

# IMPACTO SOCIAL Y ECOLÓGICO DEL EFECTO ESTIMULANTE DE *SALMONELLA TIPHYMURIUM* EN LA PRODUCCIÓN DE REUTERINA PRODUCIDA POR *LACTOBACILLUS REUTERI*

## *SOCIAL AND ECOLOGICAL IMPACT OF THE STIMULATING EFFECT OF SALMONELLA TIPHYMURIUM IN THE PRODUCTION OF REUTERIN OF LACTOBACILLUS REUTERI*

*Emma Mani López*<sup>1</sup>; *Dr. Hugo Sergio García Galindo*<sup>2</sup>;  
*Dr. Aurelio López-Malo Vigil*<sup>3</sup>; *Dra. Evelinda Santiago*<sup>4</sup>

### RESUMEN

Se presenta un análisis de riesgos con enfoque CTS+I (Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación) de una propuesta de investigación cuyo objetivo es conocer las modificaciones implicadas en la comunicación interespecies o quórum sensing entre *Lactobacillus reuteri* y *Salmonella tiphymurium*, dos importantes microorganismos en la industria de alimentos, y si es esta comunicación la que estimula la producción de un compuesto antimicrobiano (reuterina) en el lactobacilo. Después de evaluar los posibles usos, intereses y efectos de la investigación se encontró que no existen riesgos potenciales sobre la sociedad o la naturaleza al llevar a cabo este trabajo.

**Palabras clave:** Enfoque CTS+I, quórum sensing, reuterina.

### ABSTRACT

*A CTS+I risk analysis of a novel project of study is presented. The objectives of the project are to know the communication interspecies or quorum sensing consequences between Lactobacillus reuteri and Salmonella tiphymurium, two important microorganisms in the food industry; and to establish if the communication interspecies improve the production of a preservative substance (reuterin) in the lactobacilli. As a result of the evaluation of the possible uses, interests and effects of the project, we concluded there is not any harmful risk on the society or in the nature.*

**Keywords:** Approach CTS+I, quorum sensing, reuterin.

### INTRODUCCIÓN

En años recientes la sociedad ha buscado interactuar con la ciencia y la tecnología para lograr un mejor entendimiento de sus necesidades. Dicho problema involucra áreas académicas, ético-políticas, económicas y educativas. Tal es la importancia

que la ciencia y la tecnología tienen en el mundo actual, ya que, sin lugar a dudas, son éstas las que rigen las actividades que la sociedad hoy en día realiza. Por ello surge la necesidad de entender esta relación desde un punto de vista académico, que se ha definido como estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) Acevedo *et al.* (2001).

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Veracruz. E-mail: emma\_ml@yahoo.com.mx Dirección: Sta. Catarina Martir s/n Teléfono: 012222292126

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Veracruz. E-mail: hsgarcia@itver.edu.mx

<sup>3</sup> Universidad de las Américas Puebla. E-mail: aurelio.lopezm@udlap.mx

<sup>4</sup> Instituto Tecnológico de Puebla. E-mail: evelindasantiago@yahoo.com.mx

La necesidad de entender y de comprometer la relación ciencia y sociedad debe de ser para todo investigador una prioridad, ya que de él surgirá todo conocimiento, invención o tecnología aplicable a la vida diaria. Tal responsabilidad debe ser entendida y ejercida con la mejor comprensión de los riesgos y efectos que los trabajos y tecnologías tendrán sobre la sociedad, como personas, pero también sobre la naturaleza que está íntimamente ligada a ella. Ya que muchas tecnologías parecen a simple vista favorecer el desarrollo de la sociedad, mejorando su nivel de vida, ofreciendo servicios, comodidades, oferta laboral, mejorando la productividad, entre otros tantos; sin embargo; un análisis más realista aclararía el riesgo y el efecto negativo de dichas tecnologías, ya que son muchos de estos avances los que están acabando con los recursos naturales renovables y no renovables como son los bosques, los animales, el agua, el aire de buena calidad, la tierra fértil y, por qué no, hasta con el hombre mismo. A pesar de los esfuerzos por no comprometer al hombre en la cadena de receptores de los efectos tecnológicos, esto es imposible, ya que la tecnología se desarrolla en el mismo lugar donde se vive. De ahí la importancia de actuar consciente de los riesgos y efectos de las actividades de investigación sobre la sociedad y la naturaleza. Cabe destacar que a pesar de que los investigadores son los creadores de la ciencia y tecnología, mucha de la responsabilidad también recae en las instituciones que los apoyan económicamente. Otro actor responsable y muy importante son las políticas gubernamentales que a pesar de estar conscientes de las consecuencias no siempre actúan pensando en la sociedad como debería ser.

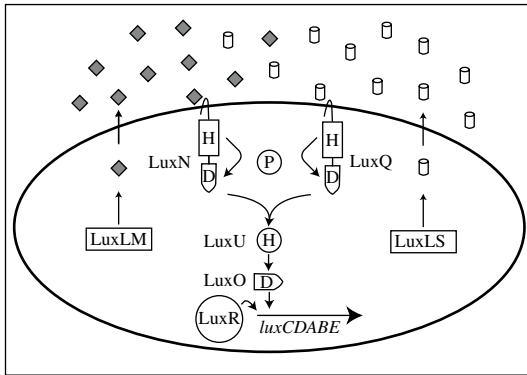
El objetivo de este ensayo es discutir, analizar y tratar de vislumbrar los efectos que tendrá la siguiente propuesta de investigación en la sociedad y la naturaleza. La idea es conocer si el mecanismo para mejorar la producción de un compuesto antimicrobiano producido por *Lactobacillus reuteri* estimulado por *Salmonella tiphymurium* se lleva a cabo vía quórum sensing. El quórum sensing es un fenómeno que los microorganismos utilizan para comunicarse célula-célula entre miembros de una especie o interespecies, que utiliza moléculas inductoras y receptores, los que dependen de la densidad poblacional. Esta señalización provoca la expresión de genes hasta ese momento inactivos, lo cual tiene como consecuencia un comportamiento grupal como respuesta a los factores externos y puede manifestarse produciendo bacteriocinas, formando

biopelículas, expresando factores de virulencia o bioluminiscencia, etc. Cabe mencionar que los microorganismos involucrados en este estudio son de gran importancia en la industria de alimentos. Por un lado, el lactobacillus es un microorganismo probiótico que ofrece amplios beneficios a la salud; por el otro, *Salmonella* es un patógeno causante de graves problemas infecciosos por ingesta de alimentos contaminados con dicho microorganismo. El compuesto antimicrobiano también es de gran importancia debido a su efecto bactericida de amplio espectro sobre bacterias Gram +, Gram -, mohos y levaduras.

## DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

Este trabajo, más que el desarrollo de tecnología, tiene como fin la generación de conocimiento que servirá para poder iniciar la comprensión del mecanismo de comunicación entre *L. reuteri* y *S. tiphymurium*. Este mecanismo de comunicación celular se ha estudiado en diversos microorganismos, por ejemplo, Per Arne *et al.* (2000) evaluaron este mecanismo en la producción de bacteriocinas producidas por *L. sake* y *L. plantarum*; Mathiesen *et al.* (2005) también demostraron que mediante quórum sensing se regula la producción de sakacina (bacteriocina) producida por *L. sakei*. Existe además una gran diversidad de publicaciones demostrando la existencia de esta comunicación en organismos como *Vibrio fischeri* y *harveyi*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella tiphymurium*, entre otros. En la Fig. 1 se presenta un esquema que representa cómo se lleva a cabo el fenómeno de quórum sensing en *V. harveyi*.

Los mecanismos reportados dan certidumbre y viabilidad a la propuesta realizada para esta investigación. Conocer los genes expresados durante la fermentación heteróloga permitirá mejorar la producción del compuesto antimicrobiano deseable desde el punto de vista de la industria de alimentos, ya que esta sustancia denominada reuterina puede utilizarse como un antimicrobiano natural en la conservación de alimentos refrigerados. El mecanismo quórum sensing también puede explicar la relación que se lleva a cabo en el tracto gastrointestinal (TGI) entre *L. reuteri* y *S. tiphymurium*, ya que mediante esta comunicación interespecies *L. reuteri* es capaz de mantener un equilibrio en la microbiota del TGI.



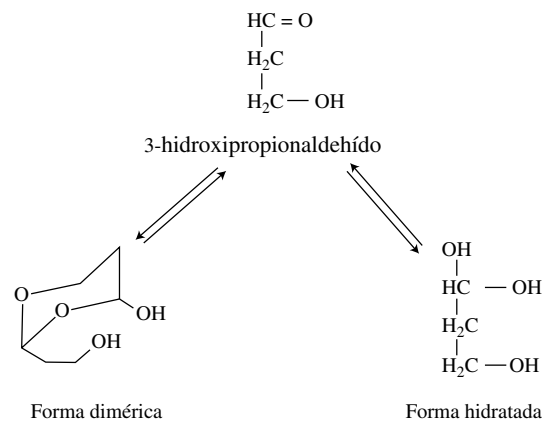
**Figura 1.** Circuito quórum sensing en *Vibrio harveyi*. LuxS y LuxLM productoras de las moléculas inductoras, LuxN y LuxQ proteínas receptoras que forman parte del sistema de transmisión de señales (LuxU, LuxO y LuxR) y que tiene como finalidad expresar al promotor luxCDABE que es el responsable de la producción de luz en la bacteria. Adaptada de Miller y Bassler, 2001.

*L. reuteri* es un organismo que habita naturalmente en el TGI de humanos que al estar en presencia de *Salmonella* (bacteria ingerida a través de un alimento), responde produciendo altas cantidades de antimicrobiano con el fin de eliminar a la bacteria oportunista y proteger así al hospedero de infecciones intestinales. Por las razones antes descritas conocer el mecanismo y la posible comunicación entre ambas bacterias es de gran interés para los investigadores del área de alimentos.

Ya se ha mencionado la importancia y los beneficios que esta investigación aportará, sin embargo una de las preocupaciones de la sociedad, como se mencionaba en un principio, es la de poder establecer o al menos tratar de visualizar los riesgos y los efectos negativos que cualquier trabajo de investigación puede tener en ella, así como en la naturaleza. Para comprender el posible efecto sobre sociedad y naturaleza se requiere de un análisis detallado de los posibles usos de este conocimiento, así como de qué contaminantes puede llegar a generar directa e indirectamente. Para ello se comentarán los posibles desvíos que puede sufrir dicho conocimiento. Desde el punto de vista de los estudios CTS+I y en especial de tres autores pioneros en el análisis de riesgos sufridos por la sociedad debidos a la ciencia y la tecnología, Funtowicz y Ravetz (1993) y Ulrich (1998), un análisis de riesgos implica involucrar una serie de factores desde los investigadores, la industria, las instancias gubernamentales, los medios de comunicación y la información y formación que la

sociedad tenga al respecto del tema o la tecnología a analizar. Por tratarse sólo de una propuesta y debido a que no se puede involucrar a todos los actores antes mencionados se tratarán sólo de forma teórica los posibles efectos.

En primer lugar se analizarán las consecuencias debidas al uso de este conocimiento por parte de la industria de alimentos. Si se lograra escalar y optimizar la producción de este antimicrobiano mediante la clonación de *L. reuteri*, sería una forma natural de producir una sustancia deseable que no tiene efectos secundarios debido a que se trata de un compuesto ya de por sí presente en el TGI de humanos, producido por *L. reuteri*. Además la reuterina (Fig. 2) es una molécula de cadena corta (3-hidroxi propionaldehído) que de no ser utilizada como antimicrobiano puede ser fácilmente metabolizada. Por otra parte, la industria de alimentos contaría con un conservador natural más, logrando así una mayor variedad y disponibilidad de estos ingredientes en la conservación de alimentos. Si, por otro lado, el lactobacilo clonado mostrara una mayor capacidad de excluir *Salmonella* mediante la producción de reuterina, podría utilizarse como un cultivo probiótico en diferentes productos. Esas serían las posibles formas de uso por parte de la industria. El riesgo más grave sería que la clonación no favoreciera la mayor producción del antimicrobiano, lo cual sólo reflejaría la carencia del efecto benéfico pero bajo ninguna circunstancia un peligro potencial para las personas que lo ingieran. Para la industria representaría un microorganismo común sin mayor importancia o valor agregado.



**Figura 2.** Estructura de reuterina en equilibrio. Adaptada de Talarico y Dobrogosz, 1989.

Conocer el mecanismo mediante el cual se comunican dos bacterias que están en contacto en el TGI y cómo se lleva a cabo el control ecológico no expone a la sociedad ni a la naturaleza, ya que sólo es parte del conocimiento que aún no se tiene de las complejas relaciones entre los habitantes natos y extraños de un hospedero, que será afectado por la presencia de esta comunicación interespecies.

## CONCLUSIÓN

El analizar los riesgos y efectos que un trabajo de investigación puede tener sobre la sociedad y la naturaleza debe ser una tarea diaria, ya que tener conciencia de los posibles efectos y usos puede determinar el rumbo de la sociedad. Asimismo,

determina diversas consecuencias en la naturaleza y, por ende, en el mundo en que vivimos, y que tarde o temprano alcanzarán a cada miembro del ecosistema.

En el análisis que se presenta, no se encontró que pueda tener un efecto grave o determinante en la sociedad o la naturaleza. Esto debido a que el objetivo es determinar un mecanismo de comunicación interespecies y que, más que desarrollar una tecnología, se busca generar conocimiento. Sin embargo debe mantenerse una consciencia siempre analista y crítica de todas las investigaciones o tecnologías a desarrollar.

Prever y prevenir es la mejor forma de evitar los problemas ecológicos y sociales que hoy en día se tienen. Asimismo se asegura el éxito y la credibilidad de la ciencia y tecnología que tanta polémica han generado en los últimos tiempos.

## LITERATURA CITADA

- D. J. A., ACEVEDO A. A. VÁZQUEZ Y M. M. A. MANASESERO. 2001.** El movimiento de Ciencia-tecnología-sociedad y la enseñanza de las ciencias. Sala de lectura CTS+I. Consultada el 15 de febrero de 2006. <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>
- ULRICH BECK. 1998.** La sociedad del riesgo. Ed. Paidós. Barcelona, España.
- M. G., EL-ZINEY, J. M., DEBEVERE Y M., JACOBSEN. 2000.** Reuterin. Pp. 5567-587. En: Natural Food Antimicrobial Systems. Ed. Naidu. CRC Press, Washington D.
- S. O., FUMTOVICZ Y J. R. RAVETZ. 1993.** Ed. Icaria. Barcelona, España.
- M. B., MILLER Y B. L. BASSLER. 2001.** Quorum sensing in bacteria. *Annu. Rev. Microbiol.* 55: 165-99.
- G., MATHIESEN, K., HUEHNE, L., KROECKEL, L., AXELSSON Y V.G.H., EIJSINK. 2005.** Characterization of a new bacteriocin operon in sakacin P-Producing *Lactobacillus sakei*, showing strong translational coupling between the bacteriocin and immunity genes. *Appl. and Environ. Microbiol.* 3565-3574.
- R., PERARNE, M. B., BRURBERG, V.G.H., EIJSINK Y I.F., NES. 2000.** Functional analysis of promoters involved in quorum sensing-based regulation of bacteriocin production in *Lactobacillus*. *Molecular Microbiology.* 37(3) 619-628.
- T. L. TALARICO Y W. J., DOBROGOSZ. 1989.** Chemical Characterization of an Antimicrobial Substance Produced by *Lactobacillus reuteri*. *Antimicrob. Agents Chemother.* 33: 674-679.