

AYUDA CIUDADANA

PARAGUAY

ESTUDIOS HIDROBIOLÓGICOS – FÍSICO QUÍMICOS Y DE SERES VIVOS DE LA CHI

Central Hidroeléctrica de Itaipu – Hernandarias

Hernandarias: 15-06-1998

Trabajo realizado del 26-12-1997 al 10-06-1998

INFORME DE INVESTIGACIONES EN LA CHI

**MARCOS ARMANDO OJEDA ESTIGARRIBIA
TECNICO ESPECIALIZADO – HIDROBIOLÓGIA - JUBILADO**

Teléfono: (061)507363 – (0993)286338

marcos@cde.rieder.net.py

RAFAEL GONZÁLEZ BORDON

INGENIERO AGRONOMO

PROFESOR UNIVERSIDAD NACIONAL DE PILAR

PALABRA CLAVES

- CHI - Central Hidroeléctrica de Itaipú
- U.G.E. - Unidad Generadora de Electricidad
- Algas Verde azuladas – Algas de colores predominantemente azules, normalmente tóxicas
- Fitoplancton – organismos microscópicos de origen vegetal
- Zooplancton – organismos microscópicos de origen animal
-

INFORME PRELIMINAR

RESUMEN EJECUTIVO

Como consecuencia de la derivación al Área de Hidrobiología de una muestra de algas extraídas del Embalse cerca de la Usina, se comenzó un trabajo de investigación relativa a la existencia de seres vivos que puedan estar colonizando partes internas de las Unidades Generadoras de Electricidad (U.G.E.).

Con el acompañar de los muestreos realizados en el seguir del tiempo, se ha llegado a conclusiones preliminares, que podrían servir para que puedan tomarse medidas o providencias que puedan realizarse en los diferentes medios de decisiones para realizar acciones conducentes a solucionar o minimizar los efectos que puedan ocasionar tanto en los equipos electromecánicos como en el personal que realiza los trabajos en esos medios.

I - ANTECEDENTES

El 26 de Diciembre de 1.997, en las inmediaciones de la toma de agua de la Unidad N° 15, se había observado un bloom de algas (que al comienzo se pensó que fuesen Micrófitos o sea plantas acuáticas), habiendo despertado el interés de los operadores de turno, capturaron una muestra realizando de inmediato la convocatoria de Técnicos del Área de Medio Ambiente de la Estación de Acuicultura M.D. Quienes después de derivar al Laboratorio de Hidrobiología para su análisis correspondiente.

A partir de ese momento el Área de Hidrobiología realizó como prioridad el estudio preliminar de todos los organismos Planctónicos que podrían estar habitando en el interior de las U.G.E. de la C.H.I., con sus respectivos efectos en el ser humano como en las maquinarias.

Desde el 6 de enero de 1998 se comenzó una serie de campañas de muestreos en la Usina, específicamente en las U.G.E. que se encontraban paradas para su mantenimiento de rutina y zonas cercanas a la C.H.E. en el área de embalse

II - DETALLES DE LAS CAMPAÑAS

Campaña N° 1

Fecha: 06/01/98

Puntos de Muestreo

Unidad N° 2

- Escotilla de la Caja de Espiral
- Predistribuidor
- Intercambiador de Calor
- Tubos de desagüe de Reservorios de Agua de los Trafos

Campaña N° 2

Fecha: 09/01/98

Punto de Muestreo

Unidad N° 2

- By Pass Cota 179

Campaña N° 3

Fecha: 14/01/98

Punto de muestreo

Zona de Embalse

- Desembocadura A° Pira Pyta
- Temperatura del Aire 33 °C
- Temperatura del Agua 31 °C
- Muestra de 50 litros de Agua filtrado con Red de Plancton de 45 micras
- Muestra obtenida de tronco sumergido a 20 cm. de la superficie

Campaña N° 4

Fecha: 15/01/98

Punto de Muestreo

Zona de Embalse

- Desembocadura del A° Ypaca a
- Temperatura del Aire:29 °C
- Temperatura del Agua 28 °C
- Muestra de 50 litros filtrado con Red de Plancton de 45 micras
- Muestra obtenida de tronco sumergido a 25 cm de la superficie

Campaña N° 5

Fecha: 21/01/98

Punto de Muestreo

Unidad N° 5

- Reservorio de Agua de los Trafos
- Filtro (Cono Flow)
- Caja Espiral
- Sistema Antiincendio
- Intercambiador de Calor

Campaña N° 6

Fecha: 11/02/98

Punto de Muestreo

Unidad N° 14

- Intercambiador de Calor
- Vedación de Filtro
- Filtro (Cono Flor)

Campaña N° 7

Fecha: 11/03/98

Puntos de Muestreo:

Unidad N° 18

- Intercambiador de Calor
- Caja de Espiral
- Cota 179 Tomada de Agua

- Campaña N° 8
 - Unidad N° 18
 - Fecha: 13/03/98
 - Punto de Muestreo:
 - Filtro Hidrociclón
 - Cono Flow
 - Vejación de Filtro

- Campaña N° 9
 - Unidad N° 8
 - Fecha: 31/03/98
 - Punto de Muestreo
 - Regulador de Velocidad
 - Radiador de Calor Base de Turbina
 - Filtro de Vejación

- Campaña N° 10
 - Unidad N° 17
 - Fecha: 14/04/98
 - Punto de Muestreo:
 - Radiador de Calor Base de Turbina
 - Cono Flow
 - Filtro de Vejación

III - OBJETIVO DEL TRABAJO

- a) Determinar las especies de organismos que estén habitando en el interior de las U.G.E.
- b) Identificar y si posible cuantificar el daño que puedan causar los organismos a la U.G.E.
- c) Identificar y si posible conocer los problemas que puedan ocasionar a la salud de los Técnicos que realizan los trabajos en esos sectores.
- d) Elaborar una propuesta de acción con los órganos especialistas pertinentes.

IV - ESTRATEGIA Y MÉTODOS

- Continuar las series de campañas de muestreos en los lugares donde circulan agua y podrían concentrarse los microorganismos. Para ese efecto se debe de coordinar con los responsables de las paradas de las máquinas el día y la hora de los mismos para que puedan realizarse el muestreo en fresco.
- Los muestreos deben de realizarse con las recomendaciones de los Técnicos del Área de Operación y Mantenimiento.
- Trasladar las muestras al Laboratorio a temperatura ambiente e inmediatamente observar para sus posteriores clasificaciones y si fuese necesario conseguir asesoramientos de especialistas de las diferentes Áreas a definirse.

V - RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES REALIZADAS

1.- En todas las muestras se encontraron los siguientes organismos:

Algas Verde azuladas

- Anabaena spp.
- Oscillatoria spp
- Microcystis spp.
- Phormidium spp.
- Nostoc spp

Algas Verdes

- Scenedesmus spp
- Staurastrum spp
- Pediastrum spp.

Diatomeas

- Naviculla spp.
- Amphora spp
- Surirella spp.
- Nitzchia spp.

Rotíferos

- Keratella spp
- Conochilus spp.

Protozoarios

- Gaucoma spp
- Colpoda spp.
- Cercobodo spp.

Hongos

Abundantes elementos micóticos de los tipos:

- Fusarium spp.
- Geothicum spp
- Epidermo fitum spp

Bacterias Aerobias

- Bacterias Mesofilas Aerobias totales 4 x
10 ufc/ml
- Entero Bacteriáceas totales 1 X
10 ufc/ml
- Entomoeba Coli - 1 X
10 ufc/ml
- Salmonella - 1 X
10 ufc/ml
- Shigella - 1 X
10 ufc/ml
- Presencia de Leuconostoc, Aerobacterias, Arthrobacterias, Rhodobacterium, Mycrodyclum, Microaerofilica.
- Se observan Gallonella (sulfobacterias)

Bacterias Anaerobias

- Methanobacterium
- Peptostreptococcus
- Propionibacterium
- Fusobacterium

Otros

- Nematodes
- Espirilus del tipo Borrelia

Se observa además abundantes elementos vegetales en descomposición, insectos y minerales del tipo Fe oxidados.

VI - CONCLUSIONES PARCIALES

Con las observaciones realizados hasta la fecha, se ha llegado a ciertas conclusiones parciales que son necesarias para su posterior aumento de estudios en tiempos y especialistas de diversas áreas, se han encontrado condiciones muy optimas para el crecimiento de algas que liberan Oxigeno libre o

naciente que con el epilimnio o mayor temperatura de agua favorece el crecimiento de Bacterias Sulfurosas aeróbicas y con el hipolimnion o sea menor temperatura en el lugar donde existe poco O.D. (Oxígeno Disuelto), las Bacterias Anaerobias reducen el sulfato de H₂S que también es corrosivo para los metales.

El oxígeno libre o naciente que producen el fitoplancton por la fotosíntesis clorofílica es un despolarizante muy fuerte, haciendo de que las bacterias sulforeductoras y ferro reductoras actúen con más libertad en los equipos electromecánicos.

Las algas especialmente las del grupo de las Cianofíceas, Diatomáceas y algunos Flagelados, que tienen las condiciones de floración, son consideradas como las más problemáticas debido a su potencial tóxico y sus riesgos a la salud pública, especialmente al grupo de las Cianofíceas que también son denominadas como Cianobacterias pueden ser unicelulares, coloniales o filamentosas.

El aporte de nutrientes a los cuerpos hídricos provenientes de efluentes domésticos, industriales, fertilizantes agrícolas, especialmente fósforo y compuestos nitrogenados además de temperatura, pH, luz solar contribuyen de sobremano a la proliferación de estas algas.

La mayoría de las algas verde azuladas pueden ser tóxicas, habiendo ocasionado en diversas partes del mundo casos de intoxicaciones tanto a animales como a seres humanos por la liberación de toxinas que lo producen, fueron reportados casos de intoxicaciones en los EE.UU., en Australia, Argentina, Canadá, África del Sur, Brasil, etc. Uno de los casos más recientes es el ocurrido en Caruaru en el Nordeste del Brasil donde en un Centro de Hemodiálisis murieron cerca de 60 personas en 1996, también fueron constatados la infección de cerca de 10.000 personas en los EE.UU. con disturbios gastrointestinales, en Australia fueron hospitalizados cerca de 5.000 personas con Hepatoenteritis debido al consumo de agua que fue tratado con un Algicida que produjo la liberación de toxinas al agua.

Dentro de la floración de cianofíceas, el género *Microcystis* ha sido el responsable por más del 65 % de intoxicaciones, floraciones del grupo de las *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Nodularia*, etc. son también responsables de intoxicaciones, se debe de resaltar que en una misma especie pueden existir géneros que nos son tóxicos, esto puede deberse a factores genéticos o ambientales..

Las cianofíceas pueden producir neurotoxinas o hepatotoxinas, las primeras actúan sobre el sistema nervioso, causando un bloqueo neuromuscular, que lleva a la muerte del organismo afectado por parada respiratoria en pocas horas.

La hepatotoxina, actúa sobre el hígado causando una desintegración y ruptura de la estructura interna de ese órgano.

También pueden ser cancerígenos

Esto no es nada nuevo para la ITAIPÚ, ya que en el CURSO DE IMPACTO AMBIENTAL DE REPRESAS, realizado en Foz de Iguazú del 07 al 12-06-1987, patrocinado por la Itaipú Binacional y el Ministerio das Minas y Energías del Brasil con el apoyo de Auxiliar Engenharia - Aerodata S/A, se ha presentado un trabajo "CONSIDERAÇÕES SOBRE DOENÇAS EM REPRESAS, LEVANTAMIENTO SANITÁRIO" por el Dr. ARISTIDES ALMEIDA ROCHA; Profesor Adjunto Faculdade de Saude Pública USP; Consultor e Asesor OMS/BID; Biólogo da CETESB - S.P., donde ya había levantado un cuestionamiento muy serio sobre las posibilidades de que la Represa de Itaipú pueda dar lugar a varias enfermedades de transmisiones hídricas en donde acentúa las posibilidades de diferentes clasificaciones:

- 1- Transmisión por vía hídrica: Fiebres Paratifoideas, Tifoidea, Cólera, Hepatitis Infecciosa.
- 2- Causada por insuficiencia de agua para higiene personal: Escabiosis, Tracoma, Disentería Bacilar y Amebiana, Conjuntivitis.
- 3- Basadas en agua (penetración por la piel o ingestión): Esquisostomiasis, Verminosis y Protozoosis.
- 4- Transmisiones por insectos vectores relacionado al agua: Fiebre Amarilla, Malaria, Leishmaniosis, Oncocircosis.
- 5- Relacionados con los lanzamientos de excretos: Leptopirosis, Anquilostomiasis.

6- Intoxicaciones ocasionadas por el Fitoplancton.

7- La confluencia de las macroalgas, de los restos orgánicos y detritos minerales hacen evidentemente un peligro de fricción y obturación.

La presencia de ferro bacterias, sulfobacterias y metano bacterias unido al Leuconostoc determinan el terreno específico de la corrosión microbiana.

La presencia de un número relativamente alto de microorganismos y un sustrato adecuado para un crecimiento acelerado frenado por la presencia de protozoarios hacen posible la instalación de problemas sanitarios. Las microalgas presentes y que pueden instalarse, dan ocasión de polución tóxica.

Abundante cantidad de moluscos.

La presencia en cantidades excepcionales de moluscos especialmente en el Área del By Pass y lugares aledaños, donde hemos encontrado cantidad fuera de lo normal de moluscos, nos llama poderosamente la atención por la aparición de Moluscos Bivalvos en las zonas del Río Paraguay, Paraná y tributarios de estos ríos, organismos oriundos del Extremo Oriente; verificados por el Profesor Gustavo A. Darrigan de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad de la Plata – Argentina, quien advirtió en las cuencas del Río de la Plata a tres especies extrañas al medio ambiente local con características de especies invasoras, que están afectando a la fauna local y están dañando las construcciones de tomas y plantas potabilizadora de agua. Los tres tipos son: *Corbicula largillierii*, *Corbicula fluminea* y *Limnoperna fortunei*; esta última ya encontramos en el By Pass.

Estos organismos ingresan en forma larval o adulta con su consiguiente asentamiento y maduración en los sistemas de provisión de agua, provocando:

- Reducción de la sección de las tuberías

- Bloqueo de cañerías

- Reducción de la velocidad del flujo en caños debido a pérdida por fricción

- Acumulación de valvas vacías y contaminación de las vías de agua por mortalidad masiva, debido a inadecuados tratamiento de control

- Oclusión de filtros

- Aumento de la corrosión de superficies debido a los asentamientos y proliferación de otros agentes biológicos indeseables (bacterias, hongos, etc.)

- Importancia económica. La falta de prevención, provoca una costosa limpieza de las tuberías contaminadas. Estas de acuerdo a su diámetro, podrán limpiarse mecánicamente o reemplazarse por tubos nuevos

- Estos asentamientos especialmente de *Limnoperna fortunei* provocan los aumentos de costos operativos al provocar: Reducción de la eficiencia de las bombas y consiguiente aumento de consumo de energía.

Estos artículos fueron conseguidos de CIENCIA HOY, Revista de Divulgación y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy, Volumen 7 – N° 38 – 1997 – Artículo INVASORES EN LA CUENCA DEL PLATA, del Profesor Doctor Gustavo A. Darrigan, de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP – Argentina.

VII- CONSULTAS A OTRAS INSTITUCIONES

Se realizaron consultas especializadas con personal de la Universidad Nacional de Asunción - CEMIT, por intermedio del Dr. Ramón C. Ude, quien gentilmente dando todo el apoyo necesario con personales altamente especializados de diferentes áreas se ha podido llegar a estas conclusiones, dándoles mis más sinceros agradecimientos y por su intermedio a todos los personales del CEMIT.

También al equipo formado por la Bióloga María Gloria Genari Pozzobon, Bióloga María Lúcia Salles Rodrigues del Laboratorio de Hidrobiología del Instituto Ambiental de Paraná (I.A.P) Oficina Regional de Toledo; Biólogo Carlos E. Aggio, profesor de la UNIOESTE, quienes gentilmente también nos dieron apoyo en las diferentes clasificaciones y efectos de los diversos microorganismos encontrados.

Esperando que este modesto trabajo llegue a ser el inicio de un trabajo de investigación de alto nivel como corresponde a la Central Hidroeléctrica más grande del mundo, para poder llegar a una feliz conclusión de poder evitar cualquier problema que pudiese ocurrir en las U.G.E. de la Itaipu Binacional.

También quiero hacer llegar mis más sinceros agradecimientos a todos los Técnicos de Operación y Mantenimiento que facilitaron con sus conocimientos y amabilidad a guiarme por los recovecos de esta mole de ingeniería para facilitar la recolección de muestras y mis sinceros reconocimiento por

tan maravilloso trabajo que realizan estas personas, a quienes amablemente los llamo como los topos humanos que gracias a sus conocimientos y experiencias tengamos la oportunidad de gozar de las comodidades del mundo moderno y que sea este humilde trabajo un franco homenaje a estos esforzados personales.

VIII- BIBLIOGRAFIA

- Degremont, **MANUAL TÉCNICO DEL AGUA**, 4ª Ed. España – 1979 – 1216 pag.
- Palmer, M. **ALGAS**, Centro Regional de Ayuda, México – 1962 – 125 pag.
- Curtis, H. **BIOLOGIA**, Ed. Mecila Panamericana S.A. 4ª Ed. Buenos Aires – Argentina – 1255 pag.
- Needham, James; Needham, Paul, **GUIA PARA EL ESTUDIO DE LOS SERES VIVOS DE LAS AGUAS DULCES**, Ed. Reverté, España – 1984 – 285 pag.
- Murgel Branco, **HIDROBIOLOGIA APLICADA A ENGENHARIA SANITARIA**, Ed. CETESB, Sao Paulo – Brasil – 1978 – 619 pag.
- Porto, r; Murgel b, S; Cleary, R; Coimbra, R.M; Eiger S; de LucaS, J; Nogueira. V; **HIDROLOGIA AMBIENTAL**, Ed. Universidade de Sao Paulo – 1991 – 415 pag.
- De Robertis; Pozio, HIB, **BIOLOGIA CELULAR Y MOLECULAR**, Ed. El Ateneo – Buenos Aires – Argentina – 1997 – 469 pag.
- Streble, Heinz; Krauter, Dieter. **DAS LEBEN IM WASSERTROPFEN**, Ed. Kosmos Naturführer – Stuttgart – Germany – 1988 – 400 pag.
- Kimball, **BIOLOGIA** 4ª Edición, Ed. Addison-Wesley – Iberoamericana – U.S.A. – Delaware – 1986 – 883 pag.
- Orr, Robert T. **BIOLOGIA DOS VERTEBRADOS** 5ª Edição, Ed. Livraria Roça Limitada – Sao Paulo – Brasil – 1986 – 509 pag
- Salomon, E; Martin, E; Villee. **BIOLOGIA DE VILLEE** 3ª Edición, Ed. Interaamericana-Mc Graw-Hill – Mexico – 1996 – 1194 pag.
- Perez, José A; Gutierrez, Manuel E. **INTRODUCCIÓN A LA PROTOZOOLOGIA**, Ed. Trillas – Venezuela – 1985 – 208 pag.
- Ortega, Javier J. **DICCIONARIO DE BIOLÓGIA**, Ed. Concepto S.A. – Mexico – 1986 – 322 pag
- Le Moigne – Delavault – Lender **DICCIONARIO DE BIOLÓGIA**, Ed. Grijalbo-Referencia – Barcelona – España – 1982 – 203 pag.
- Vattuone Lucy F, de. **DICCIONARIO TERMINOLÓGICO DE BIOLOGÍA**, Ed. El Ateneo – Buenos Aires – Argentina – 1985 – 206 pag.
- Batalha, Ben-Hur Lutembarck, **GLOSARIO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**, Ed. Empresas Nucleares Brasileiras S.A. , NUCLEBRAS – 1987 – 120 pag.
- Rocha, Aristides A, **CONSIDERAÇÕES SOBRE DOENÇAS EM REPRESAS-LEVANTAMIENTO SANITARIO**, Ministerio das Minas e Energias do Brasil – ITAIPU Binacional – Sao Paulo – 1987.
- Darrigan, Gustavo A, **INTRODUCCIÓN DE MOLUSCOS BIVALVOS INVASORES EN EL RIO DE LA PLATA**, Revista de Divulgación y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy – Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP) Volumen 7 – Nº 38 - La Plata – Argentina – 1997.
-