

OBTENCIÓN DE ETANOL A BASE DE LA SAVIA DE LA PALMA DE COROZO *ATTALEA BUTYRACEA*

OBTAINING ETHANOL FROM THE SAP OF THE COROZZO PALM *ATTALEA BUTYRACEA*

Autores

Ricardo Arosemena, Ana Castillo, Miriam Castillo, Valeria Castillo*, Raquel Chen, Ana Fuentes y Berneth Jaramillo

Área

Licenciatura en Ingeniería Industrial
Centro Regional de Veraguas
Universidad Tecnológica de Panamá

RESUMEN

El etanol o alcohol etílico se obtiene mediante la aplicación de varios procesos químicos, empezando por la fermentación para pasar a un proceso de destilación; dentro de este último, la fermentación alcohólica es la más utilizada. El etanol presenta una variedad de usos, que van desde combustibles, culinarios, farmacéuticos, industria química, entre otros. Una cualidad principal es su carácter renovable y la poca afectación al ambiente que produce. Los efectos ambientales que están desarrollando el cambio climático obligan a buscar alternativas de generación de combustibles y materias primas para la industria que reduzcan o mitiguen la afectación ambiental. El análisis beneficio/costo es elemento preponderante que definirá la mejor alternativa social y económica. En el presente proyecto, se logró obtener etanol de la savia de palma de corozo *Attalea butyracea*, las pruebas químicas preliminares, mostraron su buena calidad de flammabilidad. De esta forma, quedó demostrada la viabilidad técnica de producir etanol a partir de esta fuente vegetal, no obstante se hace necesario seguir investigando y documentando aspectos como volumen y eficiencia de producción y experimentar otras tecnologías que permitan mejores rendimientos, buscar nuevos mercados, fuentes de financiamiento, y a futuro investigar sobre la disponibilidad de áreas destinadas para la plantación, producción, macro de especies vegetales de este tipo de palmas y la localización de una futura planta de producción de etanol, entre otros.

PALABRAS CLAVES

Bio combustible, etanol, palma de corozo, tecnología

ABSTRACT

Ethanol or ethyl alcohol is obtained by applying various chemical processes, fermentation starting to move to a distillation process; within the latter, the alcoholic fermentation is the most used. Ethanol has a variety of uses, ranging from fuels, culinary, pharmaceutical, chemical industry, among others. A major quality is its renewable nature and little affectation to the environment that produces. Environmental effects that are developing climate change require using alternative generation fuels and raw materials for industry to reduce or mitigate environmental involvement. The analysis benefit / cost is a dominant element that will define the best social and economic alternative. In this project, we were able to obtain ethanol from the sap of corozzo palm *Attalea butyracea*, preliminary chemical tests showed its good quality of flammability. Thus demonstrated the technical feasibility of producing ethanol from the plant source, however it is necessary to continue investigating and documenting aspects such as volume and production efficiency and experience other technologies to better yields, new markets, sources financing, and future research on the availability of areas intended for planting, production, macro of plant species of this type of palms and location of future ethanol production plant, among others.

KEY WORDS

Bio fuel, ethanol, corozzo palm, technology

1. Introducción

La principal motivación para desarrollar cualquier trabajo de investigación está sustentada en el deseo de aportar conocimientos y experiencias que contribuyan al desarrollo de cierta actividad.

Un proyecto, descrito en forma general se basa en la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre muchas, una necesidad.

En la actualidad, una necesidad principal, es la obtención de energía, a este respecto, el etanol se convierte en una fuente importante de producción de energía, además presenta otros usos dentro de la actividad industrial.

El uso de biocombustibles se presenta como una competencia al uso de la tierra para la producción de alimentos, por el hecho de que la fuente de materia prima proviene de todo cultivo que produzca azúcares susceptibles de fermentación. El uso final que tenga el uso tierra es una discusión social económica que tendrá que realizarse, pues las repercusiones ambientales cada vez son más notorias.

1.1 Características del etanol

El etanol es un compuesto químico, conocido también como alcohol etílico. Es un alcohol que se presenta en condiciones normales de presión y temperatura como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78.4 °C.

Mezclable con agua en cualquier proporción; a la concentración de 95% en peso se forma una mezcla azeotrópica. El etanol a temperatura y a presión ambiente es un líquido incoloro y volátil que está presente en diversas bebidas fermentadas. [1, 2, 3]

1.1.1 Formas de obtener etanol

Para obtener el etanol, el compuesto debe pasar por varios procesos que permiten la obtención del mismo, los cuales se describen en los siguientes párrafos:

Fermentación alcohólica: es un proceso biológico de fermentación en ausencia de aire, originado por la actividad de algunos

microorganismos que procesan los hidratos de carbono (por azúcares, por ejemplo la fructosa glucosa sacarosa, sirve con cualquier sustancia que tenga la forma empírica de la glucosa, es decir, que sea una Hexosa.) para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol (cuya forma química es: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$), dióxido de carbono (CO_2) en forma de gas y unas moléculas de ATP que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico. [4]

El etanol resultante se emplea en la elaboración de algunas bebidas alcohólicas, tales como el vino, la cerveza, la sidra y otros. Aunque en la actualidad se empieza a sintetizar también etanol mediante la fermentación a nivel industrial a gran escala para ser empleado como combustible. [5]

La fermentación alcohólica tiene como finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno a partir de la glucosa. En el proceso las levaduras obtienen energía disociando las moléculas de glucosa y generan como desechos alcohol y dióxido de carbono CO_2 .

Purificación: el método más antiguo para separar el etanol del agua es la destilación simple donde los vapores producidos son canalizados hacia un condensador, el cual lo refresca y condensa de modo que el destilado no resulta puro. Su composición será idéntica a la composición de los vapores a la presión y temperatura dados.

No obstante la pureza está limitada a un 95-96% debido a la formación de un azeótropo de agua-etanol de bajo punto de ebullición. En el transcurso de la destilación hay que desechar la primera fracción que contiene principalmente metanol, formado en reacciones secundarias. Éste es el único método admitido para obtener etanol para consumo humano.

Para poder utilizar el etanol como combustible mezclándolo con gasolina, hay que eliminar el agua hasta alcanzar una pureza del 99.5 al 99.9%. El valor exacto depende de la temperatura, que determina cuando ocurre la separación entre las fases agua e hidrocarburos.

La literatura consultada hace referencia de que para obtener etanol libre de agua se aplica la destilación azeotrópica (en una mezcla con benceno o ciclohexano). De estas mezclas se destila a temperaturas más bajas el azeotrópo, formado por el disolvente auxiliar con el agua, mientras que el etanol se queda retenido. Otro método de purificación muy utilizado actualmente es la adsorción física mediante tamices moleculares.

A escala laboratorial, también se pueden utilizar desecantes como el magnesio, que reacciona con el agua, formando hidrógeno y óxido de magnesio, como hace referencia la literatura.

Síntesis química: el etanol para uso industrial se puede sintetizar mediante hidratación catalítica del etileno con ácido sulfúrico como catalizador. El etileno suele provenir del etano (un componente del gas natural) o de nafta (un derivado del petróleo). [4-5]

Tras la síntesis se obtiene una mezcla de etanol y agua que posteriormente hay que purificar mediante algunos de los procesos mencionados anteriormente.

Según algunas fuentes, este proceso es más barato que la fermentación tradicional, pero en la actualidad representa solo un 5% de la capacidad mundial de producción de etanol. [6]

1.2. Usos y aplicaciones

1.2.1 Generales

Además de usarse con fines culinarios (bebidas alcohólicas), el etanol se utiliza ampliamente en muchos sectores industriales y el sector farmacéutico, como excipiente de algunos medicamentos y cosméticos (es el caso del alcohol antiséptico 70° GL y en la elaboración de ambientadores y perfumes). Es un buen disolvente, y puede utilizarse como anticongelante, y también es un desinfectante.

Su mayor potencial bactericida se obtiene a una concentración de aproximadamente el 70%.

1.2.2 Industria química

La industria química lo utiliza como compuesto de partida en la síntesis de diversos productos, como el éter dietílico, acetato de etilo (un disolvente para pegamentos, pinturas, etc), entre otros.

1.2.3 Combustible

Se emplea como combustible industrial y doméstico.

Estudios del Departamento de Energía de los Estados Unidos hacen referencia al uso en automóviles reduce la producción de gases de invernadero en un 85%. En países como México existe la política del ejecutivo federal de apoyar los proyectos para la producción integral de etanol y reducir la importación de gasolinas que ya alcanza el 60%. [7]

Existen varias opciones que utilizan un producto u otro como sustituto de la gasolina. Así es el caso de los coches y autobuses que emplean gas natural; los coches híbridos que funcionan usando electricidad y gasolina alternativamente y los biocombustibles, que son mezclas de bioetanol y gasolina, o bien de aceites vegetales y diesel.

El empleo de estos biocombustibles tiene como objetivo principal el reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que sobrecalientan la superficie terrestre y aceleran el cambio climático. Adicionalmente, se persigue una segunda meta que es la menor dependencia de las importaciones de crudo. Al consumir bioetanol se impulsa la actividad agrícola e industrial y se aumenta el grado de autosuficiencia energética.

1.3 Ventajas y desventajas

Las principales ventajas de usar etanol en lugar de gasolina son las siguientes:

- Al ser renovable y producido localmente, el etanol permite disminuir la dependencia del petróleo, lo que mejora la seguridad energética de los países.
- El etanol al ser un oxigenante de las gasolinas, mejora su octanaje de manera considerable, lo que ayuda a descontaminar nuestras ciudades y reducir los gases causantes del efecto invernadero. [8]

* Corresponding author:
valeria.0392@hotmail.com

- El octanaje del etanol puro es de 113 se quema mejor a altas compresiones que la gasolina, por lo que da más poder a los motores.
- Aumenta el valor de los productos agrícolas de los que procede, mejorando así los ingresos de los habitantes rurales y, por ende, elevando su nivel de vida.

Las principales desventajas de usar etanol en lugar de gasolina que se le podrían atribuir son:

- El etanol se consume de un 25% a un 30% más rápidamente que la gasolina; para ser competitivo, por tanto, debe tener un menor precio por galón.
- Cuando es producido a partir de caña de azúcar, en muchos lugares se continúa con la práctica de quemar la caña antes de la cosecha, lo que libera grandes cantidades de metano y óxido nitroso, dos gases que agravan el calentamiento global.

El etanol es un combustible que puede producirse a partir de un gran número de plantas, con una variación, según el producto agrícola, del rendimiento entre el combustible consumido y el generado en dicho proceso.

Este etanol, conocido como bioetanol, está sujeto a una fuerte polémica: para unos se perfila como un recurso energético potencialmente sostenible que puede ofrecer ventajas medioambientales y económicas a largo plazo en contraposición a los combustibles fósiles, mientras que para otros es el responsable de grandes deforestaciones y del aumento del precio de los alimentos, al suplantar selvas y terrenos agrícolas para su producción, dudando además de su rentabilidad energética.

El bioetanol tiene las mismas características y composición química que el etanol ya que se trata del mismo compuesto. La diferencia radica en su proceso de producción.

Todos los licores alcohólicos que proceden de la fermentación del azúcar de alguna planta se pueden denominar como bioetanol.

Debido al aumento de las medidas tomadas para controlar las emisiones totales de gases con efecto invernadero, la utilización de este alcohol como combustible para el transporte por

carretera está creciendo muy rápido. Un análisis del ciclo de vida completo de este producto como combustible muestra como las emisiones generadas en el proceso de producción del combustible y las de operación son compensadas por las fijadas en el cultivo durante su crecimiento.

El etanol se obtiene fácilmente del azúcar o del almidón en cosechas de maíz y caña de azúcar, entre otros. Sin embargo, los actuales métodos de producción de bio-etanol utilizan una cantidad significativa de energía en comparación con la energía obtenida del combustible producido. Por esta razón, no es posible sustituir enteramente el consumo actual de combustibles fósiles por bio-etanol.

1.4 Materia prima

En la naturaleza existen diversas fuentes de materia prima para la producción de etanol, como es el caso de la palma de corozo (*Attalea butyracea*).

Este tipo de palmera se distribuye desde el sur de México, Centroamérica, Venezuela y Trinidad y Tobago (Caribe) hasta el noroeste de la región amazónica de Colombia, Perú, Ecuador, Bolivia y Brasil.

La *Attalea butyracea* presenta un estípote de 8 a 10 metros de altura y 35 a 75 cm de diámetro. Posee entre 25 y 40 hojas con vaina de 1 a 1,5 m de longitud por 30-45 cm de ancho, con un raquis de 4 a 5 m de largo y cada hoja con 180-240 pares de pinnas.

El mesocarpio es comestible, carnoso y anaranjado, y el endocarpio posee de una a tres semillas de 3 cm de longitud por 0,8 cm de diámetro.

La fruta de esta especie se ha usado como alimento en varias comunidades indígenas de Sudamérica durante milenios. La industria alimentaria la usa para la alimentación de porcinos. El endocarpio se usa como combustible. El mesocarpio del fruto se utiliza para preparar bebidas como vinos. La semilla es una oleaginosa promisoriosa de la que se extrae aceite utilizado en la fabricación de jabones, mientras que la torta resultante se usa en alimentación animal. Las hojas sirven para

techar casas y elaborar artesanías. Además, el palmito es un rico alimento.

En Panamá no existen plantaciones de palma de corozo propiamente establecidas, las plantas que existen crecen en forma silvestre y son utilizadas para la extracción de savia para consumo humano, para la elaboración de vinagre artesanal y bebidas fermentadas, se estima que la palma produce fruto a los cuatro años y tiene una vida útil de hasta veinte años. Cabe destacar que este cultivo es poco exigente en cuanto a las condiciones agronómicas.

Este trabajo demuestra la factibilidad de obtener etanol de la palma de corozo, la producción a nivel industrial involucra el levantamiento de los costos de producción, para poder determinar la rentabilidad de producir etanol de esta fuente.

El potencial a futuro se debe inclinar hacia usos farmacéuticos, industriales y combustibles, no debe utilizarse en la fabricación de bebidas alcohólicas, por las repercusiones sociales que implica.

2. Materiales y métodos

El principal objetivo de este trabajo es verificar la capacidad de obtener etanol de la palma de corozo.

Para realizar este trabajo de investigación, se utilizó como fuente para obtener el etanol, la *Attalea butyracea* denominada comúnmente como palma de corozo.

Las pruebas realizadas en el laboratorio de química general del Centro Regional de Veraguas de la Universidad Tecnológica de Panamá, para la obtención de etanol se realizó de la forma como se describen en los siguientes párrafos.

2.1 Extracción de la savia

Para la extracción de la savia se procedió a cortar la palma de corozo, específicamente en el corregimiento de La Montañuela distrito de Atalaya provincia de Veraguas.

A la misma se le hizo un hueco en forma

rectangular, y se recogió la savia por la mañana y por la tarde, durante una semana obteniendo diariamente aproximadamente un litro del líquido. Figura 1.



Figura 1. Extracción de la savia.

2.2 Etapa de fermentación natural

Una vez obtenida la savia de dicha palma, se colocó el líquido en frascos por aproximadamente 4 semanas, para alcanzar el punto de fermentación adecuada para el siguiente proceso.

2.3 Proceso de destilación

Posterior a la etapa de fermentación se procedió a tomar una muestra de 1000 ml de la savia de la palma la cual se llevó a una temperatura de 78 °C, temperatura necesaria para la ebullición del etanol; la temperatura se mantuvo constante hasta obtener los primeros mililitros de la destilación.

Posterior a ello en un tiempo aproximado de cinco horas se obtuvo 300 mL de la muestra de etanol Figura 2.



Figura 2. Sistema de destilación.

2.4 Análisis químicos

Para determinar la presencia de etanol en la muestra destilada se hicieron dos pruebas, la primera fue con el permanganato de potasio y la segunda con la de flamabilidad, que a continuación se explican.

2.4.1 Con permanganato de potasio

El permanganato de potasio es un compuesto químico para determinar la presencia de alcoholes, es de un color morado, y al estar en presencia del alcohol toma un color chocolate oscuro. Utilizando este compuesto en tres sustancias que fueron: agua, la muestra que se destiló y etanol al 95% ya preparado obtenido del laboratorio, como se muestra en la Figura 3. Dando positivo a la prueba en presencia de alcohol.

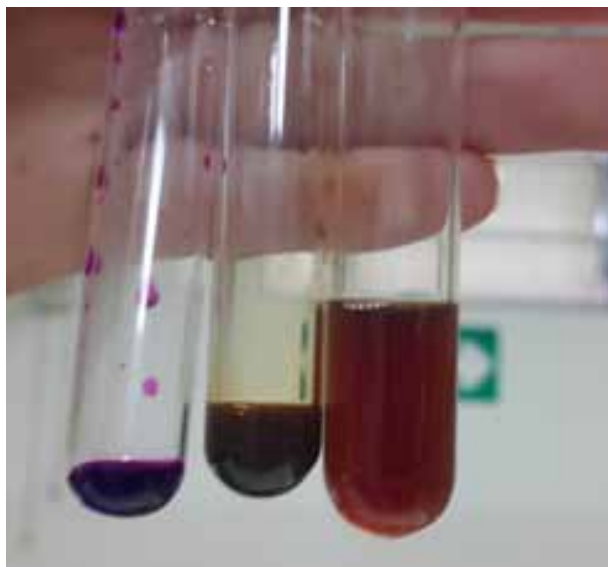


Figura 3. El permanganato de potasio con agua, la muestra destilada y etanol al 95 %.

2.4.2 Flamabilidad

Una vez comprobada la presencia de alcohol en la muestra, se realizó la prueba de flamabilidad la cual consiste en encender con un fósforo a la prueba destilada hasta que se consume. Oportunamente se dieron resultados positivos como se muestra en la Figura 4 comprobando así la presencia de etanol.

3. Discusión y resultados

A las primeras muestras destiladas se procedió a realizarles pruebas químicas la de flamabilidad



Figura 4. Encendido de la muestra.

para determinar que era etanol, ya que debido a sus propiedades, es volátil.

Sin embargo cuando se realizó no se obtuvo el resultado que se quería; ya que no encendió, entonces para asegurar que se había destilado un alcohol y no agua se realizó otra prueba química con el permanganato de potasio; ya que esta indica la presencia de alcohol, la misma dio positiva en presencia de etanol.

Por tal motivo se volvió a redestilar la muestra obtenida de la primera destilación.

En esta segunda redestilación si se obtuvo etanol, ya que se aplicó otra vez la prueba de flamabilidad, y esta vez sí encendió con éxito confirmando que se había destilado etanol.

Una vez terminado el presente proyecto, se concluye que sí es posible obtener etanol a partir de la savia de la palma de corozo, como quedó demostrado con las experiencias realizadas.

4. Conclusiones

La producción de etanol es una posibilidad que adquiere mayor importancia, sin importar la fuente, la búsqueda debe ser continua, cada día se

genera un aumento progresivo en combustibles y la demanda de alcoholes para uso industrial y medicinal adquiere mayor importancia.

Por tanto en este proceso de investigación, sí se pudo obtener etanol a partir de la savia de la palma de corozo, con el proceso de destilación mencionados anteriormente, demostrando así de forma exitosa que esta palma es una fuente potencial de etanol, quedando por determinar la tecnología para los volúmenes adecuados para las necesidades del mercado.

REFERENCIAS

- [1] Marcial Córdoba Padilla, “Formulación y Evaluación de Proyectos”, Bogotá, Ecoe Ediciones, 2006.
- [2] Nassir Sapag Chain, Reinaldo Sapag Chain, “Preparación y Evaluación de Proyectos”, 5ta edición, Méjico: McGraw-Hill Interamericana, 2007.
- [3] Wikipedia. (2015, mayo) *Attalea butyracea*, [online] Available: http://es.wikipedia.org/wiki/Attalea_butyracea
- [4] Wikipedia. (2015, junio) Etanol [online]. Available: <http://es.wikipedia.org/wiki/Etanol>
- [5] Martínez, F.; Gómez, A & Ávila, C. (2002) volúmenes molales parciales de transferencia de algunas sulfonamidas desde el agua hasta la mezcla agua-etanol ($x=0.5$). *Acta Farm. Bonaerense* 21 (2) pp: 107-118.
- [6] Monsalve, J.; Medina de Pérez, V.; Ruiz Colorado, A. (2006). Producción de etanol a partir de la cáscara de banano y de almidón de yuca. *Dyna* 73 (150) pp: 21-27.
- [7] González, A.; Jiménez, I.; Rodríguez, M.; Restrepo, S. & Gómez, J. (2008). Biocombustible de segunda generación y biodisel: una mirada a la contribución de la Universidad de los Andes. *Revista de Ingeniería*. (28) pp: 70-82.
- [8] Ortiz, S. (2003) Buscando combustibles alternativos: el bioetanol. *Anales de medicina y Electricidad*. pp.46-53.