

Anaya Velázquez, Fernando; Leyva Vera, Valeria; Padilla Vaca, Felipe; Páramo Pérez, Itzel; Rangel Serrano, Ángeles  
Susceptibilidad a desinfectantes de *Trichomonas vaginalis* y *Escherichia coli* presentes  
en fómites experimentales  
Entreciencias: diálogos en la Sociedad del Conocimiento, vol. 2, núm. 3, abril, 2014, pp.  
15-22  
Universidad Nacional Autónoma de México  
León, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457645125002>

## Susceptibilidad a desinfectantes de *Trichomonas vaginalis* y *Escherichia coli* presentes en fómites experimentales

Recibido: 2 de septiembre de 2013; aceptado: 30 de enero de 2014

**Fernando Anaya Velázquez<sup>1</sup>, Valeria Leyva Vera<sup>\*2</sup>, Felipe Padilla Vaca<sup>3</sup>, Itzel Páramo Pérez<sup>4</sup>,  
Ángeles Rangel Serrano<sup>5</sup>**

Universidad de Guanajuato, campus Guanajuato e \*Instituto Tecnológico de Villahermosa

### Resumen

Las enfermedades infecciosas provocadas por microorganismos patógenos se pueden transmitir directa o indirectamente. El protozoario *Trichomonas vaginalis* y la bacteria *Escherichia coli* son patógenos para el ser humano que pueden ser transmitidos por fómites. Existe una gama de productos para desinfectar, pero no existe información sobre el efecto completo de su eficacia en forma comparativa sobre bacterias o tricomonas en interacción con diferentes tipos de materiales. En este trabajo, se analizó el efecto de algunos desinfectantes sobre la viabilidad de *Escherichia coli* cepa 055 y *Trichomonas vaginalis* cepa GT-21, depositadas sobre diferentes tipos de materiales. Se diseñó un sistema *in vitro* con fómites experimentales para estudiar el efecto sobre estos patógenos. Se encontró que las tricomonas permanecen viables hasta ocho horas, y las bacterias hasta 24 horas en madera, papel, tela y plástico. Sin embargo, ambos microorganismos sobreviven solamente entre 1 y 4 horas sobre vidrio o metal. Tanto las bacterias como las tricomonas son inhibidas por los desinfectantes probados, siendo los más efectivos el etanol a 70% y el producto comercial Lysol®.

**Palabras clave:** *Trichomonas vaginalis*, *Escherichia coli*, fómites, desinfectantes, susceptibilidad.

### Abstract

Infectious diseases caused by pathogenic microorganisms can be transmitted directly or indirectly. Protozoan *Trichomonas vaginalis* and bacterium *Escherichia coli* are both pathogenic for human beings and can be transmitted via fomites. There is a broad number of disinfectants in the market but there is not information concerning its efficacy in a comparative way on bacteria or trichomonads in interaction with different materials. In this work the effect of several disinfectants on the viability of *Escherichia coli* strain 055 and *Trichomonas vaginalis* strain GT-21, settled on different materials was analyzed. A simple system *in vitro* of experimental fomites was designed in order to study the effect on these pathogens. It was found that trichomonads remained alive for 8 hours, and bacteria until 24 hours, in wood, paper, fabrics and plastic. However, in glass and metal both microorganisms persisted only for 1 to 4 hours. Bacteria and trichomonads were inhibited by all disinfectants tested being the more effective 70% ethanol and Lysol®.

**Keywords:** *Trichomonas vaginalis*, *Escherichia coli*, fomites, disinfectants, susceptibility.

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades infecciosas provocadas por microorganismos se presentan a nivel mundial. Los microorganismos se pueden transmitir por contacto directo o indirecto a través de fómites, agua, aire, alimentos y manos. Su relevancia a nivel comunitario es mayor en los

países no desarrollados, mientras que en los desarrollados, son un problema a nivel hospitalario; sin embargo, en los Estados Unidos ya no son un problema de salud importante (US Burden of Disease Collaborators, 2013) pero siguen siendo un problema latente como enferme-

<sup>1</sup> Profesor titular. Universidad de Guanajuato. Líneas de investigación: 1) Patobiología de microorganismos; 2) Inmunobiología de microorganismos patógenos. Correo electrónico: anayafe@ugto.mx.

<sup>2</sup> Ingeniera bioquímica, egresada del Instituto Tecnológico de Villahermosa.

<sup>3</sup> Profesor titular. Universidad de Guanajuato. Líneas de investigación: 1) Patobiología de microorganismos; 2) inmunobiología de microorganismos patógenos. Correo electrónico: padillaf@ugto.mx.

<sup>4</sup> Técnico académico profesional. Universidad de Guanajuato. Líneas de investigación: 1) Patobiología de microorganismos; 2) Inmunobiología de microorganismos patógenos. Correo electrónico: itzelparamo@ugto.mx.

<sup>5</sup> Técnico académico profesional. Universidad de Guanajuato. Líneas de investigación: 1) Patobiología de microorganismos; 2) Inmunobiología de microorganismos patógenos. Correo electrónico: arangel@ugto.mx.

dades emergentes.

Los “fómites” son sustancias u objetos cualesquiera, no alimenticios, que conservan y transmiten microorganismos infecciosos (VV.AA., 1998). En consecuencia, son cualquier objeto inanimado o sustancia que, por sí mismos, no son dañinos pero que son capaces de conservar, retener o transportar organismos infecciosos, y por ende transferirlos indirectamente de un individuo enfermo a otro sano. Entre ellos están: teléfonos fijos y celulares, teclados de computadora, calculadoras, plumas y lápices, pasamanos, picaportes, ropa usada, lentes, vasos, platos y cubiertos, pañuelos y cubrebocas usados, juguetes, libros, revistas, entre otros (Abad, Bosch y Pintó, 1994; Akinyemi *et al.*, 2009; Boone y Gerba, 2007; Hota, 2004; Croall, Shokrollahi y Tadiparthi, 2007).

Los fómites pueden transmitir al ser humano virus, bacterias, hongos, protozoarios y helmintos, incluyendo las formas de mayor resistencia como esporas, quistes, ooquistes y huevos, aunque esto no se ha comprobado en todos los casos (Kampf, Kramer y Schwebke, 2006).

Entre los microorganismos específicos que se pueden transmitir de esta forma encontramos diversas formas de virus entéricos o respiratorios como astrovirus, rotavirus, adenovirus, influenza, rinovirus (Boone y Gerba, 2007; Boehm *et al.*, 2011; Kampf, Kramer y Schwebke, 2006), bacterias intestinales como *Clostridium difficile* (Adams *et al.*, 2007), *Escherichia coli* (Bruno y Yu, 1996; Kampf, Kramer y Schwebke, 2006), bacterias resistentes a antibióticos como *Staphylococcus aureus* (Diep y Miller, 2008) y *Enterococcus* (Adams *et al.*, 2007), otras bacterias de importancia médica como *Streptococcus pneumoniae* (Beissbarth *et al.*, 2008), y *Bacillus thuringiensis* (Omberg *et al.*, 2011), hongos como *Candida* (Collins, Kennedy y Rashid, 1991) y raramente a parásitos como *Trichomonas vaginalis* (Buve *et al.*, 2011) y *Cryptosporidium* (Kampf, Kramer y Schwebke, 2006).

En particular, *Trichomonas vaginalis* es un protozoario flagelado anaerobio aerotolerante que tiene sólo la forma de trofozoíto y no de quiste, que produce la tricomoniasis urogenital, transmitida a través de las relaciones sexuales y probablemente por fómites, como toallas, ropa interior, trajes de baño, objetos, sanitarios, etc., lo cual, aunque no se había demostrado (Andrew, Bumstead y Kempton, 1975), en los últimos años se ha reportado la posibilidad de que los sanitarios compartidos sean una fuente de la infección (Buve *et al.*, 2011).

Con respecto a *Escherichia coli*, es una bacteria común de origen intestinal, que puede ser patógena o comensal según el genotipo de que se trate. Existen muchas cepas de bacterias *E. coli*. Una cepa de *E. coli* en particular, conocida como *E. coli* (0157:H7), causa una grave infección intestinal en los humanos. También se conoce como infección enterohemorrágica por *E. coli* y su contagio puede ser por alimentos como vegetales, agua residual, carne contaminada, aunque también puede haber transmisión por contacto indirecto con fómites como utensilios de cocina contaminados e incluso objetos de uso común como artículos de oficina. El control de las infecciones se ha empezado a visualizar, en el caso de la vaginosis bacteriana, con el uso de antisépticos y desinfectantes para uso corporal (Roelens *et al.*, 2012).

Para evitar la transmisión de microorganismos, se usan las prácticas de higiene y de prevención. En el primer caso, la higiene de manos ha sido fundamental para el control del virus de la influenza (Allegranzi *et al.*, 2011). Para la prevención y limpieza existe en el mercado una gama de productos antisépticos y desinfectantes (McDonnell y Russell, 1999), que pueden ser usados para limpiar superficies, objetos y sustancias en el medio hospitalario, industrial y en el hogar para evitar que actúen como fómites, entre los cuales se usan mucho: alcoholes, aldehídos, fenoles, aceite de pino, etanol, Lysol®, cloro, Antibenzil®, gel antibacterial, compuestos con plata, etc. Se han reportado otros agentes y nuevos métodos para desinfectarlos, como Ortho-phthalaldehído, surfacina, entre otros (Rutala y Weber, 2001).

Los desinfectantes efectúan un proceso físico o químico que mata o inactiva a los agentes patógenos como virus, bacterias, hongos y protozoarios que se encuentren sobre o en los fómites con los cuales el ser humano puede tener contacto. Los desinfectantes reducen el número de los organismos nocivos a un nivel que no daña la salud. Se aplican sobre objetos inanimados, como instrumentos y superficies, para tratar y prevenir las infecciones.

Sin embargo, aunque existe una gama de productos para desinfectar fómites, no existe suficiente información sobre la eficacia que presentan en forma comparativa sobre diferentes tipos de materiales que estén en contacto con bacterias o tricomonas. Nuestro interés fue conocer y analizar el efecto de algunos desinfectantes sobre la viabilidad de *T. vaginalis* y *E. coli* en fómites experimentales. La hipótesis fue que los desinfectantes

comunes son efectivos contra *Trichomonas vaginalis* y *Escherichia coli* pero que podía influir el material en el cual estuvieran estos microorganismos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Bacterias y protozoarios

Se utilizaron los siguientes microorganismos: *Escherichia coli* cepa 055 y *Trichomonas vaginalis* cepa GT-21, cultivadas en el medio TYI-S-33 de Diamond en tubos de borosilicato con tapón de rosca e incubadas a 37 grados centígrados. Las bacterias o tricomonas en fase logarítmica de crecimiento fueron usadas para los experimentos.

### Fómites experimentales

Segmentos esterilizados de 9 cm de largo de ya sea, madera (abatelenguas), papel filtro, tela (manta rústica 50% algodón-lino y 50% poliéster), plástico (mezcladores de líquidos), vidrio (tubo de cultivo), metal (alambre galvanizado #20), se usaron en los experimentos. Para algunos ensayos se utilizaron los portaobjetos de vidrio como fómites. Para los ensayos, estos materiales fueron impregnados con las bacterias o con las tricomonas, usándose suspensiones de tricomonas con aproximadamente 2 millones de células por mililitro y de bacterias dilución 1:1000 para tal operación. Posteriormente, se introdujeron los fómites dentro de los tubos de cultivo con tapón de rosca, se cerraron o se dejaron abiertos y se incubaron a temperatura ambiente (aproximadamente 22 grados centígrados) por tiempos variables dentro de una campana de flujo laminar encendida. Al final de tiempo probado se trajeron los fómites y se introdujeron en tubos de cultivo contenido medio de cultivo TYI-S-33 y se incubaron para observar el crecimiento o no de los protozoarios o de las bacterias. En los experimentos con desinfectantes, los fómites impregnados de microorganismos vivos fueron rociados con el desinfectante y posteriormente introducidos a tubos de cultivo contenido medio de cultivo fresco e incubados por períodos de tiempo para observar el crecimiento o no de los microorganismos después de la aplicación del desinfectante.

### Desinfectantes

Se utilizaron los siguientes, indicándose cuáles son de origen comercial. Cloralex® (hipoclorito de sodio aprox. 5%, dilución 0.5 ml en un litro de agua destilada), Antibenzil® (cloruro de benzalconio, dilución 1:100), gel antibacterial, elaborado en el Depto. de Farmacia de la División de CNE de la Universidad de Guanajuato (etanol a 70%) de acuerdo a la fórmula de dominio público, Lysol® en aerosol (etanol aproximadamente a 60%) y, alcohol etílico a 70%.

### Procedimiento estándar

Como resultado de los experimentos preliminares, se estableció el método base para determinar el efecto de desinfectantes sobre bacterias o tricomonas en fómites experimentales, el cual se fijó de la manera siguiente:

- 1) Preparar el medio de cultivo TYI-S-33 para *Trichomonas vaginalis* o *Escherichia coli*.
- 2) Esterilizar el medio de cultivo y los tubos de ensayo cerrados contenido uno de los tipos de fómite experimental (madera, tela, papel, plástico, metal, vidrio).
- 3) Poner en cada uno de los fómites por duplicado, 200  $\mu$ l de una suspensión de tricomonas obtenida de un cultivo stock del parásito o 10  $\mu$ l de una suspensión de bacterias obtenida de un cultivo con concentración 1:1000.
- 4) Abrir los tubos y dejar por 2 horas en posición inclinada la interacción de los microorganismos con el fómite en la campana de flujo laminar.
- 5) Sacar el fómite del tubo con pinzas estériles y aplicar por rocio el desinfectante correspondiente.
- 6) Dejar actuar el desinfectante sobre la superficie del fómite por períodos de 3 a 10 minutos según el caso. Incluir 2 fómites como controles sin exposición a los desinfectantes.
- 7) Colocar el fómite dentro de un tubo de cultivo contenido medio TYI-S-33, cerrar el tubo e incubarlo a 37° C por 12 horas para las bacterias o 24 a 48 horas para las tricomonas.
- 8) Evaluar macroscópica y microscópicamente si hubo o no crecimiento de los microorganismos en los tubos de cultivo.

- 9) Interpretación de resultados: si no hubo crecimiento, el desinfectante se califica como efectivo en la condición analizada. Verificar que los controles sí presenten crecimiento del microorganismo analizado.

## RESULTADOS

### Experimentos preliminares

Antes de llegar al procedimiento estándar se realizaron varias series de experimentos consistentes en conocer el tiempo durante el que seguían siendo viables las tricomonas o las bacterias depositadas previamente en los diferentes tipos de fómites experimentales. Observamos que manteniendo el tubo cerrado y no abierto en la campana del flujo laminar, se prolongaba el tiempo de viabilidad de los microorganismos, pero esto no se asemejaba a la realidad, ya que en tales condiciones los fómites no están expuestos al ambiente y a la temperatura del sitio. Por lo anterior, el nuevo enfoque experimental fue dejar los tubos abiertos pero en un ambiente estéril, es decir, dejando los tubos con el fómite experimental en su interior previamente inoculado con bacterias o tricomonas y en forma inclinada dentro de la campana de flujo laminar encendida y a temperatura ambiente, por tiempos más amplios de 2, 5, 7, 8, 10, o 12 horas. Así fue como se averiguó el tiempo máximo viable de las tricomonas en los fómites experimentales. Por su parte, para las bacterias se observó que seguían viables hasta las 12 horas, por lo que realizamos experimentos con una concentración menor de bacterias como 1:100 y 1:1000 en tiempos más amplios como 15, 20, y 24 horas. De tal modo, se logró saber el tiempo máximo para mantener viables a las bacterias en los materiales probados.

Conociendo el límite de viabilidad de los microorganismos en los fómites, se procedió a aplicar los desinfectantes anteriormente mencionados en cada tipo de aquellos, con tricomonas o con bacterias previamente depositadas en los mismos, las cuales estaban vivas. Otra variable fue el tiempo de interacción de los desinfectantes para que actuaran sobre los microorganismos presentes en dichos fómites experimentales, por eso se probaron tiempos de 3, 5 y 10 minutos.

Por otro lado, se realizó una serie de observaciones de la interacción de las bacterias con algunos de los desinfectantes sobre un fómite en particular, que fue el vidrio.

Para realizar lo anterior, se colocaron las bacterias sobre un portaobjetos y luego de dejarlas por 30 minutos, se añadió ya sea Lysol® o etanol a 70%, dejando actuar por períodos de 3 a 10 minutos. Observamos microscópicamente el efecto del Lysol® y el alcohol etílico sobre las bacterias en los tiempos descritos para observar como ocurría el daño celular por medio de un fotomicroscopio con óptica de contraste de fases.

En todos los experimentos anteriores, el método para determinar la viabilidad de las tricomonas o las bacterias, aunque se intentó realizar por medio de la cuantificación de las células en cámara de Neubauer, se observó que era posible realizarla por la determinación del crecimiento cualitativo de los microorganismos en medio TYI-S-33 fresco por 12 horas en el caso de las bacterias, o 24 a 48 horas para las tricomonas.

Con el propósito de establecer los tiempos de sobrevivencia máxima de los microorganismos en los fómites experimentales, se analizó la viabilidad de las bacterias o las tricomonas colocadas por tiempo variable en los diferentes materiales, analizando por subcultivo si todavía eran capaces de crecer *in vitro* después de su interacción con el fómite. Se encontró que las bacterias sobrevivieron mejor que las tricomonas en los materiales analizados. De la misma manera, se observó que los materiales que fueron menos eficientes en permitir la sobrevivencia de los microorganismos analizados fueron el metal y el vidrio (tabla 1).

**Tabla 1. Tiempo máximo de sobrevivencia de los microorganismos en los diferentes tipos de fómites**

Fomité	<i>Escherichia coli</i>	<i>Trichomonas vaginalis</i>
Madera	Entre 20-24 hrs.	Entre 6-8 hrs.
Papel	Entre 20-24 hrs.	Entre 6-8 hrs.
Tela	Entre 20-24 hrs.	Entre 6-8 hrs.
Plástico	Entre 20-24 hrs.	Entre 6-8 hrs.
Metal	Entre 20-24 hrs.	Entre 1 y 2 horas
Vidrio	Entre 2 y 4 horas	Entre 1 y 2 horas

Fuente: elaboración propia.

Con el objetivo de analizar el efecto específico de diferentes desinfectantes sobre la viabilidad de las bacterias o las tricomonas asociadas a fómites, se dejó interactuar los microorganismos con los fómites experimentales en las condiciones ya establecidas previamente, donde los

microorganismos permanecen viables sobre los materiales, eligiendo el tiempo de 2 horas para cuando ambos microorganismos permanecen vivos sobre todos los materiales y, posteriormente, se analizó su capacidad proliferativa después de estar en contacto con un desinfectante en particular aplicado sobre el fómite que tenía bacterias o tricomonas vivas. De esta manera, se estableció como efectiva aquella sustancia que tuvo como efecto inhibir totalmente el crecimiento del microorganismo de prueba después de ejercer su efecto y por contraposición se definió como no efectivo aquel germicida incapaz de impedir el crecimiento *in vitro* después del tratamiento (tabla 2).

**Tabla 2. Efecto de los desinfectantes sobre la viabilidad de *Escherichia coli* y *Trichomonas vaginalis* depositadas en fómites experimentales**

Microorganismos	Lysol®	Alcohol etílico 70%	Cloralex®	Antibezil®	Gel antibacterial
<i>Escherichia coli</i>	Efectivo dejando actuar por 10 minutos	Efectivo dejando actuar al menos 3 minutos	No fue efectivo dejando actuar 3 minutos	No fue efectivo dejando actuar 3 minutos	Efectivo dejando actuar al menos 3 minutos
<i>Trichomonas vaginalis</i>	Efectivo a los 3 minutos	Efectivo a los 3 minutos	Efectivo a los 3 minutos	Efectivo a los 3 minutos	Efectivo a los 3 minutos

Fuente: elaboración propia.

Con la intención de observar la morfología de las bacterias durante el tratamiento con desinfectantes *in*

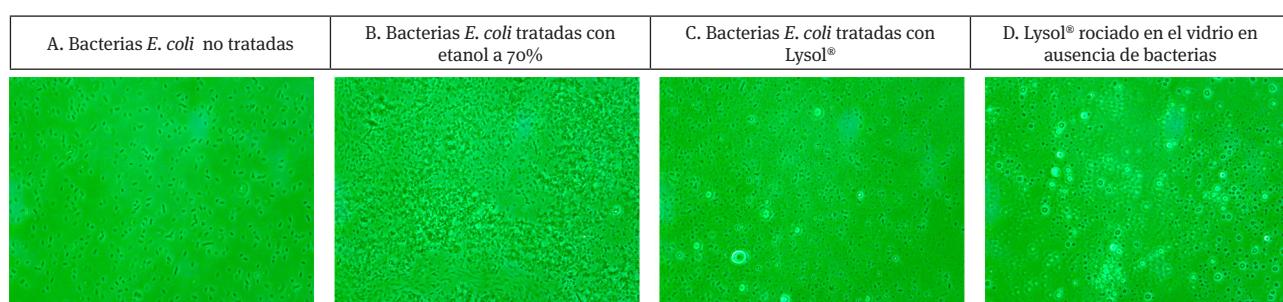
*vitro*, se realizó la interacción de éstas con algunos de los desinfectantes sobre un fómite específico (vidrio). Se analizó microscópicamente el efecto del Lysol® y el alcohol etílico a 70% sobre las bacterias a diferentes tiempos, observando que era posible advertir el efecto dañino sobre la estructura celular a tiempos cortos (figura 1).

## DISCUSIÓN

La importancia de los fómites en la dispersión y transmisión de los agentes infecciosos es algo claramente aceptado en la comunidad biomédica y en la salud pública. Existen numerosas evidencias de su participación en las epidemias. Muchos de los fómites son objetos de uso diario y constante con los cuales más de una persona puede tener contacto en un corto periodo de tiempo, siendo ésta una de las razones para asignar una prioridad a la higiene de las manos del personal de salud para impedir la diseminación de los microbios (Allegranzi *et al.*, 2011).

De la misma manera, existe interés en la comunidad biomédica por usar adecuadamente los desinfectantes conocidos, evitando en lo posible los efectos en la salud humana. El etanol y otros alcoholes, aunque se usan mucho para la desinfección, podrían causar algunos efectos indeseables en los profesionales de la salud que los usan frecuentemente (Bessonneau, Clément y Thomas, 2010). Con el propósito de aportar datos sobre el uso de varios desinfectantes y la persistencia de las tricomonas y de las bacterias en los materiales que podrán

**Figura 1. Efecto de desinfectantes sobre la morfología de *E. coli*. después de tres minutos**



Fuente: elaboración propia.

participar en la diseminación de agentes patógenos, se diseñó un sistema de fómites experimentales de diversos materiales basado en pequeños y delgados segmentos de dichos materiales que pueden ser impregnados con el microorganismo en estudio para observar su sobrevivencia en estos materiales y analizar su susceptibilidad a los desinfectantes cuando están en tales sitios.

Se encontró que las bacterias y las tricomonas sobreviven periodos largos de tiempo en madera, papel, tela y plástico, pero no sobreviven muchas horas en vidrio y metal. Puede deberse a la porosidad de los primeros materiales y la característica lisa de los segundos, aunque también, a otras propiedades físicas y químicas de los mismos. Por otro lado, se observó que las tricomonas pueden sobrevivir hasta 8 horas en los primeros cuatro materiales, pero las bacterias permanecen viables hasta 24 horas en los mismos. Por su parte, el metal y el vidrio no son adecuados para mantener la viabilidad de ambos microorganismos ya que el tiempo durante el cual permanecen viables es muy corto, de 1 a 2 horas.

Es probable que las tricomonas sean más sensibles a la pérdida paulatina de humedad mientras que las bacterias sí toleran niveles muy bajos en su entorno. Se ha reportado que las tricomonas sobreviven fuera del organismo humano solamente algunas horas en condiciones de baja humedad (Lossick, 1990), por lo que la posibilidad de ser infecciosas a partir de fómites, aunque es baja, no se puede negar que pudiera ocurrir en ambientes de alta humedad ambiental. Por su parte, las bacterias pueden ser más tolerantes a la desecación, ya que se ha reportado que por ejemplo *Streptococcus pneumoniae* es tolerante a la desecación, permaneciendo infecciosa si se vuelve a rehidratar (Walsh y Camilli, 2011).

El uso de diferentes desinfectantes es una práctica frecuente para limpiar y esterilizar áreas de uso común, particularmente en clínicas y hospitales. Aunque la lista de los desinfectantes es amplia, los más utilizados en nuestro medio son con base de cloro o etanol. La utilidad de los productos comerciales, a decir de sus fabricantes, radica en su amplio espectro. Por ejemplo, algunos desinfectantes comerciales, como Lysol®, indican que dicho producto elimina algunos microorganismos como el virus de la Influenza A, Hepatitis A, y Herpes simples tipo 1 y 2, bacterias como *Enterobacter aerogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*; hongos como *Trichophyton mentagrophytes* y *Aspergillus*

*niger* (etiqueta del producto en aerosol), todo esto, exponiendo el objeto contaminado a un rocío del producto y a la acción por pocos minutos, ya que se evapora gran parte en poco tiempo.

En el desarrollo del presente estudio, la obtención de un procedimiento experimental estándar fue muy útil para interpretar los resultados semicuantitativos que se obtuvieron, indicando la efectividad del desinfectante si el crecimiento posterior del microorganismo es nulo y, no efectivo si el mismo vuelve a crecer en cultivo después del tratamiento. De los microorganismos utilizados en este proyecto, el más susceptible a los desinfectantes es *T. vaginalis*, lo que quizás sea debido a que el trofozoito no tiene pared protectora. Con respecto a *E. coli* fue más resistente a la mayoría de los desinfectantes que se le aplicaron en los fómites que fueron inoculados con esta bacteria.

Uno de los mejores desinfectantes fue Lysol® en aerosol; se observó que su efecto es más efectivo si su interacción con el fómite se da por un tiempo de 10 minutos. Otro desinfectante que resultó efectivo fue el alcohol etílico a 70%, en cuyo caso se advirtió que su eficacia es dependiente del tiempo que permanezca aplicado, ya que pierde efecto al evaporarse. Esto también sucede con el gel antibacterial, aunque por su consistencia y formulación dura más tiempo que el etanol sobre la superficie aplicada. En el caso del Cloralex® y el Antibenzil®, se utilizaron en las concentraciones que recomiendan los fabricantes y no fueron tan efectivos a tiempos cortos sobre las bacterias como son los desinfectantes basados en el etanol. En el caso de las tricomonas, todos los desinfectantes probados fueron eficaces en tiempos iguales o menores a 3 minutos, indicando que las tricomonas son más sensibles a los desinfectantes.

Una observación muy interesante fue que los desinfectantes analizados requerían más de 3 minutos para tener efecto sobre las bacterias, mientras que las tricomonas fueron muy sensibles a tiempos de 3 minutos o menores. Lo anterior es importante en términos de los protocolos usuales de higiene que se basan en el tratamiento de 1 a 2 minutos o el tiempo necesario antes de que el etanol se evapore. El sistema de fómites experimentales aquí reportado podría ser usado en el análisis de otros desinfectantes que sean más amigables con el ambiente y tengan menos posibilidad de ser tóxicos para el ser humano que los utiliza. Igualmente, el modelo reportado se podría utilizar para el análisis de otros materiales que incorporen nuevas

tecnologías, por ejemplo aquellos con cubierta antimicrobiana, diseñados para evitar que funcionen como fómites.

## CONCLUSIONES

Se desarrolló un sistema sencillo de fómites experimentales útil para el ensayo de nuevos materiales y desinfectantes. Además, los resultados sugieren que las bacterias son más difíciles de eliminar de los fómites que las tricomonas y que los desinfectantes más útiles para eliminar a ambos microorganismos son los que contienen alcohol etílico usándolos por tiempos mayores a tres minutos.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco por la beca otorgada a Valeria Leyva-Vera para participar en el Verano Científico de la Universidad de Guanajuato; y a la Universidad de Guanajuato por el apoyo para la realización del proyecto.

## REFERENCIAS

- Abad, F., Bosch, A., y Pintó, R. (1994). Survival of enteric viruses on environmental fomites. *Applied and Environmental Microbiology*, 60: 3704-3710.
- Adams, D., Donskey, C., Eckstein, B., Eckstein, E., Rao, A., Sethi, A., y Yadavalli, G. (2007). Reduction of *Clostridium difficile* and vancomycin-resistant *Enterococcus* contamination of environmental surfaces after an intervention to improve cleaning methods. *BMC Infectious Diseases*, 7: 61.
- Akinyemi, K., Atapu, A., Adetona, O. y Coker, A. (2009). The potential role of mobile phones in the spread of bacterial infections. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 3: 628-632.
- Allegranzi, B., Longtin, Y., Pittet, D., Sax, H., y Schneider, F. (2011). Hand hygiene. *New England Journal of Medicine*, 364: e24.
- Andrew, D., Bumstead, E. y Kempton, A. (1975). The role of fomites in the transmission of vaginitis. *CMA Journal*, 112: 1181-1183.
- Beissbarth, J., Crichton, F., Leach, A., Morris, P., y Smith-Vaughan, H. (2008). Survival of pneumococcus on hands and fomites. *BMC Research Notes*, 1: 112.
- Bessonneau, V., Clément, M., y Thomas, O. (2010). Can Intensive Use of Alcohol-Based Hand Rubs Lead to Passive Alcoholization? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7: 3038-3050.
- Boehm, A., Julian, T., Leckie, J., y Tamayo, F. (2011). Comparison of Surface Sampling Methods for Virus Recovery from Fomites. *Applied and Environmental Microbiology*, 77: 6918-6925.
- Boone, S., y Gerba, C. (2007). Significance of Fomites in the Spread of Respiratory and Enteric Viral Disease. *Applied and Environmental Microbiology*, 73: 1687-1696.
- Bruno, J. y Yu, H. (1996). Immunomagnetic-Electrochemiluminescent Detection of *Escherichia coli* O157 and *Salmonella typhimurium* in Foods and Environmental Water Samples. *Applied and Environmental Microbiology*, 62: 587-592.
- Buve, A., Crucitti, T., Jespers, V., Khondowe, S., Mulenga, C. y Vandepitte, J. (2011). Non-Sexual Transmission of *Trichomonas vaginalis* in Adolescent Girls Attending School in Ndola, Zambia. *PLoS ONE*, 6: e16310.
- Collins, M., Kennedy, R., y Rashid, S. (1991). A study of candidosis: the role of fomites. *Genitourinary Medicine*, 67: 137-142.
- Croall, A., Shokrollahi, K., y Tadiparthi, S. (2007). Using marker pens on patients: a potential source of cross infection with MRSA. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 89: 661-664.
- Diep, B., y Miller, L. (2008). Colonization, Fomites, and Virulence: Rethinking the Pathogenesis of Community-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Infection. *Clinical Infectious Diseases*, 46: 752-760.
- Hota, B. (2004). Contamination, Disinfection, and Cross-Colonization: Are Hospital Surfaces Reservoirs for Nosocomial Infection? *Clinical Infectious Diseases*, 39: 1182-1189.
- Kampf, G., Kramer, A., y Schwebke, I. (2006). How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infectious Diseases*, 6: 130.
- Lossick, J. (1990). Epidemiology of urogenital trichomoniasis. En B. Honigberg (Ed), *Trichomonads parasitic in humans* (pp.311-323). Nueva York: Springer-Verlag.

- McDonnell, G., y Russell, A. (1999). Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance. *Clinical Microbiology Reviews*, 12: 147-179.
- Omberg, K., Simpson, B., Van Cuyk, S., y Veal, L. (2011). Transport of *Bacillus Thuringiensis* var. *Kurstaki* Via Fomites. *Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice, and Science*, 9: 288-300.
- Roelens, K., Temmerman, M., Verhelst, R. y Verstraeten, H. (2012). Antiseptics and disinfectants for the treatment of bacterial vaginosis: A systematic review. *BMC Infectious Diseases*, 12: 148.
- Rutala, W., y Weber, D. (2001). New Disinfection and Sterilization Methods. *Emerging Infectious Diseases*, 7: 348-353.
- US Burden of Disease Collaborators (2013). The State of US Health, 1990-2010 Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors. *Journal of the American Medical Association*, 310: 591-608.
- VV.AA. (1998). *Diccionario Médico*. Cuarta edición. Barcelona: Masson
- Walsh R y Camilli A. (2011). *Streptococcus pneumoniae* is desiccation tolerant and infectious upon rehydration. *mBio*, 2 (3): e00092-11.