

ANÁLISIS DE RIESGO SANITARIO EN AGUAS GRISES EN LA PROVINCIA DE TRUJILLO, URBANIZACIÓN COVICORTI

HEALTH RISK ANALYSIS OF GREY WATER IN THE PROVINCE OF TRUJILLO, COVICORTI

Ana Carranza G., Dina Gonzales Z.,
Carlos Mendocilla M., Alexandra Rojas I.,
Laura Sánchez Ch., Andrés Vejarano P.

Escuela profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad César Vallejo.

Recibido: 23 mayo 2015 - Aceptado: 25 junio 2015

RESUMEN

Las aguas grises pueden definirse como los efluentes domiciliarios provenientes de cocina, duchas y lavaderos cuando se disponen de manera separada a las aguas que contienen materia fecal denominadas aguas negras. Las aguas grises presentan riesgos de transmisión de enfermedades debido a que pueden transportar un número limitado pero importante de microorganismos patógenos. El objetivo de este estudio fue evaluar el riesgo sanitario, a través de un análisis microbiológico de aguas grises en la provincia de Trujillo, urbanización Covicorti. Las bacterias que se detectaron en las muestras analizadas fueron *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* que son las bacterias de mayor riesgo para la salud de las personas. Los resultados de este análisis varían ya que los puntos de muestreo fueron en distintas zonas del lugar de estudio; el primer punto (M1) fue uno en los que se encontró la mayor cantidad de colonias (ufc) tanto de *Escherichia coli* como de *Staphylococcus aureus* porque este punto es donde las aguas grises ingresan a la planta de tratamiento. El segundo (M2) se encontró en menor cantidad las bacterias antes mencionadas porque las muestras se tomaron en la laguna aireada donde estas ya están recibiendo un pre tratamiento. La tercera (M3) se toma la muestra en la laguna facultativa en donde la presencia de las bacterias *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* fue muy baja ya que en esta laguna las aguas ya han pasado por un proceso en el cual se logra disminuir la carga microbiana.

Palabras clave: Aguas grises, riesgo sanitario.

ABSTRACT

The wastewater generated from domestic activities such as laundry, dishwashing, and bathing, when is disposed separately from the toilet discharges, is defined as greywater. Nevertheless its differences with sewage or wastewater, the presence of pathogenic microorganisms, and consequently the risks of disease transmission, was demonstrated in graywaters. The objective of this study is to evaluate the health risk, through a microbiologic analysis of greywater in the province of Trujillo - estate Covicorti. The bacteria that were detected in the samples analysed were *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, which are bacteria with increased risk for people's health. The results of this analysis vary since sampling points were in different areas of the place of study; the first point (M1) was one in which the largest number of colonies (CFU) met both *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* because this point is where the gray water entering the treatment plant; the second (M2) was found in fewer bacteria mentioned above because the samples were taken in the aerated lagoon where they already are receiving a pre treatment; the third (M3) is take the sample in the facultative lagoon where the presence of the bacteria *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* was very low as in this lagoon waters have gone through a process which is achieved to reduce the microbial load.

Key words: Gray water, health risk.

I. INTRODUCCIÓN

Se define al agua gris como el líquido residual domiciliario proveniente de duchas, máquinas de lavar, piletas, etc. (Gross et al, 2007).

La calidad del agua gris depende de las actividades de la población que la origina y de su procedencia. Este líquido residual contiene jabón, detergentes, shampoo, aceites, grasas y diversas sustancias químicas.

La contaminación más significativa proviene de los detergentes. En este tipo de agua también puede encontrarse bacterias, parásitos y virus aportados por el agua de ducha, lavaderos y fregaderos. Si bien el agua gris contiene menor contaminación fecal que los líquidos del alcantarillado, ambos fluidos residuales representan un riesgo para la salud humana tanto por la presencia de compuestos químicos como de microorganismos patógenos (Lucke, 2003). Los indicadores de bacterias o coliformes fecales en aguas grises exhiben gran variabilidad, las concentraciones detectadas van desde 0 a 107 unidades formadoras de colonias (ufc) en 100 ml (Ottoson y Stentrom, 2003, Friedler et al, 2006). Bacterias enteropatógenas, como *Escherichia coli* y distintas especies de *Shigella*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* y *Campylobacter sp.*, entre otras, pueden estar presentes en las aguas grises aportadas por las piletas de las cocinas o por contaminación fecal cruzada al lavar telas contaminadas como pañales (Rose et al. 1991).

En Inglaterra Birk et al. (2007) observaron la presencia de *Salmonella veltereden* y *Giardia sp.* en aguas grises provenientes de duchas y lavados. Hacen falta estudios que determinen las cargas microbianas y que caractericen los patógenos de aguas grises en la provincia de Trujillo, urbanización Covicorti. La eliminación y disposición final de las aguas originadas por las actividades domésticas constituye un importante problema sanitario en la provincia de Trujillo. En particular el análisis cuantitativo de riesgo microbiológico (ACRM) puede utilizarse para avalar la toma de decisiones referidas al saneamiento ambiental, con lo que se podrían evitar costosos estudios epidemiológicos (Craig et al. 2003, Ottosson 2003). *E. coli* presenta un amplio conjunto de serotipos entre los cuales solo algunos son responsables de causar

enteritis en humanos. Estos serotipos han sido clasificados en seis categorías o grupos: enterohemorrágica, enteropatógena, enterotoxigénica, enteroinvasiva, enteroagregativa y de adherencia difusa (DAEC). La infección por *Salmonella spp.* Constituye una de las enfermedades zoonóticas más importantes para la salud pública. Anselmo et al. (1999).

El riesgo que presentan las aguas grises no tratadas no ha sido convenientemente estimado actualmente en el país. Complejas cuestiones socioeconómicas y políticas hacen que la construcción y operación de redes de alcantarillado y de plantas para tratamiento de efluentes urbanos no puedan llevarse a cabo en un futuro cercano en áreas cuya población crece rápidamente. Mientras una solución definitiva a estos problemas pueda aplicarse existen alternativas destinadas a minimizar los riesgos para las poblaciones expuestas. La evaluación de riesgo implica la caracterización cualitativa o cuantitativa de los posibles efectos adversos para la salud asociados con la exposición de las personas a un peligro químico o biológico. En particular, el análisis cuantitativo de riesgo microbiológico (ACRM) puede utilizarse para avalar la toma de decisiones referidas al saneamiento ambiental, con lo que se podrían evitar costosos estudios epidemiológicos (Craig et al. 2003, Otto 2003). *E. coli* presenta un amplio conjunto de serotipos entre los cuales sólo algunos son responsables de causar enteritis en humanos. Estos serotipos han sido clasificados en seis categorías o grupos: entero hemorrágica, entero patógena, enterotoxigénica, entero invasiva, entero agregativa y de adherencia difusa (DAEC).

Los objetivos de este estudio son evaluar el riesgo sanitario, a través de un análisis microbiológico de aguas grises en la provincia de Trujillo, urbanización Covicorti, Aplicar una técnica microbiológica para determinar la presencia de los patógenos *E. coli* y *Staphylococcus aureus* existentes en las aguas grises que afecten la salud y determinar si en cada laguna de la planta de tratamiento contiene la misma cantidad de *E. coli* y *Staphylococcus aureus*.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

Se trabajó con muestras de las lagunas de tratamiento de aguas residuales de la urbanización Covicorti de la ciudad de Trujillo. El periodo de experimentación fue entre los meses de octubre y noviembre del 2015.

Se trabajó con tres muestras de un litro por cada punto de la zona de las lagunas por un tiempo de intervalo de 5 - 10 minutos siendo el primer punto de muestreo la llegada de las aguas a la laguna y el segundo punto fue a 20 metros alrededor de laguna aireada y la tercer punto en la laguna facultativa. La toma de muestra se realizó en recipientes estériles de un litro. Una vez tomadas las muestras se conservaron refrigeradas a 4 °C y se analizaron el mismo día de la toma de muestra. De las tres muestras se tomó un ml

de agua residual tomada de cada punto de las lagunas siendo utilizada para la determinar la presencia de *E. Coli*. Se utilizó el método de sembrado en placa. Se realizó disoluciones de 10^{-5} 10^{-6} a 10^{-7} en 9 ml de agua destilada. Una vez realizado este proceso se dejaron encubar por 48 h a 35 °C en agar MCK. Para determinar la presencia de *Staphylococcus aureus*, se prepararon disoluciones de 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} en 9 ml de agua destilada. Para este tipo de análisis se realizó el sembrado en placa, en Agar Mannitol salado por 48 h a 35°C. Después del proceso de incubación, se procedió a realizar el conteo de unidades formadoras de colonias (ufc) del crecimiento de *E. coli* y *S. aureus*.

III. RESULTADOS

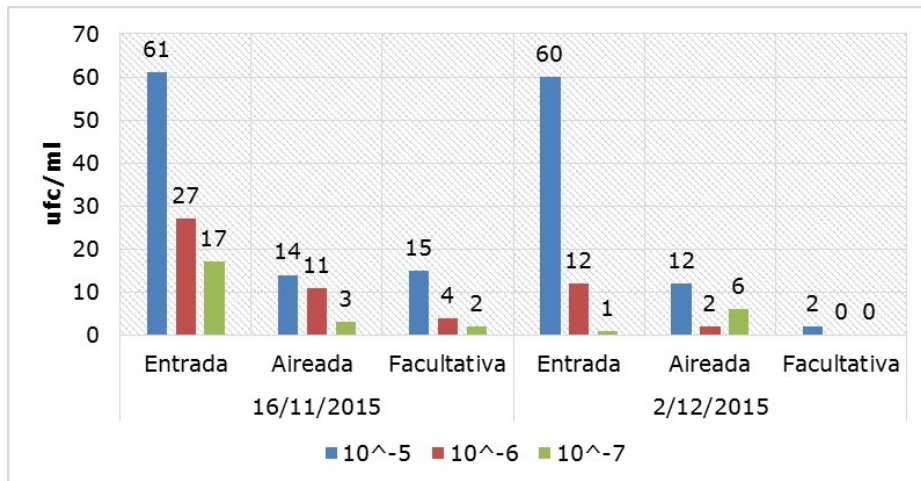


Figura 1. Recuento en placa de *E. coli*

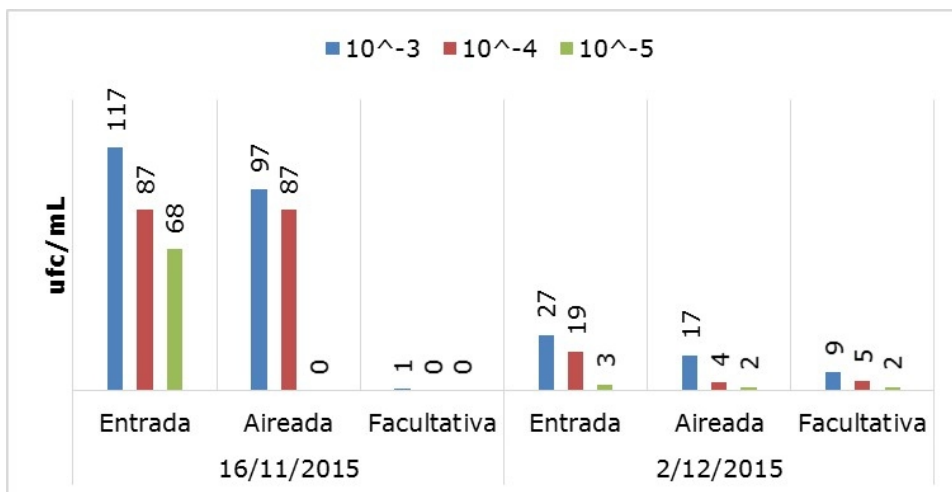


Figura 2. Recuento en placa de *S. aureus*

IV. DISCUSIÓN

Las aguas grises son las que provienen del uso doméstico y demás actividades que desarrolla el ser humano, el cual produce un riesgo sanitario; al usar estas aguas para la agricultura presentaría un alto índice de peligro para la ciudadanía; porque serían ellos los principales afectados al ingerir los productos que son regados con estas aguas que no son tratadas de una manera eficiente y adecuada. Las bacterias que se identificaron en estas aguas fueron *E. coli* y *Staphylococcus aureus*. Las cuales causan enfermedades para la salud de las persona y pueden llegar a ser mortales sino se trata de la manera adecuada. En las figuras se muestra los resultados del recuento de placas donde se observó que la cantidad de *Staphylococcus aureus* y *E.coli* es diferente, debido a que el análisis se realizó en diferentes fechas, así como en la planta de tratamiento de aguas residuales de Covicorti lugar donde se analizaron las aguas (está dividida en tres lagunas). En la 1ra se encuentran las aguas que recién llegan, la 2° laguna es la aireada donde encontró aguas que reciben un debido tratamiento, las aguas a tratar se introducen en un reactor donde se mantiene un cultivo bacteriano aerobio en suspensión, en el reactor se produce la transformación de los nutrientes en tejido celular y diversos gases. La demanda de oxígeno se atiende mediante difusores o aireadores mecánicos por lo que en esta laguna se encontró *Staphylococcus aureus* y *E.coli* en menor cantidad, y la 3° laguna facultativa son aguas ya tratadas con descarga microbiana controlada y listas para el uso agrícola, en esta laguna los resultados de *Staphylococcus aureus* y *E.coli* son mínimas.

Según los análisis realizados de *E.coli* de cada laguna, el 16 de noviembre del 2015 se encontraron en las placas de diluciones 10^{-5} más colonias de *E.coli*. en la 1° laguna se obtuvo 61 ufc/ml, en la 2° laguna 14 ufc/ml y en la 3° se obtuvo 15 ufc/ml; en cuanto a la dilución de 10^{-6} la cantidad de *E.coli* disminuye ya que la dilución es menor, se encontró en la 1° laguna 27 ufc/ml, en la 2° laguna 11 ufc/ml y en la 3° laguna solo se encontró 4 ufc/ml; y por último en la dilución de 10^{-7} si se obtuvo una cantidad similar a la segunda dilución, en la 1° laguna 17 ufc/ml, 2° laguna 3 ufc/ml y en la 3° laguna 2 ufc/ml; al comparar estos resultados con los obtenidos el 2 de diciembre del 2015 se puede observar que la cantidad de ufc/ml de *E.coli* encontradas en este análisis

no varía mucho en cuanto al primer análisis, sin embargo hay una pequeña variación en la 3° laguna donde se puede ver que en que en las diluciones de 10^{-6} y 10^{-7} no hay ninguna ufc/ml de *E.coli*, por lo que las diluciones realizadas son muy bajas. En cuanto al análisis para ver la cantidad de *Staphylococcus aureus*, se realizaron las mismas fechas y las muestras fueron las mismas pero en este caso las diluciones que se hicieron fueron menores que para *E.coli*.

En la dilución de 10^{-3} se encontró más colonias de *Staphylococcus aureus*; en la 1° laguna se obtuvo 117 ufc/ml, en la, 2° laguna 87 ufc/ml y en la 3° laguna se obtuvo 68 ufc/ml; en cuanto a la dilución de 10^{-4} la cantidad de *Staphylococcus aureus* disminuyó, se encontró en la 1° laguna 97 ufc/ml, en la 2° 87 ufc/ml y en la 3° laguna 0 ufc/ml; por último, en la dilución de 10^{-5} si se obtuvo menor cantidad de colonias, en la 1° laguna 1 ufc/ml, 2° laguna 0 ufc/ml y en la 3° laguna 0 ufc/ml; al comparar estos resultados con los resultados obtenidos el 2 de diciembre del 2015 se puede observar que la cantidad de ufc/ml de *Staphylococcus aureus* encontradas en este análisis varía mucho al primer análisis. De acuerdo con estos resultados, se puede afirmar que sí existe un riesgo sanitario, porque no cumplen con los límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos establecidos por la Ley N° 28817, lo cual estas bacterias podrían causar o producir infecciones de vías urinarias, sepsis, meningitis y enfermedades diarreicas (cólera) a causa de *E. coli*. No obstante, existen cientos de tipos o cepas de bacterias *E. coli*. Las distintas cepas de *E. coli* tienen diferentes características distintivas. Una cepa de *E. coli* en particular, conocida como *E. coli* O157:H7, causa una grave infección intestinal en los humanos. Es la cepa más común que causa enfermedades en las personas. Se puede diferenciar de otras *E. coli* por la producción de una potente toxina que daña el revestimiento de la pared intestinal y causa diarrea con sangre. También se conoce como infección enterohemorrágica por *E. coli*; a causa del *Staphylococcus aureus* las enfermedades son: Lesiones de la endocarditis, Síndrome de la piel escaldada, Púrpura Fulminante en extremidades a las personas que usan estas aguas para el consumo agrícola, así como también a las personas que consumen los frutos o verduras de estos sembríos.

V. CONCLUSIONES

1. Según los estándares de calidad ambiental y los límites máximos permisibles (ley Nº 28817) de parámetros microbiológicos y parasitológicos se determinó que existe riesgo sanitario en las aguas grises estudiadas, pues la calidad biológica de estas aguas superan el LMP, poniendo en riesgo la salud de quien las manipule.
2. Aplicando el método de recuento en placa Petri se logró determinar la presencia las *E. coli* y *Staphylococcus aureus* que son

bacterias causantes de de enfermedades en las personas.

3. Se determinó que en cada laguna de la planta de tratamiento de aguas residuales de Covicorti no contiene la misma cantidad de *E. coli* y *Staphylococcus aureus* debido a que estas son sometidas a diferentes tratamientos en las cuales se busca reducir la cantidad de solidos que contiene.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguas grises. (01 de octubre de 2015). Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Aguas_grises.

Conteo bacteriano. (01 de octubre de 2015). Obtenido en: https://es.wikipedia.org/wiki/Conteo_bacteriano

Ley 28817 [en línea]. Lima: ministerio del ambiente, 2011.- [fecha de consulta: 10 diciembre 2015]. Disponible en: <http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgm/legislacion/28817.pdf>

ESPAÑA, A. (2011 de noviembre de 23). Reciclaje de aguas grises en edificación. Obtenido de <http://www.asepma.com/proyectos/xxvii-jornada-tecnica-aqua-espana-reciclaje-de-aguas-grises-en-edificacion>.

El agua un recurso renovable pero limitado [en línea]. Buenos Aires: Ambiente ecologico, 1996.- [fecha de consulta: 09 Diciembre 2015]. Disponible en: <http://www.ambiente-ecologico.com/revist25/agua25.htm> ISSN: 1668-3358

Las agua grises juegan un papel importante en la conservación del agua.[en línea]. California: RWL Water, 2012.- [fecha de

consulta: 09 Diciembre 2015]. Disponible en: <https://www.rwlwater.com/las-aguas-grises-juegan-un-papel-importante-en-la-conservacion-del-agua/?lang=es>

Bacterias Resistentes a Antibioticos en Aguas Grises como Agentes de Riesgo Sanitario [en línea].Buenos Aires: Ambiente y agua, 2011.- [fecha de consulta: 05 Octubre 2015]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.638>

Aguas servidas en el Perú, problemática y uso en la agricultura. [En línea]. Lima: Ministerio de la agricultura, 2009.- [fecha de consulta: 10 Diciembre2015]. Disponible en: http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/356/mod_page/content/128/Peru%20INFORME%20DE%20PAIS.pdf

Reusó de Aguas Residuales Domesticas para Riego Agrícola. Valoración Critica [en línea].La Abana: REVISTA CENIC Ciencias Biologicas, 2009.- [fecha de consulta: 05 octubre 2015]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lth&AN=44148943&lang=es&site=ehost-live>