

L. Costa Doris y L. Botero de Ledema
Ciencias del Ambiente
Facultad de Ingeniería
División de Postgrado
Universidad del Zulia
Maracaibo, Venezuela

RESUMEN

Se simularon en el laboratorio condiciones de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas mediante un reactor. Se ajustaron las condiciones operacionales según las Normas del INOS. El caudal se fijó a 0.02 L/min. mediante una bomba peristáltica. El tiempo de residencia para el aerador fue de 8 horas y para el clorador de 30 minutos. La estabilización de la planta piloto se realizó durante un período de dos meses tomando muestras de agua no tratada y tratada cada dos días. Se demostró su óptimo funcionamiento por la remoción de los siguientes parámetros físico-químicos y biológicos: DQO, DBO, SS, pH, Cloro residual, NMP, Título total de bacterias. Para la concentración de virus se utilizó el método de adsorción y elución a través de los filtros Zetaplor y Zetaplor. Se filtraron diferentes volúmenes (500 ml., 1 L., 2 L., 3 L., 5 L., 10 L.) de agua no tratada y agua tratada, siguiendo la metodología descrita por Gerba y col. 1978 para Zetaplor y por Traub y col. 1986 para Zetaplor. Las muestras fueron inoculadas en la línea celular MA-104 y la identificación del tipo de virus se hizo mediante la técnica de estabilización al calor por cationes divalentes. La planta piloto de tratamiento de agua presentó una alta remoción de los parámetros físico-químicos y biológicos (90 al 99%). La eficiencia del método para concentrar virus a través de los filtros Zetaplor y Zetaplor fue de 62.50%. Las 24 muestras analizadas dieron efecto citopático en la línea celular MA-104, lo que nos indica un 100% de positividad para la presencia de virus tanto para agua no tratada como para agua tratada. Con la prueba de estabilización al calor por cationes divalentes se confirmó la existencia de enterovirus en todas las muestras.

ABSTRACT

Using a bench scale reactor were simulated conditions from a domestic wastewater treatment plant. The operational conditions were in agreement with INOS' regulations. The flow was fitted to 0.02 L/min. with a peristaltic pump. The residence time in the aerator was 8 hours and 30 minutes for the chlorinator. The system's steady state

METODOLOGIA PARA LA DETECCION DE VIRUS EN UNA PLANTA PILOTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

was obtained after two months. Samples were taken every two days from the raw and treated wastewaters. The optimal performance was demonstrated by removal of the following biological and physico-chemical parameters: BOD₅, COD, SS, pH, residual chlorine, MPN, and bacterial count. To determine the presence of viruses in the effluent, the adsorption and elution method using Zetaplor and Zetaplor filters were used. Different volumes of treated and raw wastewaters were filtered (500 ml., 1 L., 2 L., 3 L., 5 L., 10 L.) following the reported methodology by Gerba et al., 1978 for Zetaplor and by Traub, et al., 1986 for Zetaplor. The samples were inoculated on cellular line MA-104 and the identification of viruses type was made through the hot stabilization test by divalents cations. The pilot treatment plant presented a high removal of biological and physico-chemical parameters (90-99%). The method efficiency for concentrating viruses through for Zetaplor and Zetaplor filters was 62.5%. The 24 analyzes samples presented cytopathic effect in the cellular line MA-104. All 24 samples tested positive for viruses in the treated wastewater. The hot stabilization test by divalents cations confirmed the enteroviruses existence in all samples.

INTRODUCCION

Se conoce como aguas residuales domésticas de una población, aquellas que han sido impurificadas por diversos usos. Desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por ellas, procedentes de casas, edificios, comercios, hospitales e instituciones unidos a los provenientes de los establecimientos industriales y las aguas subterráneas superficiales o de precipitación que puedan agregarse (16).

Las aguas residuales domésticas han sido desde época remotas un grave problema para la salud pública, ya que contienen numerosos microorganismos tales como: Bacterias, Virus, Protozoarios, Hongos, Algas y otros. Debido a esto se hizo necesario buscar un sistema de tratamiento que permitiera la eliminación de estos microorganismos y poderle brindar a la población agua tratada sin problema de contraer enfermedades transmitidas por esta vía.

A medida que fue creciendo la población urba-

na, con el proporcional aumento de aguas negras y desechos orgánicos, resultó que los métodos de disposición que se empleaban no prevenían los malos olores que se producían, por lo que se hizo imperativo buscar otras alternativas para resolver estos inconvenientes. A partir de ello se inició el desarrollo de los métodos de tratamiento, antes de la disposición final de las aguas negras (17) (18).

La planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, se diseña para retirar sólidos orgánicos e inorgánicos y para destruir los microorganismos patógenos presentes previo a su disposición. Los diversos procesos que se usan para el tratamiento de las aguas residuales domésticas siguen estrechamente los lineamientos de los de autopurificación de una corriente contaminada. Los dispositivos para el tratamiento solamente localizan y limitan estos procesos a un área adecuada, restringida y controlada donde se proporcionan las condiciones favorables para la aceleración de las reacciones físicas y bioquímicas (17) (18).

METODOLOGIA

Se simularon condiciones de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas a nivel de laboratorio, mediante un reactor. La planta piloto estuvo compuesta de las siguientes unidades de tratamientos: Unidad de alimentación, Unidad de sistema de lodos activados y Unidad de cloración. El caudal se fijó a 0.020 L/min. mediante una bomba peristáltica. El tiempo de residencia para el aerador fue de 8 horas y para el clorador de 30 minutos.

Con el fin de estabilizar la planta piloto de tratamiento se alimentó diariamente, con aguas residuales domésticas tomadas en la estación de bombeo del INOS, situado en la Plaza del Buen Maestro. Se procedió cada dos días a tomar muestras de agua no tratada y tratada, para analizarles los siguientes parámetros: demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, pH y cloro residual. Una vez que se logró un alto porcentaje de remoción de los parámetros (entre el 90 y 100%), se consideró estabilizada y se dió inicio a los muestreos.

Para la determinación del título del poliovirus vacunal se realizó la prueba de microtitulación según metodología empleada en el Manual de técnicas para el diagnóstico Viroológico (20), y se procedió a calcular el título del poliovirus vacunal por el método de Reed y Muench (8). Una vez conocido el título del poliovirus vacunal, se tomó 4 ml. de éste y se adicionó a 10 L. de agua bidestilada estéril. A estos 10 L. de agua se le realizaron los procesos de concentración viral a través de los filtros Zetaplus y Zetapor. Fueron concentrados hasta un volumen final de 25 ml.

MUESTREOS DE VIRUS:

Los muestreos se realizaron en recipientes metálicos estériles. Se tomaron volúmenes variados 500 ml., 1 L., 2 L., 3 L., 5 L., 10 L., de agua no tratada y tratada.

PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA PARA ENTEROVIRUS:

Se procesaron 24 muestras en total, 12 de agua no tratada de las cuales 6 se filtraron a través del filtro Zetaplus y 6 a través del filtro Zetapor y 12 muestras de agua tratada de las cuales 6 se filtraron a través del filtro Zetaplus y 6 a través del filtro Zetapor. Para el procedimiento de la muestra filtrada a través del Zetaplus se siguió la metodología por Gerba y col. en 1978 y para el procesamiento de la muestra filtrada a través del Zetapor se siguió la metodología empleada por Traub y col. 1986. La línea celular utilizada para inocular los concentrados fue la MA-104 (células de riñón de Mono Rhesus). En este proceso para la inoculación se siguió la metodología empleada en el Manual de técnica para el diagnóstico Viroológico (20). Para la identificación de los enterovirus se realizó la prueba de estabilización al calor por cationes divalentes, según procedimiento descrito por Wallis y col. 1961 (31).

MUESTREOS PARA BACTERIAS:

Se tomaron 100 ml. de las muestras de agua no tratada y tratada respectivamente. Se recolectaron en una botella estéril.

PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA PARA EL ESTUDIO DE LAS BACTERIAS:

La siembra de las muestras se realizó según procedimiento descrito en el Manual BBL 1973 para la identificación de los géneros bacterianos. Además se le determinó el NMP, título total de bacterias, según metodología en el Standard Methods, 1985 (2).

MUESTREOS PARA LOS ANALISIS DE LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS:

Tanto para agua no tratada como para agua tratada se tomó 1 L. de muestra respectivamente. Los parámetros físicos que se analizaron fueron: pH, Cloro residual, Sólidos Suspendidos y los parámetros químicos: Demanda química de oxígeno y Demanda bioquímica de oxígeno.

PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS:

La metodología empleada para la determinación

de los parámetros físico-químicos fue la descrita en el Standard Methods 1985 (2).

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

La mayoría de los países en vías de desarrollo vierten diariamente sus aguas cloacales, sin realizarles ningún tratamiento previo, a los cuerpos de agua más cercanos afectando de esta manera no solo el agua sino a los organismos vivos allí existentes, ya que como se sabe ésta al ponerse en contacto con las heces, lleva numerosos microorganismos patógenos portadores de diversas enfermedades hídrías, y el hombre al hacer uso de esas aguas y utilizar a los organismos allí existentes como fuente de alimento, puede contaminarse. Por esta razón se hace necesario la implementación de plantas de tratamientos.

En Venezuela no se ha realizado ningún estudio que revele la calidad Viroológica de las plantas de tratamientos de aguas residuales domésticas, esto se hace necesario en vista de que se han reportado en otros países la presencia de virus en agua que han recibido tratamiento (6)(13)(14).

Mucho más grave aún es el hecho de desconocer la calidad Viroológica, de las fuentes de agua potable que consume la población, ya que se sabe que dosis tan pequeñas como la de una sola partícula viral activa que sobreviva en el tratamiento del agua potable, es capaz de provocar infección en el hombre (21).

Las aguas residuales generadas por las diversas actividades que realiza el hombre: domésticas, industriales o agropecuarias, tiene en común su agresividad a su receptor natural. Para disminuir esta agresividad deben tratarse antes de ser vertidas en los sistemas receptores. Este tratamiento involucra el conocimiento de:

- 1.- Las características físico-químicas y biológicas del líquido residual.
- 2.- La capacidad de autodepuración del sistema receptor.
- 3.- Las leyes y reglamentos sobre vertidos de desechos.

Con el fin de caracterizar las aguas residuales domésticas, en este trabajo se estudiaron las bacterias presentes, en las muestras de agua no tratada. Se aislaron siete géneros bacterianos: Enterobacter, Salmonella, Proteus, Klebsiella, Shiguella, Citrobacter y Escherichia. Los géneros: Enterobacter, Salmonella y Escherichia fueron aislados en todas ellas (100%). Estos géneros bacterianos han sido reportados como organismos resistentes a las condiciones ambientales y como buenos indicadores de contaminación fecal (5) (11) (13). Los géneros Klebsiella, Proteus y Citrobacter, fueron aislados en un 66.66% en las muestras de agua no tratada. Estas bacterias son patógenas para el hombre y los animales y pueden encontrarse facil-

mente en aguas contaminadas por heces (8). El género Shiguella es difícil de aislar debido a que es un microorganismo lábil en los ambientes acuáticos naturales (9)(29). Las razones de éste hecho no se conocen hasta el momento. Su presencia se considera como contaminación fecal reciente. En el 50% de las muestras de agua no tratada se obtuvo el aislamiento de esta bacteria.

En dos muestreos de agua no tratada (en los cuales la concentración de cloro fue de 0.3 mg/L. y un tiempo de contacto de media hora) se aislaron los géneros bacterianos: Enterobacter, Klebsiella y Escherichia (33.33%) y los géneros Salmonella, Shiguella, Proteus y Citrobacter fueron sensibles a esta concentración. Cuando se incrementó la concentración de cloro 0.5 mg/L., no se aisló ningún género bacteriano. Esto es importante de resaltar que a estudios previos han demostrado que el cloro influye en la supervivencia de estas bacterias(4)(10)(12). Lo anterior confirma la exigencia de la Gaceta Oficial que indica "Cuando la naturaleza de la descarga del efluente, requiere desinfección, el Ministerio exigirá un mínimo de cloro libre de 0.5 mg/L. después de media hora de contacto a flujo pico", ya que a concentraciones de 0.3 mg/L. permite la supervivencia de géneros bacterianos patógenos.

Los resultados de la determinación del número más probable de bacterias coliformes totales y fecales, demostraron que los valores obtenidos en el agua no tratada son los que comúnmente se encuentran en aguas cloacales (16) (17). Según los resultados obtenidos todos los coliformes totales son fecales y esto era de esperarse porque las aguas son de uso residual doméstica. A concentraciones de cloro de 0.3 mg/L. se obtuvo un NMP de 1.300-1.600/100 ml., este valor es alto de acuerdo a lo estipulado en la Gaceta Oficial, ya que el "número más probable de organismos coliformes totales no deberá exceder de 1.000 por cada 100 ml. en el 90% de una serie de muestras consecutivas, y en ningún caso superior a los 5.000 por cada 100ml. En el caso del número más probable de coliformes fecales no deberá exceder de 200 por cada 100 ml. en el 90% de una serie de muestras consecutivas y en ningún caso superior a 400 por cada 100 ml." A concentraciones de 0.5 mg/L. y un tiempo de contacto de media hora, se obtuvo una remoción del 100% en todas las muestras de agua tratada. Una vez más se corrobora que se debe mantener la concentración del cloro en 0.5 mg/L.

Cuando se determinó el título total de bacterias en agua no tratada; se encontraron valores entre 4.25×10^5 y 5.99×10^5 lo que indica que hay una alta concentración de ellas. En agua tratada a concentraciones de cloro de 0.3 mg/L. se determinó un título total de bacterias entre 1.250 y 1.700. En este caso aunque el porcentaje de remoción fue de 99.99%, este porcentaje de bacterias parece alto y esto se debe a que en el agua no tratada presentaba un título total de bacteria elevado. No se sabe cual es el valor permitido que debe estar presente en estas muestras de agua, ya que este parámetro no ha sido estipulado por la Gaceta Oficial. A concentraciones de 0.5 mg/L. de cloro, el título total de bacterias dió entre 30 y 45, y la remoción fue

del 100%, por lo que nuevamente se recomienda la concentración de 0.5 mg/L.

El pH de las aguas residuales domésticas se considera, debe estar entre 6 y 9, según lo estipulado en la Gaceta Oficial, para garantizar el funcionamiento apropiado de la planta de tratamiento. Por lo tanto, las industrias que vierten aguas residuales a los sistemas cloacales deben ajustar su pH a dicho rango. En el presente estudio los valores de pH estuvieron entre 7 y 9 por lo que se cumplió con esta normativa.

En relación a la demanda bioquímica de oxígeno, ésta hasta el momento, es la que tiene mayor significado dentro de los análisis aplicados a las aguas residuales no tratadas y tratadas. Este parámetro es el más utilizado para evaluar la eficiencia de los tratamientos que se aplican a los líquidos residuales. Cualquier reducción de su contenido presupone una eliminación parcial de la materia orgánica presente en las aguas negras y en consecuencia una reducción de su poder polucional (50%). La remoción de este parámetro en el presente trabajo osciló entre un 86 y 90%. En todas las muestras de agua tratada, los valores obtenidos estuvieron por debajo del límite permisible que es de 40 mg/L.

La medición de la demanda química de oxígeno es de gran interés para poder conocer que cantidad de sustancias orgánicas oxidables por el dicromato que presentan una demanda química de oxígeno, no son biodegradables o son relativamente resistente a la degradación biológica. La remoción de la demanda química de oxígeno estuvo alrededor del 90%. Los resultados obtenidos de la demanda química de oxígeno en todas las muestras de agua tratada dieron por debajo del límite permisible, que para este parámetro es menor de 160 mg/L.

En cuanto a los sólidos suspendidos, su determinación es importante, porque permite conocer el comportamiento de los líquidos residuales la relación con los diversos procesos utilizados en el campo del tratamiento de las aguas. Estos pueden ser generalmente removidos mediante la aplicación de tratamiento físicos sencillos. La remoción para este parámetro osciló entre 84 y 93%. Los resultados obtenidos en todas las muestras de agua tratada dieron por debajo del límite permisible que para este parámetro es menor de 50 mg/L.

Todo lo anteriormente expuesto nos indica el buen funcionamiento de la planta piloto de tratamiento de aguas residuales domésticas que se montó. En los muestreos para el proceso de concentración de virus, las muestras de agua no tratada utilizadas, debido al conocimiento previo que se tenía de la existencia de una alta concentración de sólidos y otros elementos que tapaban los filtros, se pasaron a través de varios dobleces de gasa. Esta gasa retuvo gran parte de los sólidos presentes, pero no todos. Por lo que a lo largo del proceso, fue necesario incluir filtros con el objeto de impedir que el filtro final (Zetaplus o Zetapor), utilizado para concentrar los virus, se tapara antes de que pa-

sara toda la muestra. Aunque los prefiltros mencionados, cumplieron con su función de retener el material indeseable, estamos seguros de que también retuvieron virus, ya que se ha demostrado que los virus absorben a los sólidos y pueden quedarse por lo tanto retenidos en los filtros (7). Debido que la muestra de agua tratada presentó una remoción de sólidos suspendidos entre 86 y 93%, es lógico suponer que en este trabajo hubo una gran retención de virus que al estar adheridos a los sólidos, fueron eliminados.

El método desarrollado para recuperar virus en grandes volúmenes de agua, se basa en la filtración a través de membranas cargadas positivamente (Zetaplus y Zetapor). Aunque se considera en general que los métodos, de que se disponen para concentrar virus son poco eficientes, los aquí utilizados si lo fueron, ya que se obtuvo en la prueba realizada una recuperación de virus del 62.50%.

Según los resultados obtenidos, las muestras filtradas a través de Zetaplus y Zetapor, presentaron 100% de efecto citopático en la línea celular MA-104, siendo estas células muy sensibles para el aislamiento de los enterovirus, a partir de muestras ambientales como fue descrito por Agbalika 1984 (1).

Las 24 muestras a las cuales se les realizó la prueba de estabilización al calor por cationes divalentes, dieron todas efecto citopático en presencia de Cloruro de Magnesio ($MgCl_2$), a la temperatura de 56°C por media hora lo que indica que los virus que allí estaban presentes eran estables a los iones divalentes. Se confirma con esta prueba la existencia de enterovirus tanto en las muestras de agua no tratada como en las de agua tratada.

Gran parte de las investigaciones que han reportado la presencia de virus en agua tratada, han encontrado que esta agua es bacteriológicamente óptima, confirmando que los virus sobreviven a los tratamientos actualmente usados. Para esto puede deberse a que los virus son más resistentes al cloro (3), a la presencia de sólidos (27), o a la asociación con el alumbre usado para la floculación o a la asociación con material orgánico (24).

En los países desarrollados como Estados Unidos, el criterio bacteriológico no es el único parámetro utilizado para definir la calidad de las aguas, que se tiene en cuenta hoy en día, ya que diversos trabajos (1)(5)(14)(15)(21)(27) entre otros, reportan que los virus son marcadamente resistentes a las condiciones ambientales pudiendo encontrarse en aguas cuyos parámetros bacteriológicos eran adecuados. Hace falta mayores estudios para determinar cual es la concentración de cloro capaz de inactivar virus, sin perder de vista su efecto cancerígeno.

Todo lo anterior revela la necesidad de llevar a cabo una evaluación continua que permita determinar la calidad Viroológica tanto de las plantas de tratamiento para agua potable, de aguas residuales domésticas y de los ambientes acuáticos naturales contaminados con excretas humanas, debido a que co-

mo se ha mencionado previamente que en las descargas cloacales llevan virus patógenos, predominantes en individuos enfermos pudiéndose transmitir al hombre produciendo serios trastornos a su salud.

CONCLUSIONES

- 1.- Se determinó efecto citopático compatible con presencia de virus en todas las muestras de agua no tratada y de agua tratada, que fueron tomadas en la planta piloto de tratamiento de aguas residuales domésticas, que para este estudio se montó.
- 2.- Los análisis del parámetro bacteriológico demostraron una remoción cercana al 100%. Los valores observados estuvieron por debajo de los límites permisibles, establecidos según la Gaceta Oficial para agua tratada.
- 3.- Se observó que los géneros bacterianos aislados se ven afectados por la concentración de cloro residual de 0.5 mg/L., no así los enterovirus.
- 4.- Se obtuvo una remoción (entre un 90 y 95%) de los parámetros físico-químicos, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos. Los resultados estuvieron por debajo de los límites permisibles establecidos por la Gaceta Oficial para agua tratada.
- 5.- La metodología empleada para la concentración de enterovirus fue fácil de emplear.
- 6.- En agua residual cruda y algunas veces en efluentes secundarios es suficiente procesar muestras de agua de 500 ml. para la detección de virus.
- 7.- La línea MA-104, es eficiente para la determinación de enterovirus a partir de muestras ambientales.
- 8.- Las membranas filtrantes Zetaplus y Zetapor son adecuadas para la concentración de virus.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) AGBALIKA, F.; HARTEMAN, P.; FOLIGUET, P.: "Trypsin treated MA-104 a sensitive cell line isolating enteric viruses environmental samples". Applied and Environmental Microbiology. 47: 378-380. 1984.
- 2) APHA, AWWA, WPCF. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 16th edition. Port City Press. Baltimore. Maryland. 1985.
- 3) BATES, R.; SHAFFER, P.; SUTHERLAND, S.: "Development of poliovirus having increased resistance to chlorine inactivation". Applied Environmental Microbiology. 34:849-853. 1977.
- 4) BORCHARDT, J.; CLELAND, J.; REDMAN, W., OLIVIER, G.: "Viruses and trace contaminants in water and wastewater". Ann Arbor Science Publishers. Inc. Michigan. 1977.
- 5) CABELLI, V.: "The impact of pollution on marine bathing beaches, an epidemiological study". Limnology and Oceanography. 2:424. 1976.
- 6) CHANG, L.; FARRAH, S.; BITTON, G.: "Positively charged filters for virus recovery from wastewater treatment Plant Effluents". Applied Environmental Microbiology. 42(5):921-924. 1981.
- 7) COSTA, L.; BOTERO, L.; PORTO, L.: "Calidad Viroológica de los balnearios ubicados en la Cuenca del Lago de Maracaibo". Convenio FEC-ICLAM. Septiembre 1988, pp. 1-43.
- 8) DAVIS, B.; DULBECCO, R.; EISEN, H.; GINSBERG, H.; WOOD, W.; Mc CARTY, M.: Tratado de Microbiología. 2da. Edición. Salvat Editores, S.A., Barcelona, pp. 781-1, 445.
- 9) DENNIS, J.: "Infectious hepatitis epidemic in Dehli, India". Journal American Association. 51:1.228-1.388, 1959.
- 10) FAIR, G.; GEYER, J.; OKUM, D.: "Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales". 4ta. Edición. Editorial Limusa S.A., México, pp. 11-47, 1981.
- 11) FARRAH, S.; WALLIS, C.; SHAFFER, P.; MELNICK, J.; GOYAL, S.; GERBA, G.; CONKLIN, R.; DUPONT, H.: "A sample method for concentration of enteroviruses from cell culture harvests using membrane filters". Intervirology. 9:56-59, 1978.
- 12) GELDRICH, E.: "Buffalo recreational water quality a study in bacteriological data interpolation". Water Research. 6:913-924. 1972.
- 13) GERBA, C.; FARRAH, R.; GOYAL, S.; WALLIS, C.; MELNICK, J.: "Concentration of Enteroviruses from large volumes of tap water, Treated sewage, and seawater". Applied Environmental Microbiology. 35(3): 540-548, 1978.
- 14) GERBA, C.; SCHAIMBERG, G.: "The effect of particulates on virus survival in marine". Journal Water Pollution Control Federation. 47:93-103, 1975.
- 15) HEJKAL, T.; WALINGS, F.; LEWIS, A.: "Distribution of virus particles associated in the wastewater". Applied Environmental Microbiology. 41:628-634, 1981.
- 16) HILLEBOE, H.: "Manual de tratamiento de aguas negras". 6ta. edición. Editorial Limusa, S.A., México. pp. 9-38. 1980.
- 17) HILLEBOE, H.: "Manual de tratamiento de aguas."

- 7ma. Edición. Editorial Limusa, S.A., México. pp. 71-77, 1981.
- 18) HOLT, J.: The shorter Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Eight edition. Waverly Press, Inc., Baltimore, 1984.
 - 19) JAKUBOWSKI, W.; HOFF, J.; ANTHONY, N.; HILL, W.: "Epoxy-fiberglass adsorbent for concentration viruses from large volumes of potable water". Applied Environmental Microbiology. 28:501-502. 1974.
 - 20) Manual de técnicas para el diagnóstico Viroológico. Departamento de Virología (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas e Instituto Nacional de Higiene), pp. 10-201, 1982.
 - 21) McCABE, L.; SYMONS, J.; LEE, R.; ROBECK, G.: "Survey of community water supply systems". Journal American Water Works Associates. 62:670-678. 1970.
 - 22) MOLARO, G.: "Determinación de Enterobacterias y Enterovirus en una de las zonas costeras del Lago de Maracaibo". Tesis de Grado. Universidad del Zulia, 1984.
 - 23) Normas para la elaboración de proyectos de sistemas de tratamientos de aguas servidas urbanas. Instituto Nacional de Obras Sanitarias. Vol. III. Venezuela. 1976.
 - 24) PAYMENT, P.: "Isolation of viruses from drinking water at the Pont-Viau water treatment plant". Canadian Journal Microbiology. 27:417-420. 1981.
 - 25) PORTO, L.: "Determinación de virus en agua, sedimentos y almejas de cuatro balnearios del sistema de Lago". Tesis de Grado. Pág. 82. Universidad del Zulia.
 - 26) RHODE, P.: Manual de Procedimientos de Laboratorios y de Productos (BBL). 5ta. Edición. Editores Asociados, S.A., México, pp.100-170, 1974.
 - 27) STAGG, C.; WALLIS, C.; WARD, C.: "Inactivation of clay-associated bacteriophage MS-2 by chlorine". Applied Environmental Microbiology. 33:385-391, 1977.
 - 28) SOBSEY, M.; GLASS, S.: "Influence of water quality on enteric virus concentration by microporous filter methods". Applied Environmental Microbiology. 47:959-960, 1984.
 - 29) SOBSEY, M.; WALLIS, C.; HENDERSON, M.; MELNICK, J.: "Concentration of enteroviruses from large volumes of water". Applied Environmental Microbiology. 26:529-534, 1973.
 - 30) TRAUB, F.; SPILLMANN, S.; WYLER, R.: "Method for determining virus inactivation during sludge treatment processes". Applied Environmental Microbiology. 52(3):498-503, 1986.
 - 31) WALLIS, S.; MELNICK, J.: "Stabilization of cation an new property of the Enteroviruses". Virology. 11:501-553, 1961.
 - 32) Gaceta Oficial de la República de Venezuela. No. 33.233. Caracas. 25 de Mayo de 1985.

Recibido el 31 de Mayo de 1989