente en la especie y las condiciones -- del medio ambiente.

Una bacteria puede utilizar diferentes ciclos para formar ácido pirúvico y en el mismo organismo puede ocurrir simultáneamente más de un ciclo.

Los productos finales característicos de la fermentación bacteriana son :

- Acido láctico.
- Acidos acético y fórmico.
- Acido láctico y alcohol etílico.
- Alcohol etílico.
- Acetilmetilcarbinol (acetoina) y CO_2 .
- Acido succínico a Acido propiónico y CO_2 .
- CO_2 y acetona a Alcohol isopropílico.
- Acido butírico a Alcohol butílico.

Existen distintas clases de fermentación producida por las bacterias y cada una depende de los productos finales característicos formados.

FERMENTACIONES DEL GRUPO COLIFORME.

A menudo se hace referencia al grupo Coliforme como fermentadores ácidos mixtos, fermentadores del ácido fórmico, o bacterias colon-disenteria-tifoidea. La fermentación ácida mixta es característica de los miembros de las Enterobacteriaceae y estos organismos degradan la glucosa con la formación de una variedad de productos finales.

El grupo Coliforme puede ser subdividido en dos:

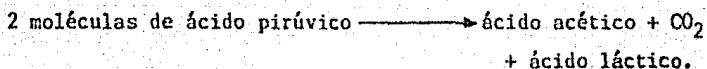
- 1) las que producen diversos productos ácidos mixtos.
- 2) y las que producen butilenglicol como principal producto final.

El tipo o las combinaciones y cantidades del producto final producido dependen del género o la especie en estudio.

Los microorganismos ácidos mixtos producen los siguientes productos: ácidos fórmico, acético, láctico y succínico; etanol, CO_2 y H_2 ; pero no butilenglicol (butanediol).

El alcohol es formado por la fermentación alcohólica; el ácido láctico, el ácido acético y el CO_2 son formados por la fermentación láctica a través de la disminución del ácido pirúvico. En la dismutación es reducida una molécula - de ácido pirúvico, dando ácido láctico, y la otra molécula - es oxidada formando ácido acético y CO_2 .

Entre las Enterobacteriaceae, la Escherichia coli muestra este tipo de fermentación.



El segundo grupo está formado por los organismos - cuyo principal producto final es el butilenglicol. Entre las Enterobacteriaceae, los grupos Klebsiela - Enterobacter muestran este tipo de fermentación.

* * * * *

**** BIBLIOGRAFIA EN GENERAL. ****

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

BLOCK, T.D. 1978. Biología de los Microorganismos 2a. Ed. Omega. Barcelona, España.

BRYAN, H.A., et al. 1982. Bacteriología. 6a Ed. - C.E.C.S.A. México. 595 pp.

BURROWS, W. 1970. Tratado de Microbiología. 20a. Ed. Interamericana. México.

CABO, R.J., DE LA PUENTE Y CATALAN. 1972. Bacteriología y Potabilidad del Agua. 1ª Ed. La Bolsa. Madrid, España. 82-92 ; 138-158.

CARPELAN, L.H. 1967. Physical Characteristics of Southern California Coastal Lagoons. Lagunas Costeras. Un Simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM - UNESCO, Nov. 28-30. México, D.F. 319-334 (1969).

CARPENTER, L.P. 1979. Microbiología. 4ª Ed. Interamericana. México.

CLARENCE, J.V. 1970. Applied Stream Sanitation. - Wiley-Interscience. New York.

COLE, A.G. 1975. Textbook of Limnology. The C.V. Mosby Co. St. Luis, U.S.A. 283 pp.

COWAN, S.T. y STEEL, K.J. 1979. Manual para la -- Identificación de Bacterias de Importancia Médica. 1ª Ed. C.E.C.S.A. México. 320 pp.

DAVIS, B.D., et al. 1963. Microbiology. 2nd. Ed. Medical Department. U.S.A.

DAY, J.W. y A. YAÑEZ, ARANCIBIA. 1982. Coastal -- Lagoons and Estuaries, Ecosystem Approach. OAE -- Washington, D.C., Mar. Sci. 22 (1-2): 11-26.

DELAAT, A.N.C. 1976. Microbiología. 1ª ed. Intera-
mericana. México. 80-252.

DEPARTAMENTO DE SANIDAD DEL ESTADO DE NUEVA YORK.
1976. Manual de Tratamiento de Aguas. 5ª Reimpresión.
Límusa, México. 71-77 ; 183-203.

GUINEA, J. et al. 1979. Análisis Microbiológico -
de Agua. Aspectos Aplicados. 1ª ed. Omega. Barce-
lona, España. 1-130.

HALLBERG, R.O., L.E. BAGANDER y A.G. ENGVALL. -
1976. Dynamics of Phosphorus, Sulfur and Nitrogen
at the Sedimen-Water Interface. In: Environment -
Biogeochemistry. Vol. 1 carbon, nitrogen, phospho-
rus, sulfur and selenium cycles. NRIAGU, J.O. Ed.
Ann Arbor Science. Michigan. 295-308.

HARRIGAN, W.F. 1968. Métodos de Laboratorio en -
Microbiología. 3ª ed. Academia. León, España.

IVAN, M. and F. ZDENEK. 1966. Theoretical and Me-
thodological Basis of Continuous Culture of Micro-
organisms. 5th. ed. Academia. Press. New York, -
U.S.A.

IZURIETA, E. 1971. Tratamiento de Aguas Residua-
les, Industriales y Municipales. Centro de Educa-
ción Continua. Fac. de Ingeniería. UNAM, México.

KRAMER, R.J. 1972. Nutrients in Natural Waters.-
John Wiley and Sons. New York, U.S.A. 457 pp.

KENNETH, M. 1977. Biología de la Polución. 1ª ed.
Omega. Barcelona, España. 73 pp.

LABASTIDA, C.J.D. 1970. La Contaminación del Río Blanco por Desechos Industriales hasta la Presa - de Tuxpango. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N. México. TESIS.

MARGALEFF, R. 1974. Ecología. Omega, S.A. Barcelona, España. 951 pp.

MARTINEZ, P.J.A. 1981. Estudio Ecológico del Río Balsas: variaciones de la población bacteriana y su relación con factores fisicoquímicos. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N. México. TESIS.

McKINNEY, R.E. 1962. Microbiology for Sanitary Engineers. McGraw-Hill. New York, U.S.A.

METCALF and EDDY. 1972. Inc. Wastewater Engineering. McGraw-Hill. New York, U.S.A.

MITCHEL, R. 1972. Water Pollution Microbiology. - Wiley Interscience. New York, U.S.A.

MYRNIK, Q.N. y N.N. PEARSALL. 1977. Bacteriología y Micología Médica. 1ª ed. Interamericana, - México.

NANCY, K.H. 1975. Instrumental Analysis for Water Pollution Control. 2th. ed. Ann Arbor Science - Publishers. Michigan, U.S.A. 331 pp.

NEEDHAM, J.G. and P.R. NEEDHAM, 1969. A Guide - to the Study of Fresh Water Biology. 5th. ed. -- Holden Day, Inc. San Francisco, U.S.A.

NELSON, L.N. 1971. Liquid Waste of Industry, Theories, Practice and Treatment. Addison-Wisley -- Massachusetts, U.S.A.

NORRIS, J.R. and D.W. RIBBOUS. 1969. Methods in Microbiology, 4th. ed. Academia Press. London, Great Britain.

OLARTE, J. 1943. La presencia de Salmonelas en - las materias fecales de niños con "diarrea". Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N. -- México. TESIS.

OLVERA, S.J.C. 1975. Estudios biológicos para de terminar el grado de contaminación del Estuario - del Río Contzacoalcos, Ver. México. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. TESIS.

OSEGUERA, G.V.M. 1977. Contribución al estudio - de la contaminación por bacterias en almeja (Argo- pecteucircularis) en la Ensenada de la Bahía de la Paz, Baja California Sur, México. TESIS.

PELCZAR, M. y R.D. REID. 1966. Microbiología. - 2ª ed. McGraw-Hill. México. 664 pp.

PESSON, P. et al. 1978. La contaminación de las aguas continentales. 1ª ed. Mundi-Prensa. Ma-- drid, España. 335 pp.

PERES, M.J. 1980. La polución de las aguas mari- nas. 1ª ed. Omega, S.A. Barcelona, España. 13- 22 ; 85-94 ; 127-142.

PIATRIN, K.D. y Yu. S. KRIVOSHEIN. 1981. Micro- biología. 2ª ed. Mir. Moscú, URSS. 582 pp.

PIRT, S.J. 1975. Principles of Microbe and Cell Cultivation Blackwell. Oxford, U.S.A.

RAMIREZ, G.P. 1975. Estudios biológicos dirigidos a la evaluación de la contaminación en el lago de Chapala. México. TESIS.

REID and WOOD. 1976. Ecology of Inland Waters - and Estuaris. Van Nostrand. London, England. -- 483 pp.

ROBLEDO, M.M.L. 1976. Algunos aspectos de la con- taminación fecal en la atmósfera de la Ciudad de México. Facultad de Ciencias. U.N.A.M., México, TESIS.

RODIER, J. 1981. Análisis de las Aguas: aguas naturales, residuales, marinas, químicas, fisicoquímica, bacteriología, biología. 2ª ed. Omega, SA. Barcelona, España. 1184 pp.

RODINA, A.G. 1971. Methods in Aquatic Microbiology. Univ. Park. Press, Baltimore. 352 pp.

RODRIGUEZ, M.M.A. 1978. Bacteriología del ambiente lagunar Huizache y Camaronero, Sin., México. - Facultad de Ciencias. U.N.A.M., México. TESIS

RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. 1ª ed. Limusa, México. 432 pp.

SALAS, C.J. 1957. Principios fundamentales de -- cálculo de probabilidades aplicados a la bacteriología del agua y su aplicación a purificadores para pequeños caudales. Facultad de Ciencias. UNAM, México. TESIS M.en C. Ing. Sanitaria.

SEELEY, H.W. 1973. Microbios en Acción. Manual de Laboratorio para Microbiología. 3ª ed. Blume Barcelona, España. 361 pp.

STRICKLAND, J.D.H. and T.R. PARSONS. 1968. A -- Practical Handbook of Seawater Analysis. Fish. - Res. B.D. Board, Canadá. 311 pp.

STRICKLAND, J.D.H. and T.R. PARSONS. 1960. A -- Manual of Seawater Analysis. Fish. Res. B.D. of Canada. Ministry of Fish. Ottawa, Canadá. 167 p.

STROBE, M.A., et al. 1973. Orígenes y Control de -- la Contaminación Ambiental. 1ª ed. C.E.C.S.A., - México.

TABER, W.A. 1976. Wastewater Microbiology. Ann - Rev. Microbial. 30: 263-277.

TAPIA, N.R. 1967. Contenido microbiano de algunos ejemplares populares de consumo rápido, elaborados con carnes rojas, que se expenden en la Ciudad de México. Facultad de Ciencias. U.N.A.M., México. TESIS.

VANNUCCI, M. 1967. What is Know About Production Potencial of Coastal Lagoons. Lagunas Costeras, - un Simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras U.N.A.M.-UNESCO, Nov. 28-30. México, D.F. 457-478 pp.,(1969).

ZEIGLER, J.M. 1967. Some Observations and Measure ments of Wind Driven Circulation in a Shallow Coastal Lagoon. Lagunas Costeras, un Simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO, -- Nov. 28-30. México, D.F., 335-340 pp. (1969).

ZENKOVITH, V.P. 1967. Origin of Barrier Beaches - and Lagoon Coast. Lagunas Costeras, un Simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO, Nov. 28-30. México, D.F.: 27-38 (1969).

* * * * *

BIBLIOGRAFIA CITADA.

APHA, AWWA, WPCF. 1980. Standar Methods for the --
examination of Water and Wastewater. 15th. ed. -
Washington, D.C., U.S.A. 1134 pp.

BAGANDER, L.E. y F. SCHIPPEL. 1973. Chemical Dy-
namics of Baltic Sediments-Phosphate and Sulfate
In: HALLBERG, R.O., L.E. BAGANDER, A.G. ENGVALL,
M. LIDSTROM, S. ODEN y F.A. SCHIPPEL. The Chemi-
cal Microbiological Dynamics of the Sedimentwater
Interface. Contrib. Askö Lab. Univ. Stockholm,--
Sweden. 51-60.

B.B.L. 1974. Laboratory Methods. In Microbial Sen-
sitivity Plate Testing. 5th. ed. Baltimore Biolo-
gical Laboratory Inc. Becton, Dickinson of Mexico,
S.A.

BIOXON. 1980. Manual de Medios de Cultivo y Reac-
tivos de Diagnóstico. Oaxaca, Oax. México. 2-32.

CETENAL. 1972. Carta Topográfica del área de la -
laguna de Alvarado, Veracruz. México.

CETENAL. 1973. Carta de uso del suelo en el área
de la laguna de Alvarado, Ver. México.

COLLINS, C.H. 1969. Métodos Microbiológicos. 3ª -
ed. Acribia. Zaragoza, España. 15-48 ; 86-96 ; -
102-147.

DAWSON, E.Y. 1966. Marine Botany. Holt Rivehart -
and Wilson, New York. 14-29.

DIARIO OFICIAL. 1973. Reglamento para la Preven-
ción y Control de la Contaminación de Aguas. Méxi-
co, D.F., Marzo de 1973.

GARCIA, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3ª ed. Indianapolis, México. 62-70; 193-201; 236-238.

GUTHRIE, R.K., D.S. CHERRY y F.L. SINGLETON. -- 1978. Responses of Heterotrophic Bacterial Populations to pH. Changes in Coal Ash Effluent. Wat. Resources. 14: 806-809.

JAUREGUI, E. (Inédito). 1966. Estudios Meteorológicos en el Puerto de Alvarado, Ver. Inst. Geografía. U.N.A.M., México.

KUZNETSOV, S.I. 1970. The Microflora of Lakes -- and its Geochemical Activity. University of Texas Press. Austin and London.

LISTON, J. 1968. Distribution Taxonomy and Function of Heterotrophic Bacteria on the Sae Floor. -- Bull. Misaki Mar. Biol. Inst. Kyoto Univ. 12: 97-104. In: LITCHFIELD, C.D. (ED.) 1976. Marine Microbiology Dowden, Hutchinson and Ross. Pennsylvania, U.S.A. 456-463.

MACCFADDIN, J. 1980. Biochemical Tests for Identification of Medical Bacteria. 2nd. ed. Williams and Wilkins. Baltimore, U.S.A. 300 pp.

NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-AA-28. 1981. Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno. Dirección General de Normas. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, México.

ODUM, C.E., J.C. ZIEMAN and E.J. HEALD. 1973. -- The Importance of Vascular Plants Detritus to Estuaries. Proc. Second Coastal Marsh and Estuary Management Symp. Baton Rouge, LA. 91-114.

OPPENHEIMER, C.H. 1960. Bacterial Activity in -- Sediments of Shallow Marine Bays. Geochim. et Cosmochim. Acta 19: 244-260.

PRITCHARD, D.W. 1967. What is an Estuary: Physical viewpoint. In: LAUFF, G.H. (Ed.) Estuaries. -- Am. Ass. Adv. Sci. Spec. Publ., 83: 3-5.

QUASIM, S.Z. y V.N. SANKARANARAYANAN. 1972. Organic Detritus of Tropical Estuary. Mar. Biol. 15: 193-199.

RESENDEZ, M.A. 1973. Estudio de los peces de la laguna de Alvarado, Ver. Rev. Soc. Méx. Hist. - Nat., México. 34: 183-281.

RHEINHEIMER, G. 1980. Aquatic Microbiology. 2nd. ed. John Wiley and Sons. New York, U.S.A. 142-151.

SALLE, A.J. 1973. Fundamental Principles of Bacteriology. 7ª ed. McGraw-Hill. New York, USA. 109-469.

S.A.R.H. 1971. Planeación e Instalación de la red de muestreos de calidad de aguas en las zonas de alta contaminación. Río Blanco, Ver., México. CONTRATO : SP-71-C-4.

S.A.R.H. 1971. Legislación Relativa al Agua y su Contaminación. México, D.F. 143 pp.

S.A.R.H. 1972. Prevención y Control de la Contaminación del Agua : Estudio del Río Blanco, Ver., México. CONTRATO : SP-71-C-25.

S.A.R.H. 1973. Normas Oficiales de Muestreo y Análisis de Laboratorio para Aguas Residuales. México, D.F. 31 pp.

S.A.R.H. 1973. Segunda Etapa del Estudio Ecológico de la laguna de Alvarado, Ver., México. CONTRATO : SP-73-C-13.

S.A.R.H. 1974. Tercera Etapa del Estudio Ecológico de la laguna de Alvarado, Ver., México. CONTRATO : SP-74-C-20.

S.A.R.H. 1980. Estudio de la Calidad del Agua y su Evaluación para la Certificación Sanitaria en Zonas de Explotación de los Recursos Marinos y Lacustres en el Estado de Veracruz (Lagunas de Tamiahua, Pueblo Viejo y Alvarado). CONTRATO : SP-80-C-5.

SPEAKMAN, J.N. y P.A. KRENKEL. 1972. Quantification of Effects of Rate of Temperature Changes on Aquatic Biota. *Water Resources* 6: 1283-1290.

TABLAS DE PREDICCIÓN DE MAREAS. 1982. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica.

VILLALOBOS, A.J., A. SUAREZ-CAABRO, S. GOMEZ, G. DE LA LANZA, M. ACEVES, F. MANRIQUE y J. CABRERA. 1966. Considerations on the hydrography and productivity of Alvarado Lagoon, Veracruz, México. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst. Nineteenth Annual Sess.* 75-85.

VILLALOBOS, F.A., S. GOMEZ, V. ARENAS, J. CABRERA, G. DE LA LANZA, F. MANRIQUE. 1966. Estudios Hidrobiológicos en la laguna de Alvarado, Veracruz. *An. Inst. Biol. UNAM, México. Ser. Zoología* 46 (1): 1-34 (1975).

VILLALOBOS, A., J. CABRERA, F. MANRIQUE, S. GOMEZ, V. ARENAS y G. DE LA LANZA. 1969. Relación entre postlarvas planctónicas de *Panaeus* sp. y caracteres ambientales en la laguna de Alvarado, Veracruz México. En *Lagunas Costeras*, un Simposio. Mem. *Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO.* Nov. 28-30, 1967. México, D.F. 601-620.

VOLKMAN, C.M. y C.H. OPPENHEIMER. 1962. The microbial decomposition of organic carbon in surface sediments of marine bays of the Central Texas Gulf Coast. *Inst. Mar. Sci.* 8: 80-96.

WATANABE, K. y M.B. KUTNER. 1965. Plankton studies in mangrove environment. III. Bacteriological analysis of water in Cananéia. *Bol. Inst. Oceanograph Univ. Sao Paulo.* 14: 43-52.

ZOBELL, C.E. and C.B. FELTHAM. 1942. The bacterial flora of a marine mud flat as an ecological factor. *Ecology.* 23: 69-78.

* * * * *

INDICE DE MAPAS Y FIGURAS.

MAPA No.

1	LOCALIZACION DE LA LAGUNA DE ALVARADO.....	PAG. 11
2	USO ACTUAL DEL SUELO.....	PAG. 25
3	LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO - EN GENERAL.....	PAG. 27

FIGURA No.

1	ZONA DE INFLUENCIA DULCEACUICOLA EN EPOCA - DE SEQUIA.....	PAG. 17
2	ZONA DE INFLUENCIA DULCEACUICOLA EN EPOCA DE LLUVIA.....	PAG. 17
3	ZONA DE REPOSO HIDROLOGICO DURANTE LA EPO- CA DE LLUVIA.....	PAG. 18
4	ZONA DE REPOSO HIDROLOGICO DURANTE LA EPO- CA DE ESTIAJE.....	PAG. 18
5	ZONA DE ESTRATIFICACION Y DE GRADIENTE HI- DROLOGICO EN LA EPOCA DE SEQUIA.....	PAG. 19
6	ZONA DE ESTRATIFICACION Y DE GRADIENTE HI- DROLOGICO EN LA EPOCA DE LLUVIA.....	PAG. 19
7	ZONA DE INFLUENCIA NERITICA DURANTE LA EPO- CA DE SEQUIA.....	PAG. 20
8	ZONA DE INFLUENCIA NERITICA DURANTE LA EPO- CA DE LLUVIA.....	PAG. 20

INDICE DE TABLAS.

TABLAS No.		PAG.
1, 2 y 3	PARAMETROS FISICOS MENSUALES.....	43, 44 y 45
4, 5 y 6	PARAMETROS FISICOS ESTACIONALES..	46, 47 y 48
7, 8 y 9	PARAMETROS QUIMICOS MENSUALES....	49, 50 y 51
10, 11 y 12	PARAMETROS QUIMICOS ESTACIONALES.	52, 53 y 54
13	RECUESTO DE ORGANISMOS TOTALES....	55
14 y 15	MORFOLOGIA MACROSCOPICA COLONIAL DEL RECUESTO DE ORG. TOTALES, — CUENTA NORMAL EN PLACA A 35 °C....	57 y 58
16	FRECUENCIA DE APARICION DEL GRU- PO BACTERIANO DE ORG. MESOFILOS AEROBIOS DEL MES DE Mayo-Junio...	59
17	IDEM. DE Julio y Agosto.....	60
18	IDEM. DE Septiembre y Octubre....	61
19	IDEM. DEL MES DE Noviembre.....	62
20	COLIFORMES TOTALES.....	63
21	COLIFORMES FECALES.....	64
22	ESTREPTOCOCOS FECALES.....	65
23 a la 27	AISLAMIENTO E IDENTIFICACION DEL GENERO PATOGENO <u>Salmonella</u> sp....	72, 73, 74, 75 y 76
28 a la 32	AISLAMIENTO E IDENTIFICACION DEL GENERO PATOGENO <u>Shigella</u> sp.....	77, 78, 79 y 80

INDICE DE GRAFICAS.

GRAFICA No.

- 1 RECUESTO DE ORGANISMOS TOTALES POR
DILUCIONES, TANTO A NIVEL MENSUAL
COMO ESTACIONAL..... PAG. 56

- 2 RELACION MENSUAL Y ESTACIONAL DE
LOS GRUPOS COLIFORMES TOTALES Y
FECALES..... PAG. 66

- 3 RELACION MENSUAL Y ESTACIONAL DEL
GRUPO ESTREPTOCOCOS FECALES, AUNA-
DO A LA RELACION EXISTENTE ENTRE -
LOS COLIFORMES FECALES Y ESTREPTO-
COCOS FECALES..... PAG. 67

- 4 y 4.1 RELACION MENSUAL Y ESTACIONAL DE
LOS PARAMETROS FISICOS CON LOS -
GRUPOS COLIFORMES TOTALES, FECA-
LES Y ESTREPTOCOCOS FECALES..... PAG. 68 y 69

- 5 y 5.1 RELACION MENSUAL Y ESTACIONAL DE
LOS PARAMETROS QUIMICOS CON LOS
GRUPOS COLIFORMES TOTALES, FECA-
LES Y ESTREPTOCOCOS FECALES..... PAG. 70 y 71

* * * * *