



# Producción de bioetanol mediante residuos de maíz

Ángel Ríos Maldonado

Universidad Modelo. Campus Mérida. Facultad de ingeniería. Aparcamiento, Mérida, Yucatán, México. C.P. 97305.  
15222442@modelo.edu.mx

*Palabras clave: Maíz, Bioetanol, Residuos, Producción*

**Resumen.** Este proyecto se enfoca en la producción de bioetanol mediante el pretratamiento, fermentación y separación del bacal de maíz, analizando este tipo de residuo con cada proceso necesario para obtener bioetanol, considerando las medidas químicas y físicas necesarias para un bioetanol.

**Antecedentes.** La gasolina es una mezcla de hidrocarburos derivada del petróleo. Se utiliza como combustible para diversos motores, entre ellos destacan los de combustión interna, se usa en calefacciones e incluso en lámparas. Para poder usar la gasolina en motores de combustión interna, ésta tiene que cumplir con unas condiciones para el correcto funcionamiento del motor, pero también requisitos de tipo ambiental. Una de estas propiedades es el índice de octano u octanaje. (Ainhua, 2021)

Pemex reporta que la mayoría de las gasolinas comercializadas en el país se importan de Estados Unidos y su principal materia prima es el petróleo, cuya cotización subió de 76.07 dólares por barril en julio de 2023 a 81.80 el mes pasado. Al traer el combustible del extranjero también influye el tipo de cambio, de modo que entre mayor depreciación tenga la moneda mexicana, será más caro colocar gasolinas en el país. (T. Puga, 2024)

Las plantas aprovechan la radiación solar para su metabolismo a través de la fotosíntesis, que es un proceso mediante el cual éstas transforman la energía solar en energía química. La biomasa es la fuente más abundante de material lignocelulósico en el mundo y puede ser aprovechada para la producción de energía por tratarse de una fuente natural renovable. (Carlos G, 2016)

Para utilizar los residuos lignocelulósicos como fuente en la producción de bioetanol, es necesario conocer el porcentaje de los tres principales componentes químicos que define la estructura de la biomasa lignocelulósica: porcentaje de celulosa, hemicelulosa y lignina. Los cuales, se encuentran almacenados en las hojas y tallos de los diferentes cultivos como el maíz, el sorgo y la caña de azúcar, entre otros. (Rubín E, 2008)

Las tecnologías de producción de etanol hacen referencia a procesos de fermentación e hidrólisis de materias primas comestibles (caña de azúcar y maíz), las cuales a nivel mundial están bastante maduras. No obstante, en virtud de la enorme polémica global con relación al posible desabastecimiento de alimentos derivado de la producción masiva de biocombustibles, se están investigando otras fuentes, con mayor énfasis en biomasa residual de procesos industriales, los llamados biocombustibles de segunda generación. (Delmar A, 2006)

El etanol es un biocombustible de primera y segunda generación, alternativo a los combustibles fósiles, fabricado a partir de material vegetal. Su combustión emite a la atmósfera una cantidad de CO<sub>2</sub> que será absorbida por otra planta en el proceso de fotosíntesis. (Lamoureux, 2017)

Cabe destacar que la producción de biocombustibles a partir de cultivos locales puede terminar con la dependencia y el gasto en combustibles importados, mejorar la autosuficiencia de las sociedades y generar empleos. (Bendeck, 2017)



El residuo sólido de maíz es un combustible, por lo tanto, es necesario realizarle la caracterización detallada para determinar sus propiedades y la calidad de la biomasa como combustible. La caracterización se basa en el conocimiento de las características químicas, físicas, geométricas y minerales del combustible. (Saidur, 2011)

Una investigación se basó en el empleo de etanol hidratado para mezclar con gasolina y diésel, de tal forma que se mezcló un 25% de etanol tanto en gasolina como en diésel para obtener un combustible eficiente y funcional. (Ríos, 2013)

## **Materiales y métodos.**

### *Materiales y equipos*

- Residuo de maíz (baca)
- Ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ )
- Agua
- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Levadura S. Cerevisiae
- Sulfato de amonio ( $(NH_4)_2SO_4$ )
- Azúcar
- Molino manual
- Bascula calibrada
- Vasos de precipitado
- Probeta
- Matraz Erlenmeyer
- Pipeta
- Calentador magnético
- Papel aluminio
- Papel filtro
- Campana de extracción
- Rotavapor

### *Metodología.*

- I. Para iniciar este proceso se necesita la recolección de la materia prima, esta se lleva al proceso de lavado y secado, esta se lava con agua, procede al secado, el cual se realiza con 96 horas de luz solar y estando en un horno a  $80^{\circ}C$  por 30 horas.
- II. En un molino manual se lleva a cabo la reducción de tamaño de la materia prima, lo óptimo es dejarla de 3mm a 6mm, esto hace que sea más fácil el proceso en los pasos siguientes.
- III. En un vaso de precipitado se toma con una pipeta 1% de ácido sulfúrico con respecto a la materia prima, este en la campana de extracción es colocado con mucho cuidado en la materia prima, además se le agrega un 50% de agua con respecto a la materia prima.
- IV. Este se deja un tiempo mientras el ácido reposa dentro de la materia.
- V. El siguiente paso es realizar la explosión a vapor, se coloca en un matraz Erlenmeyer la materia prima a como se encuentra, se le agrega un 132% de agua y en el agitador magnético es calentado a una temperatura de  $180^{\circ}C$ .
- VI. Este se realizará hasta que el agua empiece a evaporar de tal manera que sea notorio. Después a eso se deja la materia reposar por 24 horas.
- VII. En un matraz Erlenmeyer se agregan 6g de levadura S. cerevisiae, 0.5g de sulfato de amonio, 1.5g de azúcar y 100ml de agua, este matraz es tapado con papel aluminio y es colocado en un agitador magnético girando y calentándose a  $38^{\circ}C$  por un periodo de 24 horas.
- VIII. Con el tiempo transcurrido, se toma la materia prima, se hace una separación sólidos de líquidos de una manera sencilla.
- IX. Se mide cuanto líquido es extraído de la materia prima, se coloca en un matraz Erlenmeyer y se le

anexa un 20% de las levaduras previamente preparadas.

- X. Esto se deja girando en un agitador magnético, correctamente sellado con papel aluminio por un lapso de 72 horas a una temperatura de 45°C.
- XI. Transcurrido el tiempo, se toma un papel filtro para realizar la filtración de este compuesto, tratando de dejar solo líquidos y ningún sólido.
- XII. Ya filtrado el producto, se lleva a un rotavapor a 80rpm y 45°C por aproximadamente 20 minutos, esto para destilar el bioetanol, de esta manera separándolo de todos los compuestos que existan dentro de ello.
- XIII. Como parte final, se realiza una deshidratación a vapor del agua que pueda contener el bioetanol.
- XIV. El resultado final será bioetanol, el cual será sometido a pruebas para comprobar la cantidad de pureza y las propiedades que este pueda tener para su uso.



**Fig.1** Diagrama del proceso completo de producción de bioetanol.

**Resultados.** Como parte de los resultados, se muestran parte de lo que se planteaba inicialmente, esto con el fin de tener un registro, inicialmente se tenía un inóculo de 150ml, entre los cuales debería de existir una parte de bioetanol concentrada para que sea destilada, al hacer la destilación se obtuvieron 10ml de etanol puro.

Esto refleja que el proceso es correcto, sin embargo, aún se necesita mejorar la eficiencia del producto, pues con esa materia se podrían tener más mililitros de producto final,

esto dependerá de las condiciones del proceso, los equipos, condiciones climáticas, etc.

Para la segunda prueba se arroja un resultado negativo, pues con 100 ml de mezcla con materia prima no se obtuvo algún ml de bioetanol. Recapitulando en el proceso se concluye que es por la fermentación que las levaduras tuvieron, ya que estas afectaron al resultado.

**Conclusión.** El proyecto demuestra el potencial de los residuos de maíz como una fuente de energía renovable y sostenible. Los resultados obtenidos son prometedores, alcanzando una eficiencia en el proceso de conversión de tal manera que es utilizable. Estos hallazgos demuestran la viabilidad técnica de esta propuesta y abren las puertas a su escalamiento industrial. Sin embargo, reconocimos ciertos desafíos, como en el uso de los equipos, materiales y sustancias, que podrían superarse mediante un proceso masivo. A largo plazo, esta tecnología puede contribuir significativamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular aquellos relacionados con la energía limpia y la gestión sostenible de los recursos.

**Perspectivas.** Un trabajo el cual tiene mucha capacidad de mejorar, el plan es dar un mejor análisis de materia prima y sobre todo obtener la mejor calidad de bioetanol posible.

**Conclusiones individuales.** Con esta metodología de trabajo se obtiene una definición adecuada de lo que se va a realizar en cada proceso y sobre todo fijar los tiempos que esto llevará, el proyecto se realiza en menos tiempo de lo planeado en un inicio, algo que si pudo llegar a afectar un poco los resultados. Sin embargo, se obtuvieron unos resultados adecuados, los cuales servirán para analizar lo que viene en el seguimiento de este proyecto. En la segunda prueba se presentaron algunas complicaciones durante el proceso, lo rescatable de esta prueba fue que



era más materia a la de la primera, lamentablemente por el detalle en la fermentación no se tuvo ningún ml de bioetanol. Esto dado de igual forma por temas con la institución que se mencionan en las discusiones.

### Referencias.

A. Delmar et al, "Biocombustibles en Colombia," 2009.

Ainhoa. (2021, 1 junio). ¿Qué es la Gasolina? | Renting Finders. *Renting Finders*.

<https://rentingfinders.com/glosario/gasolina/#:~:text=La%20gasolina%2C%20tambi%C3%A9n%20conocida%20en,calefacciones%20e%20incluso%20en%20l%C3%A1mparas.>

Alonso-Gómez, L. A. and L. A. Bello-Pérez, (2018). "Materias primas usadas para la producción de etanol de cuatro generaciones: retos y oportunidades." *Agrociencia*.

Grande Carlos, "VALORACION BIOTECNOLÓGICA DE RESIDUOS AGRICOLAS," 2016.

J. Lamoureux, "Diseño Conceptual de una Planta de Biodiesel," 2017.

J. Bendeck and O. -. Fede biocombustibles, "Boletín 165," 2017.

Puga, T. (2024, 27 junio). Refinerías dan paso hacia atrás y repunta combustible importado. *El Economista*.  
<https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Refinerias-dan-paso-hacia-atras-y-repunta-combustible-importado-20240626-0146.html>

Ríos Ignacio, "Estudio De la Formulacion etanol-diesel," 2013.

Rubin, E. M., (2008). "Genomics of cellulosic biofuels." *Nature*.

Saidur, R. et al, (2011). "A review on biomass as a fuel for boilers." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.