

# CONTROL MICROBIOLÓGICO DE UN DESTILADOR SOLAR

Judith Franco \*  
INENCO #  
Calle Buenos Aires 177  
Tel/Fax: 087 - 255489  
4400 - Salta

Oswaldo Demetrio Blesa y María Teresa Lagarde  
Facultad de Ingeniería  
Calle Buenos Aires 177  
Tel: 087 - 255350  
4400 - Salta

**Resumen:** Se describen los ensayos realizados para determinar la calidad bacteriológica del agua destilada por un destilador solar del tipo invernadero con cúpula de vidrio inclinado a dos aguas y batea de fibra de vidrio.

Se utilizó agua proveniente del Río Vaqueros, que corre a través de una zona urbanizada, la alimentación se realiza por etapas cada 3 o 4 días. La carga microbiana del agua de río es de entre 15000 a 20000 gérmenes mesófilos aerobios y entre 3500 a 5000 coliformes por cada 100 ml de muestra.

Siguiendo la evolución de la carga microbiana a través de los dos parámetros mencionados (recuento aerobio mesófilo a 37 °C y recuento de coliformes totales), se cuantificó la incidencia de la radiación solar (UV) sobre gérmenes totales, el crecimiento microbiano nocturno, la carga microbiana del agua de alimentación y del agua destilada. Se obtuvieron muestras con recuento nulo de gérmenes (mesófilos totales y coliformes totales), comprobando que la recontaminación es controlable siempre que se tomen algunas precauciones operativas.

Para el recuento microbiano se utilizó la técnica de filtración por membranas de acetato de celulosa de porosidad adecuada (0,45 µ) para la retención de los microorganismos. Las membranas luego se depositan sobre el medio de cultivo indicado en cajas de Petri y se incuban a temperatura constante. Se usaron como medios de cultivo TGE para recuento de mesófilos totales y Endo para coliformes.

## INTRODUCCION

La cantidad de agua que existe en el mundo no varía; sino que permanece aproximadamente constante. El 97,3 % se encuentra en el mar y el 2,7 % restante constituye el reservorio de agua dulce, que en su mayor parte forma el hielo de los casquetes polares. Solo se encuentran disponibles las aguas superficiales de los ríos y lagos, las aguas subterráneas y el vapor de agua de la atmósfera (1). La que se encuentra a nuestro alcance puede presentar dos tipos de contaminación, química o biológica, lo que la excluiría automáticamente como recurso aprovechable para cubrir los requerimientos humanos, que en la población rural son de aproximadamente 15 toneladas anuales por persona (50 litros diarios) y en la población urbana es de 500 toneladas anuales por persona. En países altamente desarrollados esta demanda puede aumentar puntualmente hasta 1500 toneladas anuales por persona, con el agregado de que el consumo es siempre creciente (2).

---

\* Becaria CONICET

# Instituto U.N.Sa. - CONICET

La contaminación química puede ser natural, como la arsenical, provocada por la solubilización excesiva de este elemento a partir del terreno en contacto con el recurso hídrico, o artificial, ocasionada por pesticidas y herbicidas de uso agrícola lavados por las lluvias y concentrados en cursos de agua.

La contaminación biológica puede clasificarse en función de tamaños decrecientes de los organismos vivos en: parasitaria, bacteriológica, o virológica.

Las características bacteriológicas (microbiológicas) del agua potable pueden determinarse de acuerdo con lo expresado en el Código Alimentario Nacional (3);

*“No contendrá gérmenes patógenos y/o toxicogénicos, esta exigencia se dará por no cumplida si:*

*a) Recuento aerobio mesófilo a 37 °C es mayor de 100 unidades formadoras de colonias/ml.*

*b) Coliformes totales: más de 3 en 100 ml.*

*c) Escherichia Coli: presencia en 100 ml.*

*d) Pseudomonas aeruginosas: presencia en 50 ml”*

En comunidades rurales pequeñas donde se presentan simultáneamente contaminación química y bacteriológica, la destilación del agua es una alternativa de purificación que corrige estas dos anomalías.

Si bien se acepta con facilidad que el agua destilada es agua desprovista casi totalmente de iones y compuestos solubles, no se concede inmediatamente que se encuentre libre de contaminación microbiana. Esto, posiblemente, está determinado por el manejo voluntario del agregado para la disolución de compuestos químicos en agua y la escasa probabilidad de evitar la recontaminación con gérmenes si no se practican rigurosas normas de asepsia.

En el presente trabajo se describen los ensayos realizados para determinar la calidad bacteriológica del agua destilada por un equipo cuya fuente de energía es la radiación solar.

## **MATERIALES Y METODOS**

En el INENCO - U.N.Sa. se diseñó y construyó un equipo de destilación de agua utilizando como fuente térmica la radiación solar, presentado en la Reunión de Trabajo de ASADES 93 (4). Un equipo de este tipo se encuentra instalado en el Departamento de Anta, Provincia de Salta. El destilador es del tipo invernadero con cúpula de vidrio inclinado a dos aguas y batea de fibra de vidrio.

Para estas experiencias, que se realizaron en el Campus de la UNSa, se alimentó con agua proveniente del Río Vaqueros, este río corre por una zona urbanizada cercana a la Universidad Nacional de Salta, cuya sede se levanta en Campo Castañares.

La contaminación bacteriana de las muestras de agua (o la ausencia de gérmenes) se determinaron a través de dos parámetros:

- a) el recuento aerobio mesófilo a 37 °C
- b) el recuento de coliformes totales

que corresponden a pruebas indicadas por el Código Alimentario Nacional (3) para caracterizar microbiológicamente al agua como potable o no.

Se utilizó el método de filtración por membranas de acetato de celulosa con diámetro de poro de 0,45  $\mu$  de un volumen medido de la muestra. Este tamaño de poro impide el pasaje de los microorganismos de mayor volumen (bacterias). Las membranas se retiran del equipo de filtración por succión y se colocan sobre la superficie del medio de cultivo indicado en cada prueba contenido en placas de Petri. Para recuento aerobio mesófilo se usa T.G.E. y para coliformes totales Endo como medios de cultivos líquidos soportados sobre un medio poroso (pad). En ambas pruebas se incubaba a 37 °C en estufa de cultivo durante 24-48 horas y se cuenta el número total de colonias (2) y (5).

Las experiencias se realizaron durante los meses de julio y agosto, a campo abierto, en días de buena solaridad (cielo despejado a parcialmente nublado), con oscilaciones diarias en la temperatura ambiente entre alrededor de 0 °C de mínima y 20 a 25 °C de máxima.

## PRUEBA Y EVALUACION DE RESULTADOS

El desarrollo de una experiencia tipo consiste en la carga de la batea del destilador con agua del Río Vaqueros que contiene una carga microbiana determinada. Sobre el destilado se comprueba si existe o no contaminación bacteriana.

El lecho de agua contenido en la batea tiene un espesor inicial de 3,5 centímetros, sobre el que incide la radiación solar. Teniendo en cuenta que la radiación U.V. tiene una comprobada acción germicida, se determinó la carga microbiana remanente después de 8 horas de operación y se controló el crecimiento de esta población por incubación nocturna (ausencia de radiación y temperatura favorable para el crecimiento bacteriano).

Las primeras experiencias permitieron comprobar que el agua destilada presentaba contaminación, pero luego de perfeccionar la forma de recolección, evitando la recontaminación, se comprobó la asepsia total.

La tabla siguiente muestra un resumen de los análisis realizados.

Determinación	Recuento aerobio mesófilo a 37C (colonias/100 ml)	Recuento de coliformes totales (colonias/100 ml)
Muestra		
Agua del Río Vaqueros (muestra inicial)	18000	4500
Agua destilada recogida durante 6 horas	0 (cero)	0 (cero)
Agua de la batea después de 8 horas de radiación	3900	200
Agua de la batea después de 24 horas de iniciada la experiencia	6500	60

La acción letal de la radiación modifica la composición de la flora bacteriana. Se enriquece la proporción de las especies más resistentes, empobreciéndose la de las más lábiles.

## CONCLUSIONES

La purificación bacteriológica de agua usando el destilador solar se comprobó que es eficaz, siendo el líquido condensado y colectado estéril. No obstante ello, cabe señalar, que si no se ponen en práctica las precauciones necesarias se puede producir una recontaminación proveniente del ambiente. El agente mas probable de esta recontaminación es el polvo ambiental, si este se deposita sobre el producto de la destilación. Por ello es importante que el equipo funcione, desde su alimentación con el agua del río hasta la recolección del agua destilada en los recipientes adecuados, en condiciones herméticas (sin contacto con el ambiente).

Lógicamente, los vidrios donde se condensa el vapor, los canales colectores y recipientes deben estar libres de gérmenes. Esto se consigue lavando prolijamente y enjuagando todas las partes mencionadas con agua con algún bactericida (lavandina) antes de ponerlo en funcionamiento. Mientras el equipo funcione en forma continua, alimentación y recolección equilibradas, no es necesario repetir el lavado interior. Si el proceso es discontinuo, es conveniente evacuar la batea y rellenarla, porque las

experiencias detectaron crecimiento nocturno del número de bacterias, posiblemente a favor de la ausencia de luz y de temperaturas favorables en la cámara interna.

## BIBLIOGRAFIA

1 - Masterton y Slowinski, Química General Superior, Ed. Interamericana. Tercera Edición. 1974

2- Guinea, Sancho y Parés, Análisis Microbiológico de aguas. Aspectos aplicados. Ediciones Omega, S.A.. Barcelona, 1979.

3 - Código Alimentario Nacional. Art. 982 (Res. 1547,17/8/85).

4 - Franco Judith y otros, Diseño e Instalación de un Equipo de Destiladores en el Departamento de Anta, Provincia de Salta. Preentados en 16ª Reunion de Trabajo de ASADES.

5 - Roberty Papp. Report on Solar Water Disinfection Investigations. Brace Research Institute. Québec, Canadá. 1994

(1) Fac. de Agronomía, CIUNSA, S.C., 14, 2123, Lavalle, Argentina.  
(2) E.C.B., INTA San Pedro, C.C., 43, 2720, San Pedro.  
(3) Grupo de Energía Solar, IICR (CONICET-INTA), P.V. 27 de Febrero, 210 Ris, 2000 Rosario.