

CARACTERÍSTICAS DE LA DISTRIBUCIÓN BACTERIANA FECAL Y DEL ENTORNO AMBIENTAL EN EL RÍO SAN JUAN Y SUS TRIBUTARIOS

Vargas-López, Ma. Helena

Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua,
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

RESUMEN

El uso del agua del Río San Juan y sus tributarios fue caracterizado en base al *modus vivendi* antropogénico, estimado en un 30% para transporte, 30 % pastoreo, 30% actividades domésticas y un 10% para eliminación de excretas. Ocho Ríos y sus desembocaduras al Río San Juan fueron estudiados mediante la captación de muestras de aguas superficiales para el análisis bacteriológico fecal y total . El 60 % de las muestras en estudio están relacionadas con zonas pobladas habiendo captado las muestras en el 80% a menos de 100 metros de la costa, donde en el 73% de los sitios se caracteriza en la tierra circundante por actividad agrícola, turística, ganadera, de tránsito lechero y de pastoreo, a pequeña y mediana escala, específicamente en los sectores de los Ríos Melchora, San Carlos, Pocosol, Sarapiquí , Bartola y El Castillo.

La calidad del agua en base a indicadores bacterianos coliformes totales, se observó no apta para consumo sin tratamiento en el 100% de las muestras donde se evidencian mayores contaminantes para 1993 y 1994 , siendo característico que el 46.6% de los datos para 1993 (período lluvioso) presentan picos bacterianos en los Ríos Melchora

(2400 NMP/100ml) , Desembocadura del Melchora, El Castillo , Pocosol, y Desembocadura del San Carlos.

El 46.6 % de los resultados de coliformes totales evidencian valores más altos para 1994 pero en menores concentraciones que para 1993, probablemente relacionada a la disminución de las escorrentías por la época de verano que sobrepasan la norma de 10 bacterias /100 ml .

Una persistencia del 87% de contaminantes coliformes fecales fue observada en todos los 15 puntos , con mayores aportes en los Ríos Melchora y El Castillo. El 100 % de las desembocaduras se encontraron contaminadas con coliformes fecales con mayores concentraciones en la Desembocadura del R. San Carlos y del Melchora , calificando el agua como no apta para consumo humano por la alta concentración de indicadores fecales pero satisfactoria para irrigación de plantaciones y baño sin contacto directo, cuando las concentraciones de coliformes fecales sean menores o iguales a 1000 coliformes fecales por 100 ml, tal como fue apreciable en el 75 % de los puntos.

Calidad de agua con fines recreacionales se observaron aptas para el 37% y 50% de

los hallazgos no así para el Río Melchora con 460 y 200 NMP/100ml y su desembocadura con 460 y 510 NMP/100ml).

INTRODUCCION

Entre los factores que alteran las condiciones naturales de los ecosistemas acuáticos están la introducción de cultivos intensivos, el cambio del uso de suelos, la densidad de población, la deforestación, la falta de servicios básicos, la dependencia del uso del río para todas las actividades humanas, las condiciones ambientales propias de cada comunidad, la cultura local y la insuficiente cobertura de los programas de educación ambiental son factores que posibilitan la presencia de bacterias externas a los cuerpos de agua que disponen las comunidades para sus necesidades básicas.

Las poblaciones bacterianas son a menudo consideradas como válidas indicadores de polución en los ecosistemas acuáticos (Rao et al, 1976).. El concepto de especies indicadoras de contaminación también ofrece un rápido y eficiente medio para juzgar la calidad de las aguas (Moore, J., 1979). Las bacterias fecales son microorganismos anaerobios facultativos procedentes de las heces de animales de sangre caliente y se encuentran en cuerpos de agua receptores de desechos no tratados provenientes de la actividad antropogénica reconocidos ampliamente como del grupo de bacterias coliformes totales, coliformes fecales y estreptococos fecales.

OPS, 1989, sugiere la caracterización de la calidad del agua de acuerdo a los diferentes usos y tratamientos, para fines de consumo humano, riego y doméstico. Si bien es cierto, el análisis microbiológico en aguas, no puede ser usado para predecir la cantidad de ciertos desechos asimilables por el cuerpo receptor, sí puede llevarse a cabo en cualquier época del año, siendo interpretados sus resultados en relación a la polución momentánea, a una resultante de efectos pasados o a un reflejo en el número y especies de organismos encontrados.

El propósito de este estudio fue describir las características del entorno ambiental de los sitios de muestreo y conocer la calidad sanitaria de las aguas para consumo humano en base a la detección de especies bacterianas indicadoras fecales en el Río San Juan y sus tributarios ubicados en la Cuenca del Río San Juan.

Area de estudio:

El área de estudio se ubica en el Río San Juan y sus principales tributarios, insertados en parte de la Cuenca Binacional del Río San Juan la que posee uno de los drenajes mas importantes de Centro América, con una longitud de 199 KM comprendida en un área de 40,000Km², ubicándose en Costa Rica el 80% de dicha área. El estudio fue realizado en dos campañas de muestreo, para 1993 durante el período lluvioso y en 1994 durante el periodo seco; la muestra estuvo constituida por 15 puntos de muestreo para las dos campañas. En Fig.1. se observa la disposición geográfica de los sitios

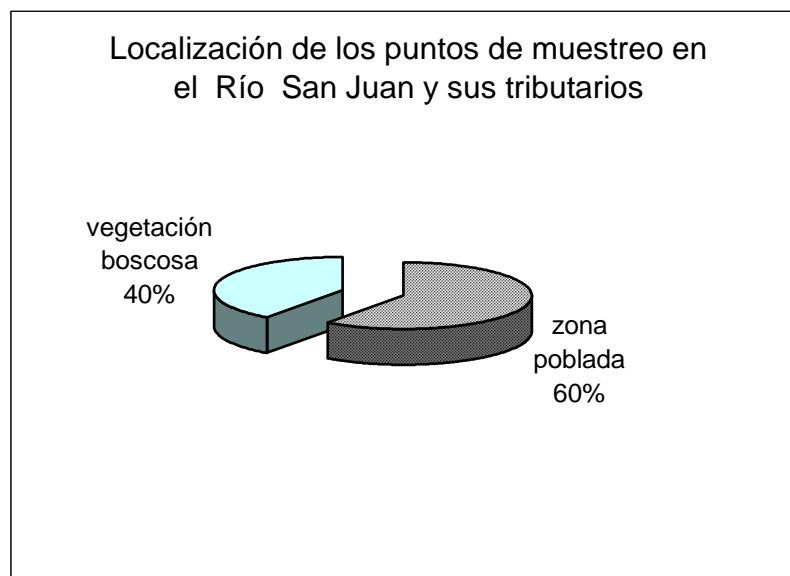
Materiales y Métodos :

El diseño muestral incluyó la aplicación de instrumentos recolectores de información elaborados con preguntas semiestructuradas las cuales permitieron caracterizar los sitios de muestreos. Frascos estériles cubiertos de papel aluminio y de un litro de capacidad fueron utilizados para la captación de las muestras de agua a unos 50 cms de profundidad (APHA, 1992), en los 15 puntos de muestreo. Cada muestra tomada fue depositada en termos bajo hielo y transportados al laboratorio sede. El análisis fue llevado a cabo siguiendo los procedimientos designados en Standards Methods for Waters and WasteWaters, 1992. Recuentos de Bacterias Coliformes Totales y Estreptococos fecales fueron estimados a 35°C y 24-48 h de incubación, expresándose los resultados al método probabilístico MNP/100 ml. Análisis de coliformes fecales fueron realizados a 44.5+/-0.5°C y 24 h de incubación utilizando el método de filtración por membrana de 0.45 um y realizado en el campo. Confirmaciones posteriores de la identificación de este grupo de bacterias se llevaron a cabo en el laboratorio sede. Los resultados se expresan en unidades CFU/100ml.

Resultados y discusión:

Características ambientales:

Dentro del marco de la caracterización ambiental, del total de muestras captadas en el Río San Juan y sus tributarios, (Fig. 2.-), el 40 % fueron ubicados en zonas de vegetación boscosa y el resto, un 60 %, relacionado con zonas pobladas,



caracterizadas éstas, como pequeños grupos poblacionales enclavados en la ribera del Río en comunidades con actividad económica importante, entre ellos figuran los Ríos

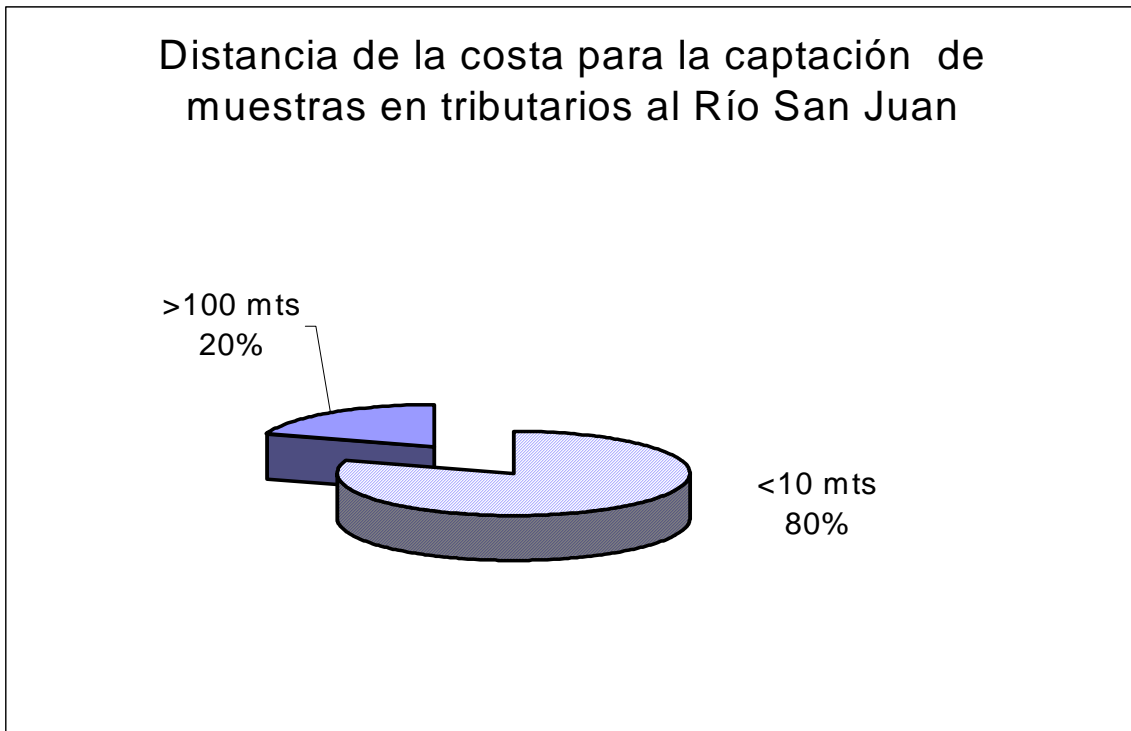
Melchora, San Carlos, Pocosol y El Castillo, por lo que la accesibilidad geográfica a dichas zonas de muestreo dependió de la navegación y veredas. Los sitios de muestreo seleccionados para la captación de las muestras para el análisis microbiológico en el 80% de frecuencia fueron tomadas a una distancia menor de 500 metros del sitio de muestreo a la vivienda mas cercana.

Las desembocaduras de los ríos en esta zona están caracterizadas por la ubicación ribereña de las viviendas en un 60% siendo apreciables los sitios poblacionales en los Ríos Melchora, Sábalos, El Castillo y San Carlos, datos que se consideran sumamente importante en relación a la actividad antropogénica y su influencia en la contaminación de las aguas, si se toma en cuenta el patrón cultural local en lo que a eliminación de excretas y desechos se refiere, por la insuficiente cobertura de servicios básicos a la población rural en esta zona.

La influencia del entorno ambiental se caracteriza con mas énfasis en la actividad agrícola, turística, ganadera, de tránsito lechero y de pastoreo a pequeña y gran escala en el 73% de los sitios, destacándose en ello los sectores de los Ríos Melchora, Pocosol, San Carlos, Bartola y El Castillo. En términos generales la población hace uso de la tierra circundante para sus diferentes actividades económicas tales como la ganadería, pastizales, vegetación boscosa en la extracción de leña y de la fauna de la zona, y, de plantaciones de plátanos en la mayoría de los casos.

No se detectaron actividades de control físico ni químico en la vegetación para el control de vectores transmisores de enfermedades en aquellas zonas de vegetación boscosa, como la desembocadura del Río Medio Queso y del Río Sarapiquí.

Esta actividad del hombre en la zona permite abordar la importancia de la captación de muestras de agua para el estudio, donde es posible observar en la siguiente Figura No.3.- que la distancia a la costa para captar la muestra fue a distancia menor de 10 metros en el 80% de los puntos de muestreo y en el 20 %, a más de 100 mts de ella.

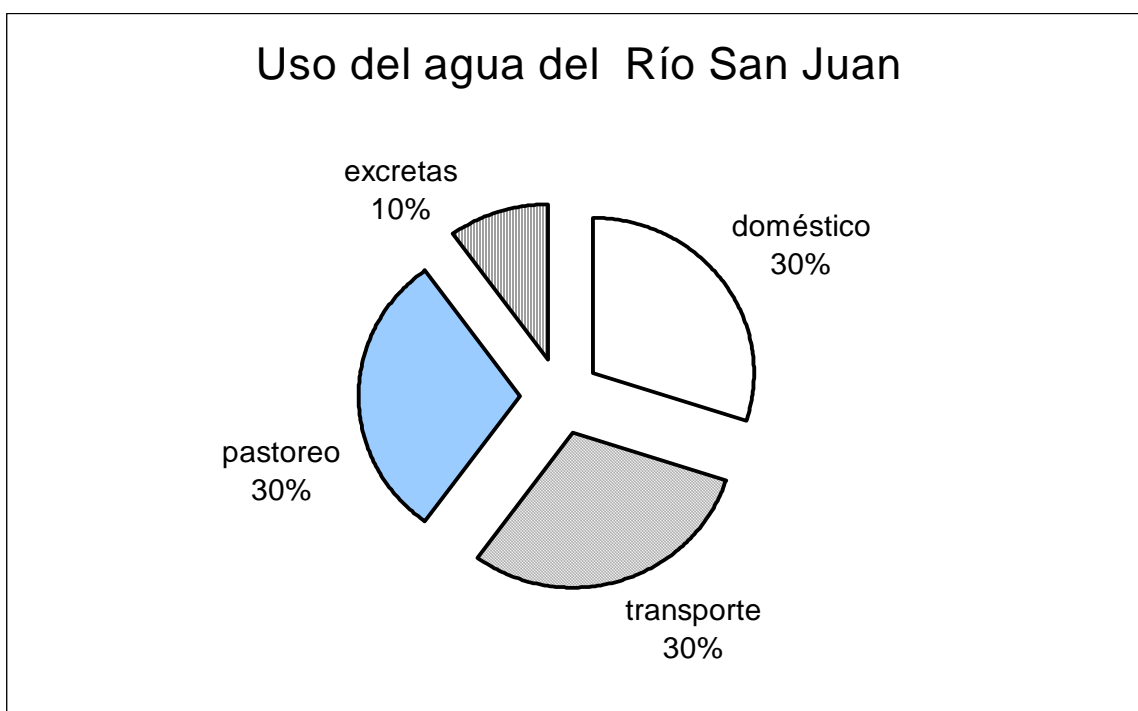


Dato sumamente interesante en cuanto a la relación con las escorrentías de pequeños efluentes provenientes de la actividad doméstica y económica de la población; distancia de la costa que permite detectar la presencia de indicadores microbianos de contaminación fecal producto del descargue a los ríos y a sus desembocaduras. El 20 % de las muestras tomadas mas allá de 100 metros, correspondió a al Río Sarapiquí y las desembocaduras de los Ríos MedioQueso y San Carlos.

En las zonas de muestreo el arrastre de sedimentos es una característica de la dinámica hidrológica, conformados macroscópicamente en un 80% por material vegetal en suspensión, materia orgánica en descomposición, observándose sedimento arenoso en el 65% de los puntos de muestreo.

Formas de vida animal fueron apreciables a la vista al momento de muestreo tanto a la orilla de la costa como dentro del agua, entre ellos, insectos, reptiles, peces, aves y en menor escala, mamíferos.

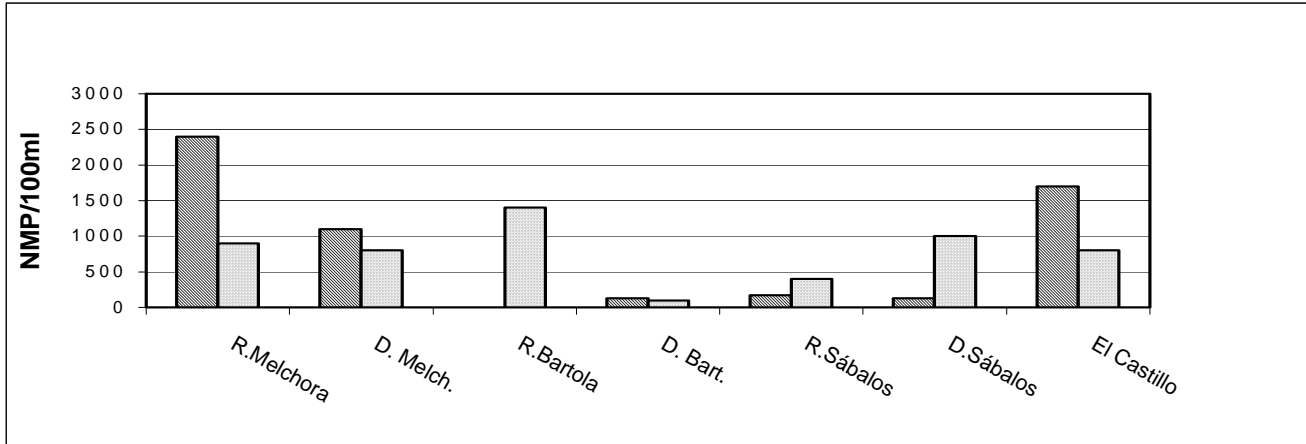
Dado que la población hace del agua su *modus vivendi* en un 100%, los diferentes usos se reflejan en la Figura 4.- en una distribución del 30% para uso doméstico, 30% como sistema de transportación, 30% para pastoreo y un 10% para eliminación de excretas fecales.



Los datos colectados del entorno ambiental permiten relacionarlos con los hallazgos de bacterias indicadoras de contaminación fecal por la actividad antropogénica en los puntos de muestreo tanto en aquellos ubicados en zonas poblacionales como los ubicados en selva virgen y/o vegetación boscosa.

INDICADORES DE CONTAMINACIÓN FECAL:

La calidad sanitaria del agua superficial se aborda en las siguientes figuras 5^a y 5b, sobre la base de la detección de las dispersiones bacterianas de Coliformes Totales, en dos periodos de muestreo lluvioso en 1993 y seco en 1994 en ambas márgenes del Río San Juan. La Fig. 5^a. presenta la detección de Coliformes totales en Ríos y tributarios por la Margen Norte al Río San Juan.



Estas determinaciones bacterianas de coliformes totales tienen importancia higiénico-sanitaria-ambiental si se encuentran valores mayores de 10 coliformes totales en aguas superficiales sin tratamiento, haciéndola no apta para consumo humano ni doméstico, WHO, 1995.

Las concentraciones bacterianas de coliformes totales para 1993 y 1994 por la Margen Norte, fueron altas en los tributarios y sus desembocaduras, donde los mayores valores de este tipo de contaminantes bacterianos se encontraron en el Río Melchora (2400-900 NMP/100ml) y su Desembocadura (1100-800 NMP/100ml), El R. Bartola (1400 NMP/100ml), Desembocadura del R. Sábalos (130-1000 NMP/100ml) y El Castillo (1700-800 NMP/100ml) con más aportes en 1993 durante el período lluvioso por el arrastre de los contaminantes a las fuentes de agua, datos coincidentes con los datos de toma de muestras referente a la alta actividad antropogénica relacionada a navegación, concentración humana, turismo, comercio y pastoreo de ganado.

Por la Margen Sur, en la Fig. 5b.- , 2400 NMP/100ml en la D. Del R. San Carlos y R. Pocosol con 700NMP/100ml. Para 1994 el 100% de los sitios presentaron altas concentraciones no compatibles con la norma, entre ellos , el Rio Pocosol, Rio San Carlos y Desembocadura del San Carlos asi como el Sarapiquí y la Desembocadura del Rio Sarapiquí en un rango de 500-1400 NMP/100ml evidenciando el deterioro de la calidad del agua superficial para los diferentes usos domésticos.

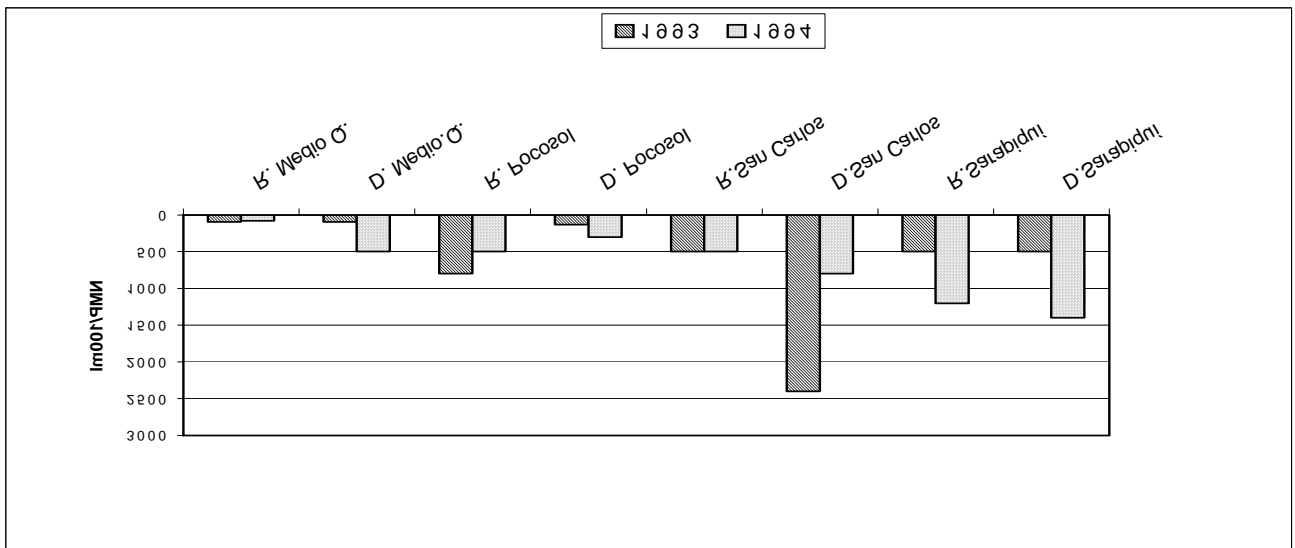


Fig. 5b. Detección de Coliformes totales en Ríos y tributarios por la Margen Sur al Río San Juan.

Calidad de agua para consumo humano tomando como base los indicadores bacterianos de coliformes fecales

En cuanto a la calidad de agua para bebida (WHO, 1985 y APHA, 1992), sugieren que el agua superficial para uso potable no debe tener ninguna bacteria fecal en 100 ml. Las normas de uso del agua según la US Academy of Sciences de 1973, recomiendan como satisfactoria para irrigación de plantaciones y baño sin contacto directo, cuando las concentraciones de coliformes fecales sean menores o iguales a 1000 coliformes fecales por 100 ml.

Los datos de Coliformes fecales fueron observables en un 95 % elevados, tal como se aprecia en la figura 6ª.- la que presenta una variación de 0 CFU/100ml en Río Bartola a 1100 CFU/100ml en el Río Melchora y 1300 CFU/100ml en El Castillo; datos que confirman el uso no apto para consumo humano, doméstico y de baño con contacto, de este tipo de aguas superficiales sin previo tratamiento.

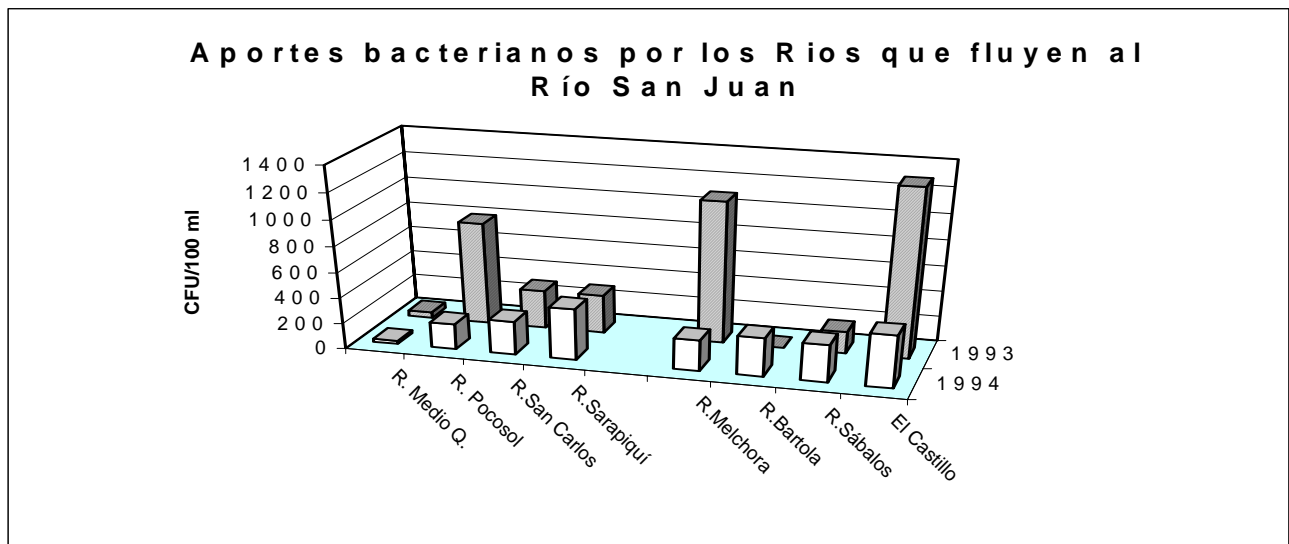


Fig.6ª.- La detección de más de 1 bacteria coliforme fecal en los principales ríos tributarios al Río San Juan indica deterioro de la calidad de agua para consumo humano.

Los Ríos Melchora con 1100 CFU/100ml y El Castillo, 1300 CFU/100ml y la desembocadura del R. San Carlos con 1300 CFU/10ml, se encuentran fuera de la norma por sus altos índices de recuento de coliformes fecales.

En la siguiente figura 6b. para 1993, se observan contaminaciones por coliformes fecales en el 100 % de las desembocaduras, a mayores concentraciones en la Desembocadura del R. San Carlos y del Melchora. En el muestreo de 1994, fue observable la persistencia de la contaminación desde 80 cfu/100ml en la de Desembocadura del Bartola a 600cfu/100ml en la Desembocadura del R. Sábalos.

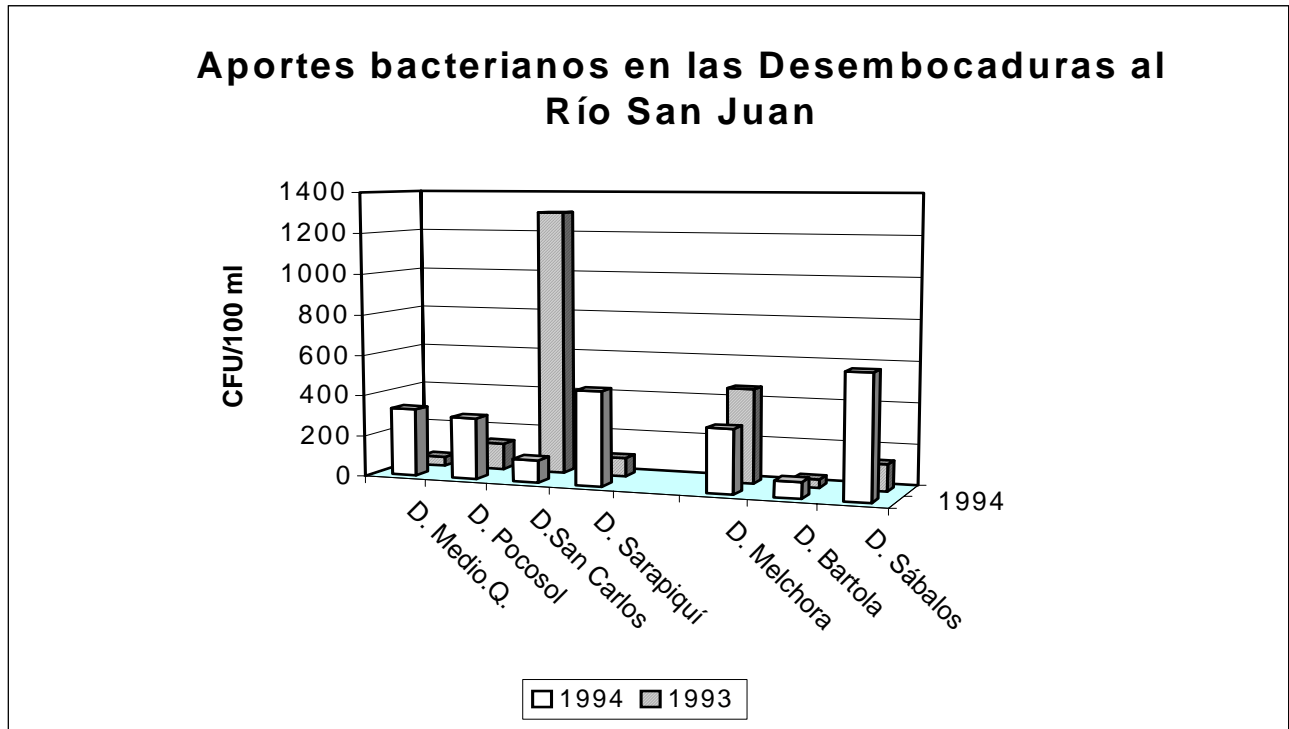
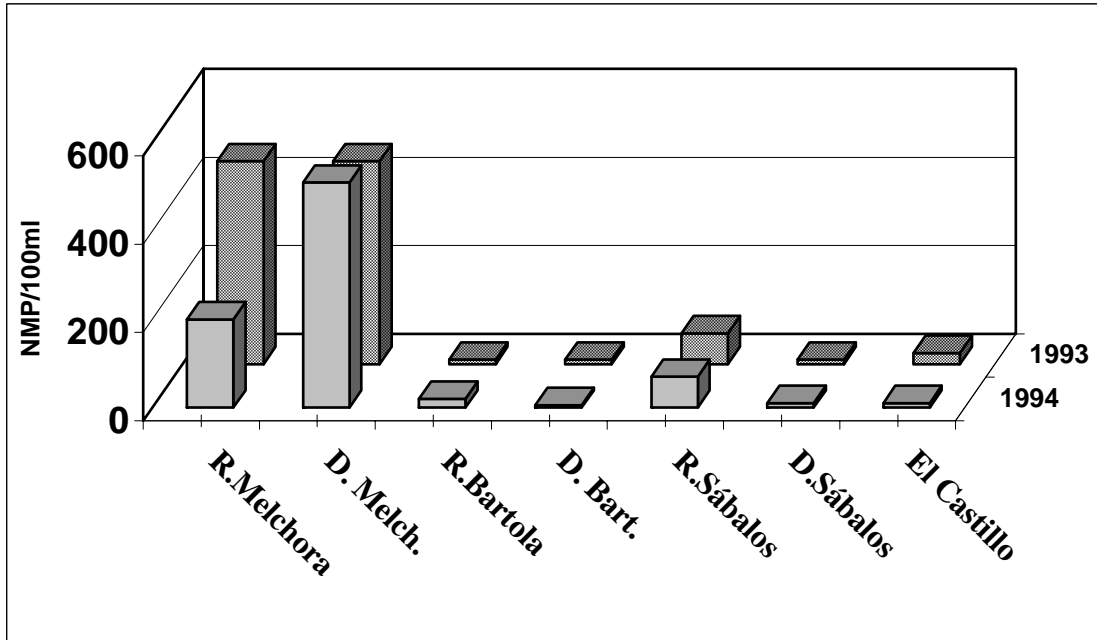


Fig.6b.- Detección de indicadores fecales en las desembocaduras de los principales ríos tributarios al Río San Juan, que hacen el agua no apta para consumo humano, pero sí para riego y navegación.

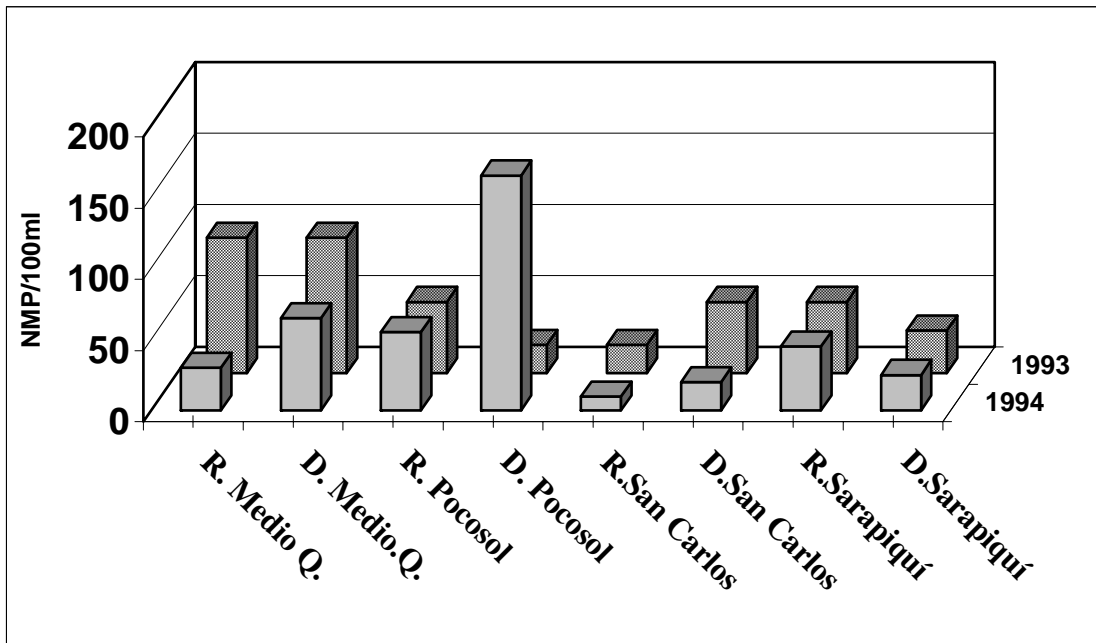
USO DE OTROS INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA:

Debido a que los estreptococos fecales persisten mayor tiempo en agua que los coliformes, especialmente en escorrentías de áreas agrícolas (Geldreich, 1970; Evans & Owens, 1972) y a que ellos tienen un alto potencial de sobrevivencia, fueron usados como indicadores bacterianos muy valiosos para determinar la extensión de la contaminación fecal en aguas superficiales con fines recreacionales donde de acuerdo a APHA, 1992, los valores referenciales de calidad de consideran en < de 33 /100ml.



Para la margen Norte del Río San Juan, en la Fig 7^a.- el 42% de los resultados caen dentro del valor referencial de calidad de agua recreacional para 1993 y 1994 respectivamente, pero se observaron mayores aportes de contaminantes persistentes para el Río Melchora de 460 y 200 NMP/100ml y su desembocadura con 460 y 510 NMP/100ml) respectivamente, lo que sugiere una persistencia por la actividad ganadera y agrícola de las zonas aledañas que drenan a este Río y su desembocadura.

En relación a éste valor referencial en la Fig. 7 b.- y para los datos obtenidos en la Margen Sur del Río San Juan, un 37% y un 50% de los datos estuvieron dentro de la norma para 1993 y 1994 respectivamente, con mayores valores contaminantes para el R. Medio Queso y su desembocadura así para la desembocadura del R. Pocosol con 165 NMP/100ml.



Conclusiones:

- ❑ Factores influyentes del entorno ambiental por la actividad del hombre en cuanto al uso del agua fueron estimados en los 15 sitios de muestreo en este estudio donde se observó una acertada correspondencia de la selección del sitio representativo, la actividad económica y los recuentos de bacterias fecales obtenidos.
- ❑ Calidad de agua desde el punto de vista de los coliformes totales para agua superficiales sin tratamiento se observó deteriorada de un 100% en ambos períodos de estudio, evidenciando mayores contaminantes biológicos en el R. Melchora, R. San Carlos y sus desembocaduras y en el Castillo, orientando sus aguas no aptas para consumo sin tratamiento y, bajo control sanitario, apta para riego y recreación con contacto.
- ❑ Una persistencia del 87% al 100% de contaminantes fecales fue observada en los sitios de muestreo con mayores aportes en los Ríos Melchora , El Castillo y la Desembocadura del R. San Carlos, cualificando el agua como no apta para consumo por la alta concentración de indicadores fecales.
- ❑ Calidad de agua con fines recreacionales se observaron aptas para el 37% y 50% de los hallazgos, donde el R Medio Queso, R. Melchora y las Desembocaduras del Medio Queso, Melchora y Pocosol presentaron mayores expresiones.

Agradecimientos: Se reconoce la labor de las Lic. Ileana Mairena y Lic. Argentina Zelaya, Dra. Katherine Vammen por sus valiosos aportes en el trabajo de campo en ambos períodos de muestreo.

Referencias bibliográficas:

CIRA-UNAN, 1993. Características físico-químicas de las aguas del Río San Juan y sus tributarios, Departamento de Hidroquímica. M. Lacayo/I.López/ K. Montenegro/ S. Fuentes/ J. Molina/ A. López.

Ford. 1993. Microbial Communities and rivers. In Aquatic Microbiology. Blackwell Publications, Washington, USA.

Murgel B.,Samuel, 1987. Hidrobiología aplicada a la ingeniería sanitaria.

Nemerow, Nelson, 1991. Stream, Lake, Estuary, and ocean pollution. Second Edition. Environmental Engineering Series. Van Nostrand Reinhold, New York.

OPS, 1985. Guía para la calidad del agua potable. Volumen 1. Publicación Científica No. 481., Washington, D.C. 20037, USA.

WHO, 1983. Guidelines on studies in environmental epidemiology. Environmental Health Criteria 27. Published under joint sponsorship of the United Nations Environment Programme, The International Labour Organization and the WHO.

WHO, 1989. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Technical Report Series.778