

RESUMEN

El presente trabajo de grado, consiste en la obtención de bioetanol a través de materia lignocelulósica. Al hablar de bioetanol es imprescindible hablar de biocombustibles siendo Brasil en 1975 con la crisis del petróleo que empezó a producir con el objetivo de reemplazar a la gasolina, hoy en día Brasil es el mayor productor de bioetanol a nivel mundial con 15.098 millones de litros seguido de EE.UU. con 12.907 millones de litros teniendo como materia prima la caña de azúcar, sorgo y maíz. En Bolivia desde el 2018 se implementaron políticas para la producción de etanol como fuente de energía, que consiste en la generación de 80 millones de litros de alcohol anhidro en 2018 y 380 millones de litros hasta 2025. Todas estas políticas tanto a nivel internacional como nacional es con un solo objetivo. Fuera de buscar nuevas fuentes de energía y reemplazo al petróleo, es de tener mayor conciencia con la naturaleza y llegar a tener combustibles más amigables con el planeta.

El bioetanol se obtiene a partir de la fermentación de los azúcares, dentro de la investigación siendo en de 2G el que no afecta al consumo humano, como el marlo del maíz u olote contiene celulosa, hemicelulosa y lignina; siendo la celulosa que se llega a usar como azúcares para la fermentación. En el proceso existen distintos métodos para la obtención de bioetanol teniendo un mejor resultado en costo, rendimiento y tiempo de obtención el método de hidrólisis ácida diluida.

Dentro la parte experimental del proceso primeramente se realizó un acondicionamiento de la materia prima en el cual se incluye el lavado, secado y reducción de tamaño de la materia prima, luego llevamos al proceso de hidrólisis en el equipo eléctrico tipo baño maría con una temperatura dada de 90 °C, la solución para la hidrólisis se realizó con ácido sulfúrico en concentraciones de 4 y 7 % v/v. la hidrólisis fue sometida durante 1.5 y 2 horas, con una relación de 1:12.5 m/v. En el hidrolizado obtuvimos un líquido que corresponde a los azúcares reductores y un sólido que es la lignina y celulosa que no reaccionó, por medio de una filtración al vacío se realizó la separación de la lignina, para luego realizar la neutralización de las muestras hidrolizadas con solución de hidróxido de sodio 6 M, esto se realizó con el objetivo de

regular el pH a un nivel 5,3. Una vez listo las muestras la solución se mezcló con la levadura patata Dextrosa (YPD) al 12 y 14 % del peso total de los azúcares reductores totales cuantificada en cada muestra y se procedió a colocar en el fermentador casero en un lapso de 15 días aproximadamente controlando el pH y los °Brix dos veces al día y realizando una agitación constante por 10 minutos cada fermentador para tener activas las levaduras.

Una vez que se concluyó todo el proceso de la fermentación, se realizó la destilación tomando en cuenta la temperatura de 78°C para esto se usó el rota vapor obteniendo así el bioetanol, se realiza la medición del grado alcohólico con el alcoholímetro Gay Lussac, obteniendo un promedio de 12.5 de grado alcohólico y un promedio de volumen de 45.81 ml, así también el índice de refracción con el refractómetro y un rendimiento del 68.12 % como promedio.

Como conclusión se logró obtener el bioetanol a partir del marlo de maiz, considerando que es un proceso demasiado complejo y su costo de producción es mayor al de la caña de azúcar con lo que se recomienda que no es muy viable su obtención, sin embargo se puede realizar estudios de perfectibilidad para tener un dato más certero y seguro del proceso.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

En la actualidad hablar de energía y no hablar de biocombustibles es casi imprescindible. El tema del calentamiento global es de igual forma uno de los más mencionados, no sólo en el entorno político, sino entre la comunidad científica.

Los aumentos en la temperatura del planeta han sido el principal motor de una serie de teorías alrededor de los gases de invernadero y sus efectos demoledores para el planeta. Para solucionar, o por lo menos parchar temporalmente este grave problema, una de las herramientas más aceptadas social y científicamente es la sustitución de los combustibles fósiles por energías alternativas y concretamente hoy en día la más viable es la producción de bioetanol. (César L. Delval, 2013).

El Instituto Boliviano de Comercio Exterior en el año 2008 nos indica que los biocombustibles líquidos más utilizados a nivel mundial son el bioetanol y el biodiesel, para emplearse en motores a explosión y a compresión, respectivamente. En este sentido actualmente existen políticas de comercialización, estandarización y fomento a la producción de los mencionados combustibles. (IBCE, 2008).

Producción de bioetanol a nivel mundial

Los primeros esfuerzos de producción de biocombustibles se remontan a los primeros días del automóvil. Sin embargo, éstos fueron rápidamente reemplazados por un petróleo barato, el cual se mantuvo sin grandes competidores hasta la crisis del petróleo de los años 1970s, la que indujo a los gobiernos a explorar fuentes de combustibles alternativas. En 1975 el Gobierno de Brasil lanzó el programa PROALCOOL para reemplazar la gasolina importada por bioetanol producido a partir de caña de azúcar cultivada localmente. Fue entonces que los biocombustibles comenzaron a ser vistos como una alternativa seria al petróleo. A continuación observaremos la producción a nivel mundial de bioetanol de acuerdo a los distintos continentes. (IEA, 2004; RFA, 2005).

Tabla 1 Producción global de bioetanol.

País	Bioetanol		
	Producción (millones de litros)	Uso típico	Cultivo energético
AMÉRICA			
Brasil	15.098	E26	Caña de azúcar
EE.UU.	12.907	E10; ALFO DE E85	Maíz (95%), sorgo
Canadá	231	E10; ALFO DE E85	Trigo y paja
Colombia	900 t/día	E10; ALFO DE E85	Caña de azúcar
Argentina	42	E5	
UNIÓN EUROPEA			
Francia	829		Remolacha y trigo
España	299		Trigo, cebada y vino
Alemania	269		Centeno y trigo
Italia	151		Trigo
Suecia	98	E5; E85	Productos forestales
ASIA			
China	3.649	E5	Maíz, yuca, arroz y batata
India	1.749	E10	Caña de azúcar
Tailandia	280		Caña de azúcar y yuca
Indonesia	167		Caña de azúcar
Filipinas	83		Caña de azúcar
ÁFRICA			
Sudáfrica	416		Caña de azúcar y maíz
Malawi	6	Incentivando el uso	Caña de azúcar
Ghana	6	Incentivando el uso	Caña de azúcar y maíz
Zimbabwe	6		Caña de azúcar
Kenya	3		Caña de azúcar
OCEANÍA			
Australia	33		Caña de azúcar

Fuente: IEA, 2004; RFA, 2005. European Biodiésel Board; Australian Task Force, 2005; IPS 2006.

Producción de bioetanol en Bolivia

Un aspecto fundamental para impulsar la producción y el consumo de biocombustibles son las políticas públicas. En Bolivia desde el 8 de marzo del 2018 se implementaron políticas para la producción de etanol como fuente de energía, la política del gobierno después de un amplio análisis firma con la Federación de Empresarios Privados de Santa Cruz (FEPSC) un acuerdo de entendimiento para la producción de etanol, que consiste en la generación de 80 millones de litros de alcohol anhidro en 2018 y 380 millones de litros hasta 2025. (IBCE, 2017).

En nuestro país (Bolivia) después de muchos años de análisis y por la caída de la producción de volúmenes del petróleo, se vio una alternativa de poder producir una nueva fuente de energía que valla a respaldar al consumo de los hidrocarburos. Este es el etanol que hoy en día se basa por medio de la producción de la caña de azúcar.

Es un primer paso que se da para una nueva fuente de energía, que a su vez es un proyecto amigable con el medioambiente porque reducirá la contaminación de las emisiones de CO₂ al menos en un 6%, impulsará la política de seguridad energética a través de una reducción gradual de importaciones, reducirá la subvención por reemplazo de alcohol anhidro con gasolina importada, garantizará el abastecimiento de combustibles, fortalecerá los lazos entre el sector privado y el Estado e incrementará la productividad de caña de azúcar, indicó la IBCE (Instituto Boliviano de Comercio Exterior). (IBCE, 2017).

En una combinación que han denominado los empresarios privados de Santa Cruz y el Gobierno Nacional, como casi perfecto, los ingenios azucareros de Santa Cruz, Guabirá, Unagro y Aguaí. Comenzaron a invertir en plantas de hibridación de alcohol anhídrido-etanol, ampliación de los cultivos de caña, soya y maíz transgénico y generación de energía, lo que lleva al país a ingresar en un nuevo modelo productivo y económico. (IBCE, 2017).

“La sustitución del aditivo químico por el vegetal –etanol– permitirá los primeros ocho años al país la mezcla de 380 millones de litros de gasolina con etanol –alcohol– con una proyección de producción de 700 millones de litros en 15 años, ingresos por 480 millones de dólares a las cuentas del Estado”.

Por su parte, YPFB (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos), aseguró que la producción de etanol se extenderá también a los ingenios San Buenaventura, La Paz; y Bermejo, de Tarija. El proyecto no afectará la seguridad alimentaria del país. (IBCE, 2017).

Tabla 2 Exportación de alcohol etílico sin desnaturalizar.

Departamento	Volumen (kg brutos)	Valor (\$us)
Santa Cruz	55 921 511	30 321 727
Tarija	3 736 360	2 074 075

Fuente: IBCE, 2017.

Objetivos

Objetivos generales

- Obtener experimentalmente Bioetanol a partir de materia lignocelulósica de residuos del maíz amarillo (marlo u olote), en el LOU (Laboratorio de Operaciones Unitarias) de la UAJMS.

Objetivos específicos

- Caracterizar la materia prima, para su utilización en la fase experimental de la investigación.
- Realizar una matriz de decisión para demostrar el proceso experimental de la obtención de Bioetanol a partir del marlo de maíz por el método de hidrólisis acida diluida.
- Realizar la parte experimental para la obtención de Bioetanol a partir del marlo del maíz.
- Realizar un balance de masa y energía para obtener experimentalmente Bioetanol.
- Presentar, Analizar los resultados de la obtención experimental de Bioetanol.

Justificación

Justificación socioeconómica

El presidente de la Cámara de Industria y Comercio de Bolivia, la producción de bioetanol hará crecer un 1% más el PIB de Bolivia; razón a lo cual se deben plantear proyectos que tengan que ver con la necesidad de analizar, evaluar e informar sobre los beneficios de esta energía alternativa, no solo a los actores sino a la población en general. En este entendido con el presente proyecto se pretende generar una nueva alternativa para la complementación del complejo productivo del maíz a través del aprovechamiento del marlo como materia prima para la elaboración de bioetanol garantizando la compra del mismo; esto conlleva la ampliación de nuevas tierras agrícolas, la generación de empleo en las regiones, mejorando la calidad de vida de los agricultores, así también dando oportunidad a nuevas familias de producir la materia prima. (Arias J. 2018).

Justificación técnica

En la presente investigación se determinarán las condiciones apropiadas para que a través del método a elegir se obtenga bioetanol tomando como materia prima el marlo de maíz amarillo (olote), como fuente celulósica, de igual forma se establecerán las variables óptimas de proceso como ser: temperatura, pH, tiempo y concentración, como principales factores para alcanzar una producción eficiente y por ende una rentabilidad apropiada para la posterior comercialización del bioetanol.

Justificación ambiental

El bioetanol en la mezcla con gasolina, reduce las emisiones de monóxido de carbono (CO) sin incrementar la de óxidos nitrosos (NO_x). La mezcla de 10 % de etanol al combustible trae los siguientes beneficios: reducción de un 30 % de las emisiones de monóxido de carbono y la disminución entre un 6 % y un 10 % de reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera. Esto hace que el mismo combustible sea más amigable con el medio ambiente.

Justificación personal

Con el siguiente trabajo de grado, se pretende confrontar y fortalecer los conceptos adquiridos durante el tiempo de formación académica en la universidad. Dando una aplicación a los conceptos teóricos que se han adquirido, enriqueciendo conocimientos en las áreas que se presenta en el trabajo y aportando con un modelo del proceso de la obtención de bioetanol a partir de materia lignocelulósico.