

Artículo científico.

March, 1, 2019

Repositorio Universidad de El Salvador. A registrar en CNR. 2019

Planta de iones hidrógeno a partir de bacterias grampositivas en eritrocitos productores de biogás por catálisis y electrólisis.

Dr. Antonio Vásquez Hidalgo, Ph.D *

R ESUMEN

El objetivo principal de la investigación es obtener iones hidrógeno a partir de bacterias grampositivas del genero *Staphylococcus*. especie *aureus o epidermidis* en eritrocitos como componente de caldos en TSC y tioglicolato. El peróxido de hidrógeno reacciona con la enzima catalasa que poseen estas bacterias y los eritrocitos formándose un burbujeo vigoroso que es el oxígeno más agua con desprendimiento de hidrógeno que reacciona con los electrodos, en el primer caso es catálisis y electrólisis que pasa al segundo matraz de kitasato donde se acumulan los iones hidrógeno. Los electrodos positivo o cátodo captan oxígeno mientras que el electrodo negativo o ánodo capta iones hidrógeno lo que permite obtener combustible de hidrógeno. Las bacterias grampositivas y los glóbulos rojos son productores de iones hidrógeno como combustibles ecológicos alternativos en lugar de los combustibles fósiles de carbono.

Palabras clave: iones hidrógeno, biogás, grampositivas, eritrocitos, catálisis, electrólisis.

INTRODUCCION

El hidrógeno es una forma de energía alternativa, que no es una base de carbono. ²

En el proyecto se utilizan Las bacterias grampositivas ya que poseen la enzima catalasa, la mayoría de estas bacterias son aeróbicas que descomponen el peróxido de hidrógeno en agua y gas oxígeno, que este hace a su vez de catalizador. ⁸

La producción de iones hidrógeno se puede obtener por electrolisis por medio del agua. Al momento no hay antecedentes de obtención de hidrógeno a partir de bacterias en eritrocitos. ⁵

El *Staphylococcus epidermidis* es integrante de la flora normal de piel pero produce infecciones en piel y anexos. ^{9,12} En su hábitat sobrevive gracias a sus lipasas, mientras que el *S .aureus* se encuentra habitualmente a nivel de la

*Medico microbiólogo clínico Scientific Research. Catedrático de la Universidad de El Salvador. Facultad de Medicina

nasofaringe y de zonas húmedas como pliegues inguinales y axilares.¹⁰

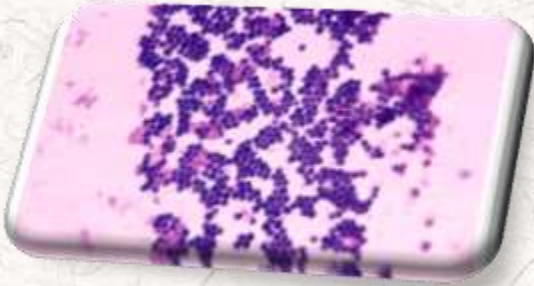


Foto1. *Staphylococcus aureus* teñidos al Gram.100x

En la **foto 1**. El género *Staphylococcus* tiene una característica muy particular que es microscópicamente cocos gram positivos que se agrupan en forma de racimos. Su forma es redonda.⁸



Foto 2. Placa Agar y Tubo TSC con *Staphylococcus aureus* y tubo con eritrocitos.

En la **foto 2**. En placas de agar sangre y tubo TSC reacciona con burbujeo al aplicar peróxido de hidrógeno en presencia de catalasa, lo que demuestra tienen las bacterias y eritrocitos catalasa.

Su morfología macroscópica en medio sólido en que sus colonias miden de 1 a 3 mm de diámetro, lisas, levemente elevadas, de bordes enteros, levemente convexas y generalmente pigmentadas con un color cremoso amarillo.¹³



Foto 3. Placa TSC con *Bacillus subtilis* esporulado y frotis al Gram 100x.

En la **foto 3** se observa una placa de *Bacillus subtilis* esporulado y frotis al Gram que en presencia de Peróxido de hidrógeno produce más gas y agua a 36 C. Lo que indica que puede ser más productora de iones hidrógenos que los cocos en caldos más que en placas. Nótese la presencia de gas en la placa de agar TSC.

Electrolisis

Se aplica una corriente eléctrica continua mediante usando un par de electrodos conectados a una fuente eléctrica o pila de batería entre 3 a 12 v sumergidos en

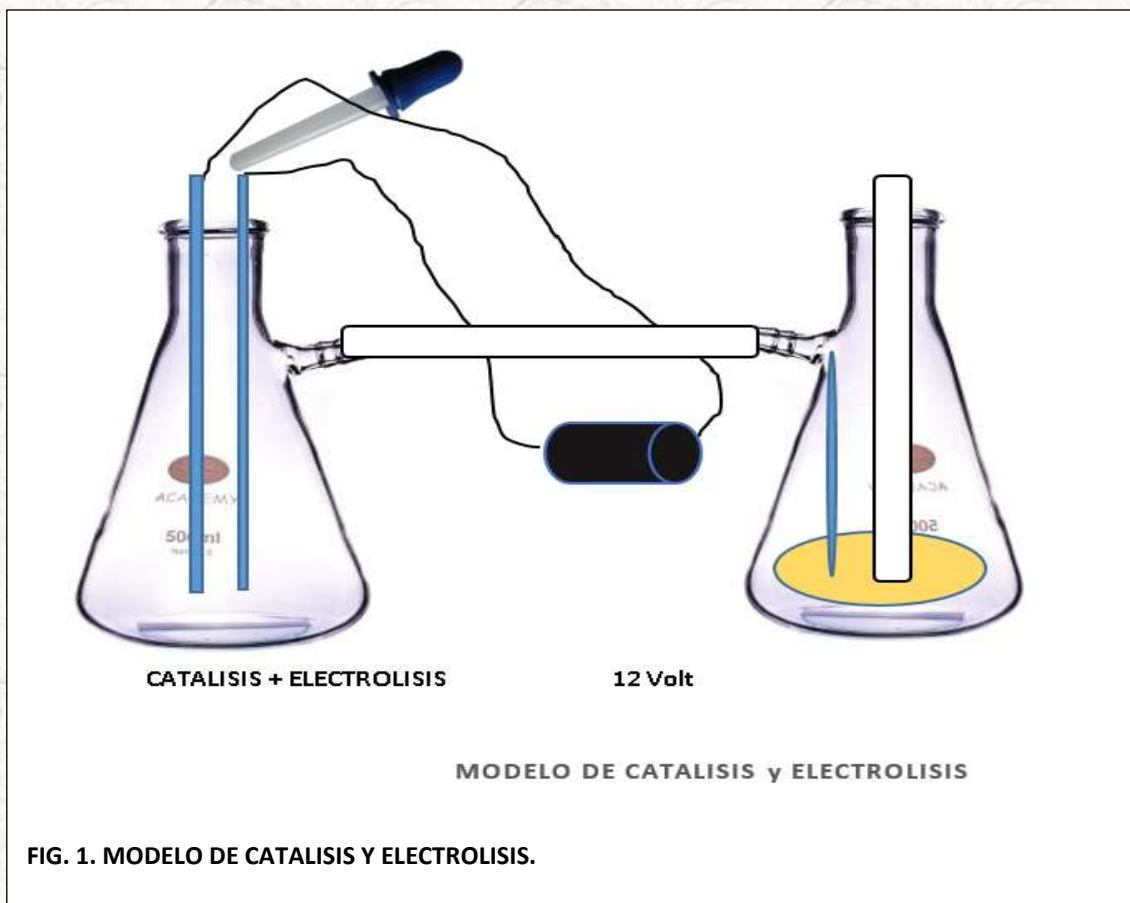
una solución. El electrodo conectado al polo positivo se conoce como ánodo y el conectado al negativo como cátodo. ⁶

Cada electrodo atrae a los iones de carga opuesta. Así, los iones negativos, o aniones son atraídos y se desplazan hacia el ánodo, mientras que los iones positivos, o cationes son atraídos y se desplazan hacia el cátodo. En el ánodo se producirá la oxidación, es decir se oxida liberando electrones. ⁷

En otras palabras en el electrodo ánodo

el gas Oxígeno ya que este contiene iones negativos que son atraídos por el polo positivo. En el electrodo cátodo (negativo) observamos que se desprende el gas Hidrógeno porque este tiene iones positivos que son atraídos por el polo negativo. ⁶

La electrolisis produce dos gases desprendidos pero que no entren en contacto, de lo contrario producirían una mezcla explosiva que produciría quemaduras de primer grado y si la carga



(positivo) observamos que se desprende de hidrógeno es mayor el daño es letal. ⁶

Catálisis

Consiste en utilizar un reactivo que acelere la velocidad de la reacción química que puede ser una enzima, así por ejemplo el peróxido de hidrógeno al ser utilizado en bacterias o bacilos grampositivas si poseen la enzima catalasa o peroxidasa reaccionan e identificando la prueba como positiva porque poseen la enzima, el resto de las bacterias si no la producen no son catalasa positiva, por lo que se les denomina catalasa negativas.^{8,13}



MATERIAL Y METODOS

.Caldos de TSA o tioglicolato con bacterias grampositivas en eritrocitos.

.Peróxido de hidrógeno 3 %

. 2 matraz Kitasato

.Manguera de hule

.Electrodos de soldadura, grafito o carbono u otro material como cobre, zinc, hierro, níquel, acero inoxidable entre otros.

.Batería o regulador de voltaje de 2.5 v o 3 v o 12 v

.Frasco gotero con peróxido de hidrógeno.

.Tapón de hule

. 2 electrodos de soldar.

. 3 tubos 4 ml con caldos y bacteria.

.Solución salina fisiológica 0.85%

.Anticoagulante

Método de ensayo

En la fig 1. Se observa el fundamento de modelo es un circuito cerrado herméticamente, en el matraz kitasato 1 están los eritrocitos, el caldo de TSC o tioglicolato con la bacteria a concentraciones exponencial de más de 10^5 de *Staphylococcus epidermidis aureus*, solución salina fisiológica 0.83%, se le aplica peróxido de hidrógeno reacciona con las bacterias y los eritrocitos que contiene altos iones hidrógeno, así como porque tienen la enzima catalasa se forma vapor de agua que es una nube de gas de oxígeno con agua. Se conectan dos electrodos de soldadura u otro material conectado a una fuente de voltaje de 12 v donde se acumula en el negativo el hidrógeno y en el positivo el oxígeno.⁵

Luego este pasa al segundo matraz conteniendo oxígeno e hidrógeno más agua proveniente del matraz 1 pasa por

una manguera donde se recolecta el agua y gas producido por las bacterias al matraz 2.

El hidrógeno se encuentra en el cátodo, y oxígeno en el ánodo en que se liberar como burbujas, siendo el volumen del gas de hidrógeno mayor que la del oxígeno.

Cada electrodo debe estar conectado al agua producida por la bacteria, al haber agua suficiente se conecta el circuito, en el caso contrario puede explotar la mezcla de ambos gases como se mencionó anteriormente.⁵

Se deduce fórmula concentración iones hidrógeno en el experimento:

Iones hidrógeno = 1/número de bacterias y/o eritrocitos.

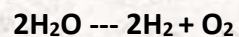
Es decir a mayor concentración de bacterias y número de eritrocitos mayor es la producción de iones hidrógenos, es una relación inversamente proporcional, por lo tanto la biomasa de agua y gas dependerá de la concentración de ambos.

Modelo de electrolisis.

La electrolisis del agua es la descomposición de agua (H₂O) en los gases oxígeno (O₂) e hidrógeno (H₂) por medio de una corriente eléctrica a través del agua.

Se produce la captación de iones hidrógeno por medio de electrodos a base de carbono y/o zinc. Algunas soluciones de electrólitos secos que lleva ácido silícico que es la forma hidratada del óxido de silicio que sirve para transportar o permitir el paso de los gases durante la reacción química y permite la fluidez de la corriente eléctrica homogénea en agua, para que separe en hidrógeno y oxígeno respectivamente.⁷

La reacción química se expresa por reducción del cátodo y ánodo:



Método químico

Se utiliza el peróxido de hidrógeno en las bacterias grampositivas para que liberen agua y oxígeno, en la práctica se ve un burbujeo vigoroso. Todos los cocos grampositivos tienen la enzima catalasa por lo que al reaccionar con el peróxido se produce la catálisis.²

Por cada cantidad de biomasa de bacterias se liberan 4 hidrógenos más 2 iones de oxígeno. Si la concentración de bacterias es mayor entonces la relación es por cada dos moléculas de hidrógeno liberado sale una molécula de oxígeno multiplicada por la exponencial $> 10^5$. Aumentando así el volumen de iones hidrógeno el doble que la del oxígeno.²

Se hace un cultivo o siembra de la bacteria con caldo de TSC o Tioglicolato se coloca peróxido de hidrógeno para diferenciar género de *Staphylococcus* de

RESULTADOS Y DISCUSION

El hidrógeno es el más ligero de los gases conocidos en función a su bajo peso específico con relación al aire según la tabla periódica de los elementos. A nivel experimental de fusión, se tiene cuatro átomos de hidrógeno se combinan para formar un átomo de helio, liberando gran cantidad de energía en forma de radiación igual que la del sol a diferente concentración.^{2,5,6,7}

Cuando un átomo o molécula



FOTO 4. Circuito electrólisis y catálisis de bacterias y eritrocitos.

Streptococcus porque el segundo género no tiene la enzima peroxidasa o catalasa. Ver foto 2.^{8,10,11}, se hace por separado sin eritrocitos porque da falso positivo. Se tipifica la bacteria y se procede a hacer alícuotas en placas y/o caldos con TSC y tioglicolato en eritrocitos.

(inicialmente neutro) pierde o gana electrones adquiere una carga positiva o negativa respectivamente, formándose entonces un ion. Si el ion ha ganado electrones (tiene carga negativa) se denomina anión mientras que si ha perdido electrones (tiene carga positiva)

*Medico microbiólogo clínico Scientific Research. Catedrático de la Universidad de El Salvador. Facultad de Medicina

se denomina catión. En disolución acuosa, muchos compuestos se disocian dando lugar a aniones y cationes, que por su carga eléctrica, se dirigen a electrodos distintos al efectuar una electrólisis.⁵

La electrólisis es un proceso donde la

El agua (H₂O) tiene una molécula que se compone de dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno. La electrólisis del agua, en la cual el paso de corriente descompone el líquido en sus elementos constituyentes, hidrógeno y oxígeno.



energía eléctrica cambiará a energía química. El proceso sucede en un electrólito que una solución acuosa o sales disueltas que den la posibilidad a los iones ser transferidas entre dos electrodos, el agua por sí sola no es conductora de iones. El electrolito es la conexión entre los dos electrodos conectados con una corriente directa.⁷

Los procesos de **óxido reducción** se dan porque en el **Ánodo**: es un electrodo en el cual se produce una reacción de oxidación, obteniéndose oxígeno puro por lo tanto se oxida el ion hidróxido a oxígeno gas. **Cátodo**: es un electrodo en el cual se produce una reacción de reducción es decir libera electrones, obteniéndose hidrógeno puro por lo tanto se reduce el ion hidrógeno a hidrógeno

gas. ² El hidrógeno es un gas incoloro, inodoro, insípido, altamente inflamable y no es tóxico. Para almacenar el hidrógeno se utiliza el líquido criogénico el método utilizado para almacenar grandes cantidades de hidrógeno o mediante fibras de carbono, Con el experimento se obtuvo una energía eléctrica y una energía térmica. ²

En la foto 4. Se tiene el circuito de electrolisis observamos en el matraz 1 la formación de burbujeo violento por la acción enzimática y de Solución salina fisiológica en presencia de catalasa producida por efecto de los cocos grampositivos y de eritrocitos, se forma una nube de vapor que pasa al matraz 2 en forma de agua y gas en que se observa una bolsa se infla por acción del gas hidrógeno. En el ánodo se observa un mayor burbujeo que indica hay presencia y liberación de iones hidrógeno.

En **la fig 2** se tiene que el proceso de obtención de hidrógeno, tiene varias etapas que son: ***catálisis, separación, electrolisis y purificación.*** En el primer caso se acelera la velocidad de la reacción por dos métodos uno enzimático y otro químico, se capta el hidrógeno por

electrolisis. Se produce una nube de vapor que contiene agua y oxígeno con desprendimiento de iones hidrógeno que pasa a otro matraz.

CONCLUSIONES

El electrodo negativo capta los iones hidrógeno en proporción a la biomasa de las bacterias obteniéndose iones hidrógeno como combustible.

REFERENCIAS.

1. Bailey y Scott, Diagnóstico bacteriológico, 12ed panamericana, Argentina, 2007.
2. Brooks, G:F: y Moarse. Microbiología Médica de Jawetz, Melnick. 18 edic. Edit. Manual Moderno. Mexico .2005
3. Burriel Martí, y otros Química analítica cualitativa, , Editorial Paraninfo 2007
4. Chambers H. Methicilin Resistance in Sthaphylococci: Molecular and Biochemical Basis and Clinical Implications.Clin.Microbiol.Rev. 1997.
5. Henry, JB. Diagnóstico y tratamientos Clínicos por el laboratorio. 9ª. Edición. Ediciones

*Medico microbiólogo clínico Scientific Research. Catedrático de la Universidad de El Salvador. Facultad de Medicina

- científicas y técnicas, S.A. Barcelona, España. 1993
6. Hydrogen, properties, uses and applications.
<http://www.uigi.com/hydrogen.html>
 7. **Internet.** [Baterias de gel](#) link
 8. **Internet.**
<http://www.evworld.com/article.cfm?storyid=933>
 9. Koneman, Diagnostico bacteriológico, texto y atlas a color, 6ed, Panamericana, Argentina, 06.MacFadin, Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica, 3ed, Panamericana, Argentina, 2003.
 10. Maradan C., Moreira B., Boyle-Vavra S. et al. Antimicrobial resistance in *Staphylococcus*. Infectious Diseases of North America. 1997.
 11. Murray P:R: ,Rosentahl. Microbiología Médica. 5ª edición, Elsevier. España. 2006
 12. Sherris, DC: Y Champoux, C. Microbiología Médica, 3ª ed., Ediciones Doyma, 1993.
 13. Waldvogel FA. *Staphylococcus aureus*. Mandel, Douglas, Bennet Principles and Practice of Infectious diseases.. 2000.
 14. Zinsser. Microbiología 20ª ed. Editorial Médica Panamericana, 1994.