

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor



Biohidrógeno a partir de basura orgánica

La Paz, B.C.S., a 21 de noviembre de 2010



Virginia Montiel Corona¹, Ana Rosa Sánchez Camarillo²
José Antonio Guevara García^{2*}



¹CINVESTAV-IPN, Depto. de Biotecnología y Bioingeniería, Grupo de Biotecnología Ambiental y Energías Renovables.

²Universidad Autónoma de Tlaxcala, Fac. de Ciencias Básicas, Lab. de Investigación en Bioinorgánica y Biorremediación (jaguevarag@gmail.com)

Resumen

En este trabajo se reporta la producción de biogás a partir de residuos de frutas y verduras, utilizando como inóculo una mezcla de lodo activado y excreta de vaca (50:50) en reactores de 1.8 L en ambiente anaerobio. Se aplicó choque térmico al inóculo con el objetivo de favorecer la producción de hidrógeno. Se utilizó un diseño factorial 2x3 con los factores inóculo (nivel bajo y alto) y cascarón de huevo (nivel nulo, bajo y alto). Este último tuvo un efecto significativo positivo sobre la variable de respuesta producción de biogás, siendo ésta la primera vez que se reporta la utilización de cascarón de huevo como amortiguador de pH en biorreactores anaerobios.

Palabras clave: biohidrógeno, residuos orgánicos, fermentación.

Abstract

Biogas production, from fruits and vegetables residuals, is reported in this work. It was achieved using as inoculum a mixture of waste activated sludge and cattle manure (50:50) in reactors of 1.8 L, in anaerobic environment. Thermal shock was applied to the inoculum in order to favor hydrogen production. A 2x3 factorial design was used with the factors inoculum (low and high level) and egg shell (null, half and high level). This last had a significant positive effect on the response variable biogas production, being this work the first report ever over the use of egg shell as pH buffer in anaerobic bio-reactors.

Key words: biohidrogen, Organic waste, fermentation.

Area temática: Área 7. Ingenierías

Problemática

El uso de combustibles fósiles para obtener energía ha provocado entre otras cosas el calentamiento global. Por esta razón, en las últimas décadas ha surgido la necesidad de buscar nuevas fuentes de energía alterna, una de ellas es el hidrógeno (H₂). Sin embargo, actualmente el H₂ es más caro que la gasolina y con un costo ambiental alto derivado de la energía que se requiere para producirlo. La mayor parte del H₂ comercializado proviene del metano o de la oxidación parcial de las fracciones más pesadas del petróleo, o de la gasificación de carbón mineral, y sólo un pequeño porcentaje se genera electrolíticamente.

La alternativa es producir H₂ por métodos biológicos (biohidrógeno) usando microorganismos, la cual es una nueva y excitante área de la biotecnología que utiliza fuentes renovables como la biomasa (materia orgánica proveniente de residuos orgánicos, municipales, industriales, agropecuarios y forestales) para la producción de hidrógeno por medio de la fermentación oscura y la foto-fermentación. Ayudando además a encontrar soluciones a la disposición final de la basura orgánica.



Fig. 1. Vista de los reactores utilizados para la producción de biohidrógeno.

Usuarios

Las dependencias federales como la SENER, SAGARPA, SEMARNAT, SEDESOL son potenciales usuarios de esta propuesta para incorporarla en sus políticas públicas. De forma directa la producción de hidrógeno, por métodos biológicos, se puede aplicar a nivel municipal, en las industrias de alimentos y agropecuarios e incluso a nivel particular, empleando los residuos orgánicos. Como caso tipo, replicable en todo el país, se presenta como usuario directo al municipio de la Cd. de Apizaco, Tlaxcala, empleando los residuos de frutas y verduras generados en los mercados municipales.

Proyecto

En México han empezado a aparecer grupos de investigación que trabajan en la producción biológica de H₂. Uno de ellos es el grupo de Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas encabezado por la Dra. Moreno, en la Unidad Académica Juriquilla del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Otro grupo es el del Dr. Héctor M. Poggi Varaldo del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV-IPN, particularmente el Dr. Poggi trabaja en la producción de biohidrógeno con bacterias como la *Rhodospseudomonas palustris*, y con cultivos mixtos, en fermentación oscura y fotoheterotrofia, y recientemente el grupo de investigación en la Universidad Autónoma de Tlaxcala ha comenzado esta línea y ya se tienen produciendo hidrógeno con algunas cepas mixtas aisladas de diversas partes de la trayectoria del río Zahuapan.

El objetivo principal de este trabajo fue producir biogás por digestión anaerobia empleando como sustrato los residuos de frutas y verduras generados en la Cd. de Apizaco, Tlaxcala y determinar la viabilidad del cascarón de huevo como amortiguador de pH durante la fermentación.

Para la producción de biogás, se trabajó con la proporción de dos factores: inóculo y cascarón de huevo. Para ello se planteó un diseño factorial 2X3. Los experimentos se hicieron en reactores de 1.8 L, en lote, por duplicado, incubados a 35±2 °C en condiciones anaerobias, y con un tiempo de operación de 15 días (Figura 1). Como inóculo se empleó lodo activado, sometido a choque térmico para seleccionar microorganismos del género *Clostridium* que son buenos productores de H₂. Diariamente se midió el biogás producido y se realizó la prueba de la flama para saber si el biogás producido era combustible.

El pH se midió al arranque de los reactores y al término de su operación. Las variables de respuesta fueron: producción acumulada de biogás (mL) y variación de pH (DpH = diferencia entre el pH inicial y el final). Para establecer si los factores (cascarón de huevo e inóculo) influyeron de manera significativa en las variables, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA). Para la primera variable, la prueba estadística demostró que la producción acumulada de biogás responde significativamente al factor cantidad de cascarón de huevo. El factor inóculo y la interacción inóculo-cascarón de huevo no influyeron significativamente en la producción de biogás. En la Figura 2 se muestra el efecto de la cantidad de cascarón de huevo sobre la producción acumulada de biogás. El nivel alto contribuyó a la mayor producción de biogás, seguido por el nivel medio y en último lugar el nivel bajo o nulo con 893, 486 y 215 mL de hidrógeno, respectivamente. En todas las mediciones de producción de biogás la prueba de la flama fue positiva.

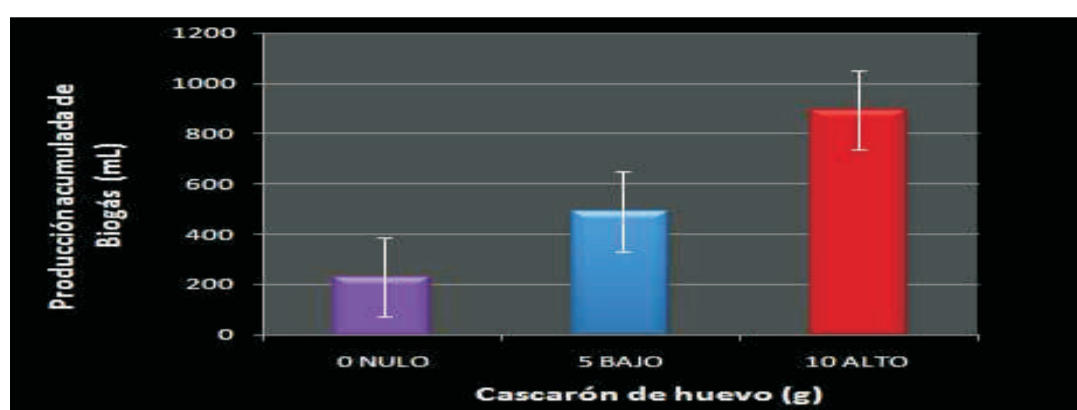


Fig. 2. Producción acumulada de biogás para los experimentos con 0, 5 y 10 gramos de cascarón de huevo.

Para la segunda variable, el resultado del análisis de varianza demostró que la variación de pH también respondió significativamente al factor cantidad de cascarón de huevo y a la interacción inóculo-cascarón de huevo. La Figura 3(a) muestra la variación promedio de pH en ambos casos. Los valores de pH finales estuvieron siempre por debajo de la neutralidad, debido a la conversión de los carbohidratos contenidos en los desechos vegetales en ácidos orgánicos de cadena corta. En la Figura 3(a) también se aprecia que hubo una mayor variación de pH en los experimentos donde no se agregó cascarón de huevo. Esto indica que el cascarón de huevo contribuyó de manera positiva a evitar que el pH descendiera demasiado, lo que repercutió en una mayor producción de biogás al mantener a los microorganismos a un pH cerca al neutro. Se sabe que cuando el pH baja demasiado la producción de H₂ es desviada a la producción de solventes como acetona, etanol y metanol, proceso conocido como solventogénesis. En los experimentos donde no se agregó cascarón de huevo, el pH final promedio fue de 4.6, el cual no es propicio para la producción de biohidrógeno. Los experimentos donde se presenta una mayor producción de biogás mantuvieron el pH final en promedio cerca de 5.5.

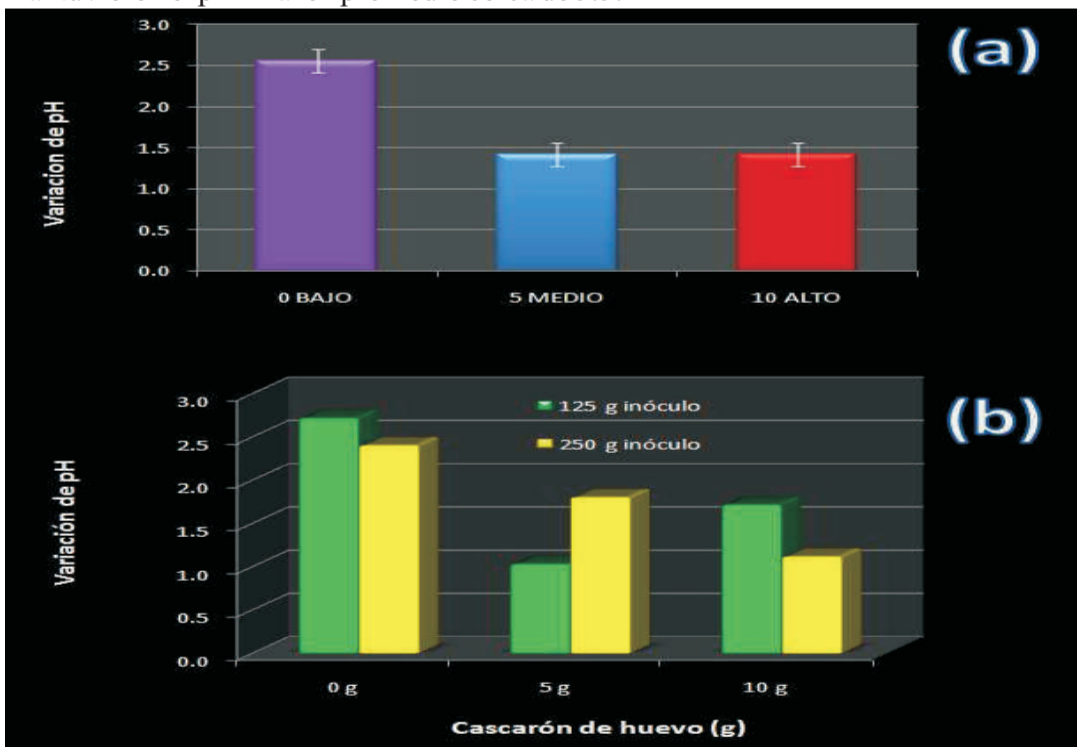


Fig. 3. (a) Variación de pH promedio para los experimentos con 0, 5 y 10 gramos de cascarón de huevo; (b) Variación de pH promedio debida a la interacción inóculo-cascarón de huevo.

La Figura 3(b) muestra la interacción inóculo-cascarón de huevo. Los experimentos sin cascarón de huevo y con 125 y 250 g de inóculo presentaron una variación de pH arriba de 2.5 unidades. Los reactores con 5 g de cascarón presentaron una variación menor de pH con 125 g de inóculo que con 250 g; y en los alimentados con 10 g de cascarón de huevo, la mayor variación se dio en los reactores con 125 g de inóculo.

Impacto socioeconómico

La utilización exclusiva de materiales de desperdicio para la producción de hidrógeno, sin reactivos químicos, con un proceso sencillo y económico lo hace atractivo para su aplicación a escala a nivel municipal, en todo el país. Se han puesto muchas esperanzas en el empleo de las celdas de combustible de H₂ para la obtención de energía, porque no genera CO₂, además de que la eficiencia de las celdas es mucho mayor que la de los motores de automóviles: la energía química del hidrógeno en una celda puede convertirse en electricidad hasta un 80% mientras que la gasolina en los motores solo llega al 20%. El petróleo es actualmente la fuente de energía más consumida en el mundo, pero se encarece debido a su escasez, costos de producción y transporte; además de su efecto negativo post combustión por la generación de gases con efecto invernadero (GEI). La manera sustentable de solucionar el problema, es que cada país pueda producir el energético que requiere utilizando sus recursos para producir energía renovable a escala local. La aplicación de fuentes alternas de energía más limpias y eficientes, a partir de desechos orgánicos, tendrá un impacto socioeconómico muy importante, incluso tiene la posibilidad de aplicarse a nivel doméstico en todos los hogares mexicanos.

Contacto: <http://pcti.mx>, huelasco2008@hotmail.com