

# APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL MERCADO LOCAL

López Lozano Eduardo (1), Ruiz Torres Miguel Ángel (2)

1 [Bachillerato general, ENMS Centro Histórico León, Universidad de Guanajuato] | [alloo12@hotmail.com]

2 [ENMS Centro Histórico León, Colegio de Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato] |  
[ing\_miguelruiztorres@live.com.mx]

## Resumen

El fin del trabajo realizado, fue diseñar un proceso sencillo a través del cual se pudieran emplear los desechos orgánicos de la ciudad de León, Guanajuato; abordando un poco más el beneficio que podría obtener de los desechos cítricos, pues ya que en la localidad es común el consumo de jugos de naranja con los cuales se busca la producción de bioetanol, a través de la fermentación con la levadura *Saccharomyces Cerevisiae*, por lo que buscar un proceso sencillo, rápido y eficiente, se convierte en una necesidad, a la vista de conseguir combustibles que no sean perjudiciales para el medio ambiente, en comparación con los combustibles fósiles.

## Abstract

The purpose of the work, It was to design a simple process through which you could use the organic waste from the city of León, Guanajuato; addressing a little more benefit that it could be obtained from citrus waste, since orange juice consumption is common in the town with which seeks the production of bioethanol through fermentation with yeast *Saccharomyces Cerevisiae*, so look for a simple, quick and efficient process, becomes a necessity, view get fuels that are not harmful for the environment, compared with fossil fuels.

## Palabras Clave

Bioetanol; *Saccharomyces cerevisiae*; Fermentación; Lignocelulosa; Cítricos

## INTRODUCCIÓN

A inicios del siglo XXI no se aceptaba que había un cambio climático creciente, pero conforme han pasado los años, las naciones aceptan que las actividades humanas causan un deterioro en el ambiente, y que en especial la quema de combustibles fósiles tiene una gran contribución en este deterioro [1].

Por lo que la producción de bioetanol es una gran opción para reducir el deterioro ambiental que va empeorando al pasar con el pasar del tiempo. La obtención de esta sustancia puede partir de varios productos entre los que se conocen, están los azúcares simples, el almidón y la celulosa.

Para esta investigación, se consideraron resultados de investigaciones relevantes en esta área, tales como las de Pezoa, quien expresa que: "... la caña de azúcar, fuente de azúcares por medio de la cual se produce etanol en Brasil, convirtiéndose en uno de los principales productores a nivel mundial de este biocombustible. Los azúcares presentes en la caña de azúcar poseen fórmula química  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , llamada sacarosa, que es un disacárido de glucosa y fructosa, ambas unidas por un enlace glucosídico" [8].

Del mismo modo Pezoa opina que: "Otra materia prima posible es el uso de almidón, una cadena lineal de glucosas unidas por medio de enlaces  $\alpha$ -1,4-glucosídicos. El almidón está presente en distintas fuentes vegetales, entre las que predominan los cereales como el maíz y el trigo. Los pretratamientos de estos materiales se dividen en dos: molido en seco y molido húmedo" [8].

El último material por el cual se puede obtener bioetanol, es el que comenta Pezoa:

La tercera forma de obtención de bioetanol es a partir de biomasa, o lo que son llamados materiales lignocelulósicos. En ellos, la fuente fundamental de azúcares son la celulosa y la hemicelulosa (en conjunto, la celulosa), compuestas por glucanos y arabinosilanos, respectivamente. Para obtener azúcares es necesario pretratar el material de forma de romper la matriz de lignina que cubre a los polisacáridos [8].

## Planteamiento del problema

En los últimos meses ha aumentado la alarma y preocupación de calidad del aire en el municipio de León, Guanajuato. Una gran opción para mejorar los estándares de aire de la ciudad, y de mostrar que los biocombustibles son mejores que los combustibles fósiles, para ello es importante aprovechar los residuos orgánicos, pues aunque es difícil su manejo vale la pena tratarlos ya que como comenta Escobar L.: "Del total de la basura generada en León, el 50% son desechos orgánicos (sobre todo desechos de alimentos) y la otra mitad son inorgánicos que podrían reciclarse, según estimaciones de la Dirección de Medio Ambiente" [3].

Sin embargo esta no es tarea fácil ya que la mayoría de los residuos orgánicos están formados por materiales lignocelulósicos, los cuales a nivel molecular forman puentes de hidrógeno, siendo estos los responsables de las propiedades insolubles de la celulosa, y los cuales no permiten una buena manipulación y fermentación, para la producción del bioetanol [8]. Es preciso señalar que los procesos de tratamiento de los residuos para generar este biocombustible son complejos, caros, así como tardados de realizar, por lo que buscar un método sencillo y eficiente, puede ser de gran ayuda.

## Objetivos

- Diseñar un proceso químico barato, rápido y sencillo, con el cual se mejore el pretratamiento de los materiales lignocelulósicos, para mejorar su aprovechamiento y obtención de biocombustible.
- Implementar un proceso químico barato, rápido y sencillo, con el cual se mejore el pretratamiento de los materiales lignocelulósicos, para mejorar su aprovechamiento y obtención de biocombustible.
- Evaluar un proceso químico barato, rápido y sencillo, con el cual se mejore el pretratamiento de los materiales lignocelulósicos, para mejorar su aprovechamiento y obtención de biocombustible.

## Marco Teórico

Se da una constante preocupación por el medio ambiente y la gran cantidad de desperdicios que se desechan a diario. Por lo que el aprovechamiento para la producción de etanol, a partir de los desperdicios sólidos orgánicos a tomado auge en cuanto a combustibles se refiere, tan solo a nivel mundial la cantidad de desperdicios cítricos asciende hasta aproximadamente 95 millones de toneladas [2]; en la ciudad de León, Guanajuato, se consume una gran cantidad de jugos de naranja, pero los desperdicios de naranja que se generan, son dados como alimento para los cerdos, o tirados a la basura sin su adecuado separación para su posterior aprovechamiento.

Otro problema por el cual preocuparse es el agotamiento del petróleo, ya que es el recurso no renovable más importante en la actualidad, y las reservas de producción estiman a 52.9 años [4], por lo que un agotamiento de este recurso provocaría problemas en naciones que se están desarrollando, y empoderaría a países, países que tiene el combustible más ligero, y esto porque el principal problema del petróleo se encuentra en la dificultad para extraer de ciertos pozos.

Por otro lado una buena opción es realizar mezclas de etanol con gasolina, entre la que más sobresale es la E10 la cual la mezcla consta de 10% de etanol y 90% de gasolina, como lo indica la SENER si se utilizara esta mezcla en las gasolinas de México se ahorrarían hasta US\$ 2.0 mil millones [10] pero la gran dificultad de utilizar estas mezclas o el 100% de etanol en los motores es que estos no están adaptados para su combustión con la cual se da su deterioro, en consecuencia los motores tienen que ser modificados.

## Justificación

Cabe señalar que el interés por el cual surge la idea de llevar a cabo este proyecto de investigación, es dar a difundir el buen aprovechamiento que se le puede dar al bioetanol como combustible, ya que si lo comparamos con la gasolina presenta una variedad de ventajas.

Podemos iniciar por la idea de que durante varios siglos el petróleo se ha mostrado como el recurso energético más importante, sin embargo no es un recurso renovable, tampoco es una energía limpia o barata, por lo que el mostrar interés en otros recursos renovables, limpios y baratos, se muestra como una opción viable para el medio ambiente.

Por esta razón el realizar este trabajo, nos permitirá observar las alternativas energéticas que hay, en este caso bioetanol, a partir del bagazo de la naranja desechado en mi localidad, y observar si es eficiente la cantidad de etanol que se puede producir con la *Saccharomyces Cerevisiae*, en comparación con la cantidad de masa utilizada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Iniciamos por triturar la cascara de naranja hasta que las partículas tomen un tamaño de 1.00 mm con grandes trozos de cascara de naranja no trituradas (IMAGEN 1). Se dejaron reposar las partículas durante 39 horas, a temperatura ambiente oscilante entre 14 °C a 27 °C y una presión entre 1023 hPa a 1030 hPa, según lo reportado en la página meteored.mx [7].

Se pesaron 463.2 g de cascara de naranja triturada, la cual se hidrolizo con la solución de ácido sulfúrico 50.00 mL al 15% v/v por cada 100 g de cascara triturada, llevándola a una temperatura de 80 °C, para obtener una rendimiento de aproximadamente 90%, según lo reportado por Lady Mateus [6].

Se agregaron 300.00 mL de  $\text{NaOH}_{(aq)}$  4.34M, siendo esta la cantidad estequiométrica de la reacción con  $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$ .

La mezcla final se deja reposando durante 72 horas antes de empezar el proceso de fermentación con la levadura de cerveza. Se agregaron 7 g de levadura diluidos en 100 mL de agua destilada a la mezcla final de cascara de naranja con un pH aproximadamente de 3 el cual fue medido con una tira de pH.

Finalmente se dejó reposando la cascara de naranja junto con la levadura durante 114 horas para observar la generación de alcohol etílico, el sistema con el cual se produjo la fermentación fue sencillo se colocó la cascara en un recipiente de 6 L y se conectó a través de una manguera a una trampa de CO<sub>2</sub> que consta simplemente de agua destilada (IMAGEN 2), posteriormente pasadas las 114 horas se observó la formación de una capa cristalina color marrón fueron aproximadamente 350.00 mL los cuales la formaban, de las cuales se tomaron aproximadamente 200.00 mL los cuales se destilaron.

Por otra parte se tomaron 150.00 mL de los 350.00 mL cristalinos, para ser filtrados con un papel filtro, y finalmente destilados, a través de una destilación simple (IMAGEN 3).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar la destilación no se obtuvo el resultado deseado, considero que los factores por los cuales no se llevo a cabo correctamente el proceso son los siguientes: no se realizó una buena destoxificación después de que se llevo a cabo el pretratamiento, dejando así un bajo pH el cual genera compuestos inhibidores como los furfural, hidroximetilfurfural (HMF) y fenólicos, siendo estos tres los responsables de la reducción de la tasa de crecimiento, disminuyen la producción volumétrica, daños al microorganismo, así como reducir la acción enzimática [9]; otras causas que se pueden encontrar es la poca generación de glucosa, y una mayor producción de xilosa [8], la cual el microorganismo no puede fermentar, por lo que es necesario la inclusión de un paso en el cual se convierta la xilosa a glucosa, finalmente al no realizar una buena filtración del bagazo y por lo tanto dejar partículas, dificultaban un control adecuado del pH de la mezcla, así como de la misma manipulación del material prima.

En comparación con algunos procesos similares se encuentran los de Lesly Tejada B. o Lesly P. Tejada, se puede observar que estos son más complejos y minuciosos, que el diseñado en este trabajo [11,12], pues tratan de mantener un control exacto de los parámetros de temperatura, pH, así como el tipo y cantidad de azúcar producido; al diseñar un proceso tan sencillo y rápido, con materiales “simples”, propicio el que no se contara con el control de ciertos parámetros, y que estos al no ser controlados, disminuyen la producción del bioetanol o quizás, ni siquiera dejando que la levadura llevara a cabo su proceso biológico.

Otra razón por la cual considero que no se obtuvieron los resultados, es la resistencia que presentan los materiales como la lignina, que no pueden ser fermentados, al solo entrar en contacto con el hongo, sino que es indispensable un pretratamiento el cual nos permita general los azúcares, ya mencionados.

Finalmente y no menos importante, los materiales, que en un momento se volvieron rudimentarios, pues para el manejo de un material como este, no fueron lo suficiente buenos, la razón por la cual menciono esto, es que en la destilación de los 150.00 mL se obtuvo un líquido incoloro (IMAGEN 4) el cual no realizaba una combustión, pero no se tenían los materiales para realizar la identificación de este compuesto.

## CONCLUSIONES

Para terminar, conforme he desarrollado este proyecto de investigación he observado y analizado que utilizar los desechos, en este caso las cáscaras de las naranjas, no es una buena materia prima, y no por la cantidad que se pueden recolectar inicialmente, pues en tal caso, es excelente, ya que en mi localidad es tan común consumir un jugo naranja mañanero, sin embargo en cuanto a su manejo y tratamiento para poder realizar el cambio de desecho a combustible, es bastante complicado porque son materiales que no son fácilmente solubles y forman fácilmente inhibidores, los cuales complican las funciones del microorganismo.

También considero que para poder tratar este tipo de materia, no puede ser tan sencillo el diseñado del proceso con el cual se tratara, y con materiales que no sean tan simples, materiales que tengan medidos adecuadamente todos los parámetros bajos los cuales se lleva a cabo el pretratamiento, la fermentación o la destoxificación, y que se esta tiene que estar tomando muestras periódicas y minuciosas, para saber si la *Saccharomyces Cerevisiae* puede continuar con el proceso o si fue suprimida.

## AGRADECIMIENTO

Principalmente quiero mencionar a mis padres que en todo momento mostraron un apoyo incondicional en todos los aspectos. También quiero agradecer a mis asesores, y maestros que apoyaron en este proceso. Finalmente quiero agradecer a la Universidad de Guanajuato, por brindar a los jóvenes este tipo de experiencias las cuales, nos permiten a nosotros los jóvenes tener un acercamiento más íntimo con la ciencia, y darnos posibilidad de realizarnos como personas. Pues sin el apoyo de las instalaciones, materiales, y viáticos este proyecto no hubiera sido posible.

## REFERENCIAS

1. Abril G. A., y Navarro Camba E., (2012). Etanol a partir de biomasa lignocelulósica. Aleta Ediciones.
2. Bruno Y., (2008). Cítricos: situación y perspectivas. [Documento WWW]. URL. Recuperado 1 julio 2018. Disponible en: <https://docplayer.es/23235287-Citricos-situacion-y-perspectivas.html>
3. Escobar L. E., (2014). En León se tiran millones a la basura. Recuperado 25 de junio 2018. Disponible en: <https://www.am.com.mx/leon/local/en-leon-se-tiran-millones-a-la-basura-104389.html#ixzz5JQ83ifUa>
4. Gay García C., (2014). Biocombustibles en México: Una alternativa para la reducción de la dependencia de los hidrocarburos y la mitigación de los gases efecto invernadero. México
5. IMECAL. (2008). Proyecto Atenea: Bioetanol celulósico a partir de Residuos Cítricos. [Documento PDF]. Disponible en: [http://www.imecal.com/perseo/images/Jor\\_CCLimatico\\_CCL.pdf](http://www.imecal.com/perseo/images/Jor_CCLimatico_CCL.pdf)
6. Mateus Fontecha L., (2011) Evaluación de los pretratamientos con ácido sulfúrico diluido y AFEX en la biomasa lignocelulósica del tipo pasto gigante "Pennisetum Sp". Bogotá, D.C., Colombia
7. meteored.mx (2018). Histórico del clima en León. Recuperado el 10 de julio de 2018. Disponible en: [https://www.meteored.mx/clima\\_Leon-America+Norte-Mexico-Guanajuato--sactual-22384.html](https://www.meteored.mx/clima_Leon-America+Norte-Mexico-Guanajuato--sactual-22384.html)
8. Pezoa, R., (2010). Estudio de pretratamiento con ácido diluido y líquidos iónicos en residuos agrícolas para la producción de bioetanol de segunda generación. Santiago de Chile.
9. Sánchez Riaño, A. M.; Gutiérrez Morales, A. I.; Muñoz Hernández, J. A. y Rivera Barrero, C. A., (2010) Producción de bioetanol a partir de subproductos agroindustriales lignocelulósicos. Tumbaga, 5, pp. 61-91
10. SENER. (2016). Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiesel para el Transporte en México. México.
11. Tejada B. L.; Marimón W.; Medina M., (2014) Evaluación del potencial de las cáscaras de frutas en la obtención de bioetanol. Hechos Microbiol, 5(1), pp. 4-9
12. Tejada, L. P.; Tejada, C.; Villabona, Á.; Alvear, M. R.; Castillo, C. R.; Henao, D. L.; Marimón, W.; Madariaga, N.; Tarón A.; (2010) Producción de bioetanol a partir de la fermentación alcohólica de jarabes glucosados derivados de cascara de naranja y piña. Educación en Ingeniería, (10), pp 120-125

## IMÁGENES



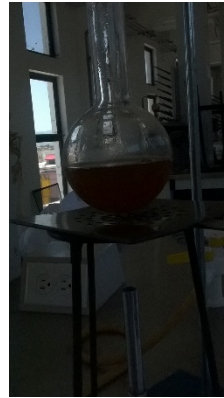
**IMAGEN 1: Cascara triturada**



**IMAGEN 2: Fermentación de la cascara ya pretratada**



**IMAGEN 4: Liquido incoloro**



**IMAGEN 3: Destilación simple**