

LA CALIDAD DEL AGUA, *E. COLI* Y SU SALUD

Channah Rock and Berenise Rivera

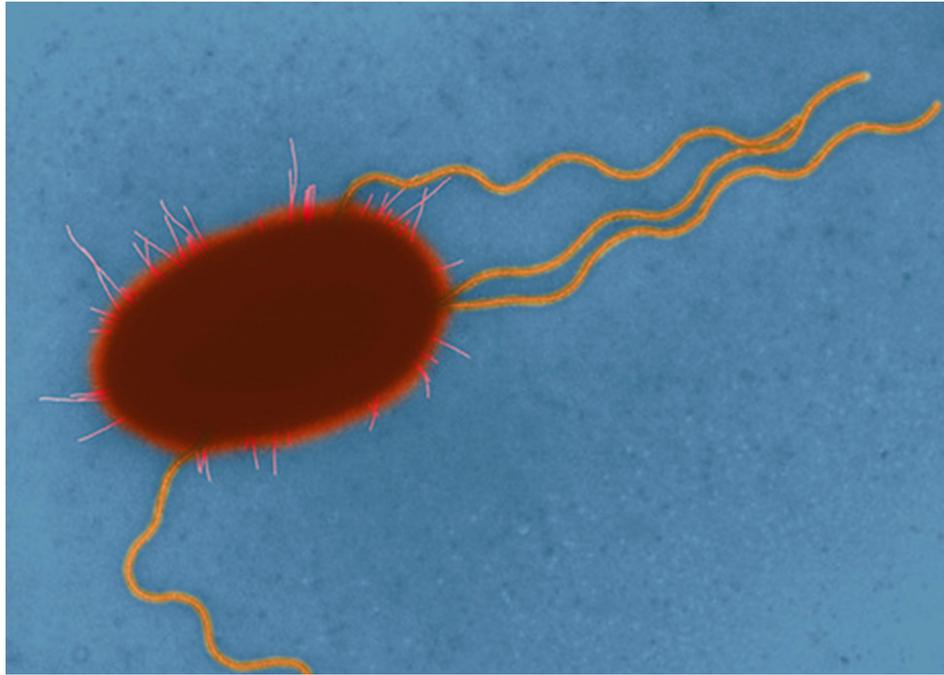


Figura 1. *E. coli* – Gram-negativos, anaerobios facultativos, procariotas vara; con múltiples flagelos y fimbrias. *E. coli* puede causar infecciones del tracto urinario, diarrea de viajero y las infecciones nosocomiales. (Dennis Kunkel Microscopy, Inc./Visuals Unlimited, Inc.)

¿Qué es La Calidad del Agua?

La calidad del agua se refiere a las características químicas, físicas o biológicas del agua. La calidad del agua es una medida de la condición del agua en relación con su impacto en una o más especies acuáticas como peces y ranas o en usos humanos, ya sea para consumo o recreativo. Los estándares más comunes que se utilizan para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, la seguridad del contacto humano y el agua potable. Los programas de protección de la calidad del agua en Arizona se basan en la ley federal y estatal, y son administrados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de E. U. o el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona (ADEQ) para mantener los ecosistemas y la seguridad del público.

¿Qué es *E. coli*?

Escherichia coli (*E. coli*) son bacterias gram-negativo y son un tipo de bacterias coliformes fecales que se encuentran comúnmente en los intestinos de los animales

y los seres humanos (Figura 1). *E. coli* son tan pequeños que no se pueden ver sin un microscopio, sin embargo, su crecimiento puede verse como colonias en medios de agar (como gelatina) en condiciones especiales (Ingerson y Reid, 2011). La mayoría de las bacterias *E. coli* no causan enfermedad, pero si una persona se enferma de *E. coli*, el sitio primario de infección es el tracto gastrointestinal y los síntomas pueden incluir náusea, vómito, diarrea y fiebre. Esta bacteria vive y crece de forma natural en el tracto gastrointestinal de los seres humanos y los animales, pero si entra en el lugar equivocado en el cuerpo, por ejemplo, los riñones o la sangre, puede causar enfermedad. Según Ingerson y Reid (2011), la infección puede diseminarse en el cuerpo (a la sangre, el hígado y el sistema nervioso). Estos microorganismos se eliminan en el material fecal, o las heces, y la ruta de transmisión es “fecal-oral”. Los alimentos y agua contaminada son las formas más comunes de ser expuestos a *E. coli*. Hay tipos específicos (también llamadas “cepas”) de *E. coli* que pueden causar

Tabla 1. Cepas dañinas de *E. coli*

Cepas de <i>E. coli</i>	Modo de Transmisión	Enfermedad
Enterotoxigénico (ETEC)	Alimentos o ingestión de agua	ETEC provoca diarrea sin fiebre. Es común en los bebés y es a menudo la causa de diarrea de los viajeros.
Enteropatógeno (EPEC)	La ingestión de alimentos o agua, el contacto humano directo e indirecto	EPEC causa diarrea acuosa, a veces con sangre. Es una causa común de diarrea infantil en los países subdesarrollados.
Enterohemorrágico (EHEC)	Alimentos / ingestión, el contacto humano directo o indirecto	Cepas de EHEC causan diarrea con sangre y, a veces pueden dañar los riñones y el progreso al síndrome urémico hemolítico potencialmente fatal (SUH). EHEC ha causado muchas epidemias de origen alimentario en todo el mundo; O157: H7 es la cepa más conocida.
Enteroinvasivo (EIEC)	La ingestión de alimentos o agua	EIEC causa disentería, como la diarrea. La fiebre es un síntoma común.

enfermedades y también hay tipos que no causan ninguna enfermedad. Algunos de los tipos dañinos de *E. coli* se clasifican en los siguientes grupos: Enterotoxigénico (ETEC), Enteropatógenos (EPEC), Enterohemorrágico (EHEC) y Enteroinvasivo (EIEC). ETEC, EPEC y EIEC son transmitidos generalmente a través de alimentos y agua contaminada (Gerba et al, 2009 y Vieira et al, 2007). La Tabla 1 resume los tipos dañinos de *E. coli*, el modo de transmisión y evolución de la enfermedad. Un tipo mejor conocido de *E. coli* es O157: H7 que se encuentra bajo el grupo EHEC y es comúnmente la causa de alimentos contaminados tales como espinacas y carne, pero también se ha implicado en epidemias donde el agua era la fuente de la contaminación..

***E. coli* en el Agua**

La presencia de *E. coli* en el agua es una fuerte indicación de una reciente contaminación de aguas residuales o contaminación de residuos de animales. Es importante tener en cuenta que *E. coli* y los residuos de animales/humanos pueden entrar en nuestra agua de muchas maneras diferentes. Por ejemplo, durante la lluvia y derretimiento de la nieve, *E. coli* se puede lavar en los ríos, arroyos, lagos o aguas subterráneas (Griffith et al 2003, Roslev y Bukh, 2011) de la superficie de la tierra. Otras formas son la fauna silvestre, fosas sépticas defectuosas, actividades recreativas y prácticas locales de uso del suelo (por ejemplo, estiércol utilizado como fertilizante y ganado). Las fuentes de contaminación fecales de humanos y animales representan un grave riesgo para la salud debido a la alta probabilidad de la existencia de agentes patógenos en los residuos fecales. Un patógeno es un microorganismo que puede causar enfermedades y causar enfermedades en las personas. El ganado vacuno, cerdos y gallinas también acarrean patógenos que pueden causar enfermedades y pueden transmitirse de animales a humanos. Por lo tanto, la introducción de heces de animales o humanos en el agua es de mucha preocupación.

Numerosos estudios se han realizado en todo el mundo para evaluar la relación entre la calidad del agua utilizada para actividades recreacionales; y los efectos adversos en la salud de las personas que tienen contacto con el agua a través de actividades recreativas (natación, pesca, etc.). Aunque no

todas las bacterias *E. coli* son patogénicas, los estudios llevados a cabo han demostrado que las concentraciones de *E. coli* son el mejor indicador de enfermedades gastrointestinales (diarrea) asociadas a la natación. Además de las enfermedades gastrointestinales (GI), infecciones de los ojos, irritaciones de la piel, oído, nariz, infecciones de garganta, y enfermedades de las vías respiratorias, son comunes en las personas que han estado en contacto con agua contaminada con heces fecales. Algunos estudios han señalado que las tasas de algunos efectos adversos a la salud, tales como los mencionados anteriormente, son más altos en los nadadores, en comparación con los no nadadores (Soller et al., 2010).

La presencia de *E. coli* puede ser indicativo de la contaminación con otras bacterias, virus o protozoos que pueden causar enfermedades. *Salmonella* es una bacteria comúnmente implicada en alimentos y agua contaminados. *Salmonella* puede causar enfermedades como la fiebre tifoidea por el consumo de agua contaminada y Salmonelosis por comer carne de res y pollo contaminado. Una persona que consume alimentos o agua contaminada puede experimentar náuseas, vómitos, cólicos abdominales, diarrea y fiebre. Otro patógeno común transmitido por el agua (pasa toda o la mayor parte de su vida en el agua), *Cryptosporidium*, un parásito protozoario que afecta el tracto gastrointestinal de humanos y animales, y se elimina en las heces en forma de ooquistes. Estos ooquistes consisten de una cáscara exterior dura que lo protege de la degradación en el medio ambiente. *Cryptosporidium* es muy resistente al cloro comúnmente utilizado para el tratamiento de agua potable, y se ha implicado en varias epidemias de enfermedades transmitidas por el agua en el pasado. Uno de estas epidemias tuvo lugar en Milwaukee en Abril de 1993, que infectó a más de 400,000 personas y mató a más de 100 (Gerba, 2009). Las fuertes lluvias inundaron llanos agrícolas en Wisconsin y produjeron escurrimiento al río que proporciona agua potable a la ciudad de Milwaukee. La planta de tratamiento de agua potable no fue capaz de tratar adecuadamente para controlar los altos niveles de *Cryptosporidium* en el agua debido a su resistente capa exterior. La epidemia de Milwaukee es un ejemplo de los peligros que pueden representar los protozoarios en el agua potable. Hasta la fecha, la epidemia de Milwaukee es la

epidemia más grande que ha sido documentada en los Estados Unidos. Como lo demostró el número de personas infectadas en la epidemia de Milwaukee, las consecuencias del consumo de agua contaminada con material fecal pueden ser graves en personas con sistemas inmunológicos debilitados (por ejemplo, niños y ancianos) y algunas veces fatal en personas con sistemas inmunológicos gravemente comprometidos.

Ya que el agua contaminada posa una gran amenaza para la salud humana, los administradores del agua y las agencias reguladoras han diseñado pruebas para informar al público si nuestra agua es segura. Comúnmente utilizamos *E. coli* para indicar que la contaminación fecal se encuentra presente en el agua. A pesar de que no queremos encontrar *E. coli* en el agua, estas bacterias pueden ser fácilmente probados y cuantificados por métodos simples. La detección de estas bacterias en el agua significa que contaminación fecal ha ocurrido y sugiere que los patógenos entéricos, como los mencionados anteriormente, pueden estar presentes. Esto también significa que los humanos y los animales no deben entrar en contacto con el agua contaminada hasta que la presencia de *E. coli* ya no sea detectada, y el agua se considera segura.

¿Cómo nos aseguramos de que nuestra agua es segura?

Numerosas agencias gubernamentales y estatales, así como grupos locales de cuencas hacen pruebas de la calidad del agua para confirmar que el agua es segura o si existen posibles problemas de contaminación. En el pasado, las pruebas de calidad del agua y la presentación de datos se basaban en grupos de bacterias llamados coliformes totales y fecales. Las bacterias coliformes se encuentran en el medio ambiente acuático, en el suelo, y en la vegetación. Están universalmente presentes en grandes cantidades en las heces de los animales de sangre caliente. Mientras que los coliformes normalmente no causan enfermedades graves, son fáciles de cultivar y su presencia se utiliza para indicar que otros organismos patógenos de origen fecal pueden estar presentes. Hoy en día, las pruebas de calidad del agua han avanzado significativamente y ahora están basadas en la concentración de *E. coli*. *E. coli* es uno de los tipos de bacterias dentro del grupo de coliformes fecales y es un predictor de la contaminación fecal. El agua consumida como agua potable se analiza para determinar la concentración, o el nivel, de *E. coli* que se considera seguro para el consumo humano. Del mismo modo, las aguas residuales que han sido tratadas

y luego recicladas para fines de riego y/-o descargadas en aguas superficiales también debe cumplir con ciertos niveles de *E. coli* que se consideran seguros. Los ríos que se utilizan para la recreación, como la pesca y la natación, están obligados a cumplir con ciertos niveles de *E. coli* o pueden ser considerados “deteriorados” (Rivera y Rock, 2011). La Tabla 2 resume los distintos niveles aceptables / concentraciones de *E. coli* de los diferentes usos del agua mencionado anteriormente. Las concentraciones de *E. coli* utilizadas en el reglamento se basan en la evaluación del volumen de agua que consume una persona durante las diferentes prácticas y la probabilidad de que la persona pudiera enfermarse después de entrar en contacto con el agua contaminada. En circunstancias en las que el contacto o la ingestión del agua es alta (natación), la concentración de *E. coli* que se considera aceptable es menor. En situaciones donde el contacto con el agua es baja (irrigación), los niveles de *E. coli* que se consideren aceptables pueden ser más altos porque hay menos riesgo de que una persona se enferme.

E. coli es actualmente el indicador más confiable de la contaminación bacteriana fecal de las aguas superficiales en los E. U. de acuerdo con los estándares de calidad del agua establecidos por el EPA. Los estándares bacterianos de calidad del agua del EPA se basan en un nivel de *E. coli* en el agua por encima del cual el riesgo para la salud y enfermedades transmitidas por el agua es inaceptablemente alta. Debido a los muchos riesgos de salud asociados con la presencia de patógenos y otros microorganismos pueden representar, las agencias reguladoras, como la EPA y ADEQ de E. U. han implementado formas de reducir el contacto con aguas deterioradas mediante la definición de las diferentes categorías de uso del agua. Dos de estas categorías son el contacto corporal parcial (CCP) y el contacto corporal completo (CCC). De acuerdo con el EPA de los E. U., el contacto corporal parcial (CCP) significa el uso recreativo de las aguas superficiales que pueden causar que el cuerpo humano entre en contacto directo con el agua, pero por lo general no hasta el punto de inmersión completa (2009). Los niveles de *E. coli* no puede exceder de 575 unidades formadoras de colonias (UFC) por cada 100 ml de agua para el contacto corporal parcial (CCP) (US EPA, 2009). El término UFC se refiere al número de células bacterianas que viven en una muestra de agua. Por lo tanto, esta medida se utiliza para decirnos el nivel de contaminación en muestras de agua o el riesgo de infección en los seres humanos y los

Tabla 2. Niveles de *E. coli* permitidos para los diferentes tipos de agua (ADEQ, 2010 and EPA, 2009)

Propósito	Nivel de <i>E. coli</i>
Agua Potable	Cero
Aguas Superficiales con Contacto Corporal Completo (natación)	235 ufc/100 mL
Aguas Superficiales con Contacto Corporal Parcial (pesca, paseo en embarcaciones, etc...)	575 ufc/100 mL
Aguas Residuales (riego o descarga)	< 2.2 ufc/100 mL < 1.0 ufc/100 mL

animales. Para el contacto corporal completo, los niveles de *E. coli* no puede exceder 235 UFC por 100 ml de agua. Contacto corporal completo se refiere al cuerpo humano completamente bajo el agua en actividades como la natación o cualquier otra actividad recreativa acuática (US EPA, 2009).

¿Qué puede hacer en su comunidad para proteger la calidad del agua?

El agua es esencial para los seres humanos y los ecosistemas. Numerosas actividades que ocurren dentro de su comunidad, en última instancia pueden afectar la calidad del agua superficial. Aquí hay algunas maneras que usted puede ayudar a mantener los ríos, lagos y arroyos seguros para las personas y los ecosistemas:

- Learn about your local water body or watershed
- Aprenda acerca del agua local o cuencas
- Identifique las formas en que puede ayudar a prevenir la escorrentías contaminadas desde su casa, rancho o granja
- Recoja los desechos de mascotas en y alrededor de su vecindario
- Mantenga a los animales domésticos y / o ganado alejado de los cuerpos de agua (o reducir su exposición)
- Mantenga correctamente su sistema séptico e inspecciónelo cuando sea apropiado
- Únase a un grupo de cuenca local u organización voluntaria activa en temas ambientales en su comunidad
- Ser voluntario durante las campañas de limpieza dirigidas a la contaminación cerca de las aguas superficiales
- No tire basura en los ríos, lagos y arroyos (aunque la basura no contenga material fecal o residuos, pero puede atraer a animales silvestres o domésticos que pueden introducir contaminación fecal a cuerpos de agua cercanos y causar contaminación)
- Al acampar o ir de excursión, disponga adecuadamente de los desechos y la basura para reducir la atracción de animales

El agua es un recurso muy valioso, haciendo su parte para proteger nuestras fuentes de agua, podemos asegurar los beneficios para las generaciones futuras y para la seguridad de sus usuarios.

Referencias

Arizona Department of Environmental Quality. 2010 Water Quality. [Online] <http://www.azdeq.gov/environ/water/index.html>.

Francy, D. S., Myers, D. N., and Metzker K. D. 1993 *Escherichia coli* and fecal coliform bacteria as indicators of recreational water quality. U.S. Geological Survey. Water Resources Investigations Report 93-4083. Columbus, Ohio.

Gerba, C. "Indicator Microorganisms." Environmental Microbiology. 2nd Ed. Academic Press, San Diego, CA, 2009. 485-499.

Gerba, C. "Environmentally Transmitted Pathogens." Environmental Microbiology. 2nd Ed. Academic Press, San Diego, CA, 2009. 445-484.

Griffith, J. F., Weisberg, S. B., and McGee C. D. 2003 Evaluation of microbial source tracking methods using mixed fecal sources in aqueous test samples. J. Wat. Health 1(4).

Hathaway, J. M. and Hunt, W. F. 2008 URBAN Waterways: Removal of Pathogens in Stormwater. North Carolina Cooperative Extension Service, AGW-588-16W.

Ingerson, M. M. and Reid, A. 2011 *E. coli*: Good, Bad, & Deadly. American Academy of Microbiology. pg. 1-14.

Rivera, B. and Rock, C. 2011 Microbial Source Tracking: Watershed Characterization and Source Identification. Arizona Cooperative Extension, az1547.

Roslev, P., and Bukh, A. S. 2011 State of the Art Molecular Markers for Fecal Pollution Source Tracking in Water. Appl Microbiol Biotechnol 89: 1341-1355.

Soller, J.A, Schoen, M. E., Bartrand, T., Ravenscroft, J.E., and Ashbolt, N. J. 2010 Estimated human health risks from exposure to recreational waters impacted by human and non-human sources of faecal contamination. Water Research 30: 1-18.

Vieira, N., Bates, S. J., Solberg, O. W., Ponce, K., Howsmon, R., Cevallos, W., Trueba, G., Riley, L. and Eisenberg, J. N. S. 2007 High Prevalence of Enteroinvasive *Escherichia Coli* Isolated in a Remote Region of Northern Coastal Ecuador. Am J Trop Med Hyg 76(3): 528-533.

U. S. Environmental Protection Agency. 2008 Arizona 2008 Water Quality Assessment Report. [Online] http://iaspub.epa.gov/waters10/attains_index.control?p_area=AZ#wqs.

U.S. Environmental Protection Agency. 2009 Water Quality Standards [Online] http://www.epa.gov/waterscience/standards/wqslibrary/az/az_9_wqs.pdf



COLLEGE OF AGRICULTURE
AND LIFE SCIENCES
COOPERATIVE EXTENSION

THE UNIVERSITY OF ARIZONA
COLLEGE OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCES
TUCSON, ARIZONA 85721

CHANNAH ROCK
ASSOCIATE WATER QUALITY SPECIALIST & PROFESSOR

BERENISE RIVERA
PhD candidate, SWES Department

CONTACT:
CHANNAH ROCK
channah@ag.arizona.edu

This information has been reviewed by University faculty.
cals.arizona.edu/pubs/water/az1624S.pdf

Other titles from Arizona Cooperative Extension can be found at:
cals.arizona.edu/pubs

Any products, services or organizations that are mentioned, shown or indirectly implied in this publication do not imply endorsement by The University of Arizona.

Issued in furtherance of Cooperative Extension work, acts of May 8 and June 30, 1914, in cooperation with the U.S. Department of Agriculture, Jeffrey C. Silvertooth, Associate Dean & Director, Extension & Economic Development, College of Agriculture Life Sciences, The University of Arizona.

The University of Arizona is an equal opportunity, affirmative action institution. The University does not discriminate on the basis of race, color, religion, sex, national origin, age, disability, veteran status, or sexual orientation in its programs and activities.