

Título: Producción de biocombustible a partir de la cáscara de café

Clave de registro: CIN2015A10125

Escuela de procedencia: Universidad del Valle de México – Campus Hispano

Autores: De Alba Díaz Kevin

Fragoso Gómez Jessica Montserrat

Asesores: Sánchez Urbán Guadalupe Diana

Ávila García Israel

González Trejo Luz María

Área de conocimiento: Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud

Disciplina: Medio Ambiente

Tipo de investigación: Experimental

Lugar:: Vía López Portillo No. 346 y 352, Col. Coacalco de Berriozábal, San Francisco Coacalco, 55700 San Francisco Coacalco, Méx.

Fecha: 19-02-2015



Resumen

México está clasificado como el tercer productor a nivel mundial de café, produciendo así un promedio anual de 1.3 millones de sacos de aproximadamente 60 kg.

La cascarilla del café constituye un residuo urbano de gran importancia, tanto como por las cantidades en que es generado, como por su composición, sin embargo, no es utilizada para ningún fin en específico y es desechada como un desperdicio más, menospreciando un gran tesoro energético, ya que esta cascarilla puede ser utilizada para la producción de un biocombustible que no solo es amigable con el ambiente, sino que también impulsará al país productor a aprovechar una materia prima que ya ha cumplido su fin primario y que además se puede obtener de forma fácil y constante dado el consumo de café, esto sin mencionar la posibilidad de exportar el biocombustible en un mercado internacional.

Existen muchas ventajas en la utilización de biocombustibles como alternativa, impacto mínimo al equilibrio del CO₂ atmosférico (que es hasta 300 veces menor), el hecho de que su producción promueve la inclusión social del sector menos favorecido.

La ventaja de este biocombustible sobre otros, es que muchos de ellos se obtienen a partir de plantas que únicamente se cultivan para ese fin

La topografía, altura, climas y suelos le permiten a México cultivar y producir café clasificado dentro de los mejores del mundo, Tras absorber el aceite necesario, los residuos sobrantes pueden ser empleados como biomasa para calefacción o abono en jardinería.

Abstract

Mexico is ranked in third place as a producer of coffee, producing an annual average of 1.3 million sacks of approximately 60 kilograms each. The coffee bean shell constitutes an urban residual of great importance considering the quantities in which is generated as well as its composition, however it is not utilized for any specific purpose and is disposed as just another waste, underestimating a great energy treasure, since this shell could be used for the production of a biofuel that is not only friendly to the environment but will also boost the country that produces it to take advantage of a supply that has already fulfilled its primary function and could be obtained in an easy and constant way, considering the consumption of coffee, without mentioning the possibility of exporting biofuel in an International market. There are many advantages in the use of biofuel as an alternative, minimal impact to the atmospheric CO₂ balance (which is 300 times lower) the fact that its production promotes the interaction of the least benefited social sector. Other biofuels are obtained from plants that are only sowed for that specific purpose.

The topography, height, weather and soil allow Mexico to plant and produce coffee classified within the best in the world. After absorbing the necessary oil, the left over residuals could be used as a biomatter for heat and garden fertilizer

Introducción

Justificación:

Durante un largo tiempo el ser humano ha implementado los hidrocarburos como fuente de energía, pero parece olvidarse de que en un mundo finito, tenemos recursos finitos. Nuestro principal recurso ha sido el combustible fósil el cual cuenta con una gran lista de desventajas que parten desde la contaminación ambiental por su emisión de gases, llegando a causar la muerte de varios ecosistemas; hasta su agotamiento y los conflictos sociales, políticos y económicos que esto conlleva. Lo que nos lleva a buscar nuevas alternativas, una alternativa, que sea amigable con el ambiente, renovable, constante, que permita a los países, en este caso México, explotar los residuos de sus recursos dada la producción cafetalera con la que cuenta, tomando el tercer lugar a nivel mundial.

Hipótesis:

Si se crea un biocombustible a partir de un residuo de café. Se podrá crear no solo una fuente de energía alternativa que no solo obtendrá beneficios ecológicos, si no que podrá disminuir las desventajas que conlleva el uso de nuestro combustible más utilizado, la gasolina, a pesar de su alto costo, olvidando así que en un mundo finito, contamos con recursos finitos; sin embargo dada la producción cafetalera en el mundo, se encuentra un recurso constante. Apoyando el sector económico y social del país y en su caso, a nivel global.

Planteamiento del problema:

México es el único país donde los combustibles aumentan cada mes. Si comparamos los salarios mínimos y el precio de la gasolina, encontraremos que México se encuentra en el primer lugar de la lista.

En poco más de 150 años, hemos quemado casi la mitad del petróleo que se ha formado en millones de años, lo que está contribuyendo a modificar el clima. La

utilización de combustible fósil produce emisiones de gases que contaminan la atmósfera y resultan tóxicas para la vida y por si fuera poco, el suministro mundial de combustible está disminuyendo.

Esta verdad es negada a diario por economistas y la clase política que pregonan el aumento de la producción y el consumo y el “crecimiento económico” sin considerar sus costos energéticos ecológicos.

Pero ninguna teoría económica puede contra las leyes físicas .

Objetivo general:

Obtener bioetanol a partir de la cascara de café.

Objetivos específicos:

Fermentación alcohólica a partir de *Saccharomisses Cerevisiae*.

Fermentación alcohólica a partir de *Aspergillus Niger*.

Optimizar las condiciones del proceso de fermentación.

Caracterizar cualitativamente los productos obtenidos.

Fundamentación Teórica

A partir del 2015, desaparecerá el subsidio del 35% al precio de la gasolina, por lo tanto, el precio de este combustible tendrá como referencia el precio del mercado internacional.

Si comparamos los salarios mínimos y el precio de la gasolina en los diferentes países encontraremos que México se encuentra en el primer lugar de la lista.

Las gasolinas y los sueldos			
Puesto	País	Precio por galón	Salario por día
1	México	\$47.93	\$67.29
2	Noruega	126.34	3,523
3	Holanda	122.08	1,755
4	Italia	120.54	1,277
5	Dinamarca	117.95	2,193
6	Grecia	113.70	800
7	Bélgica	112.02	1,690
8	Portugal	110.47	774
9	Alemania	109.70	1,161
10	Turquía	109.31	735
11	Finlandia	108.92	1,755

* Cifras en pesos
Fuente: elaboración propia con datos de Bloomberg

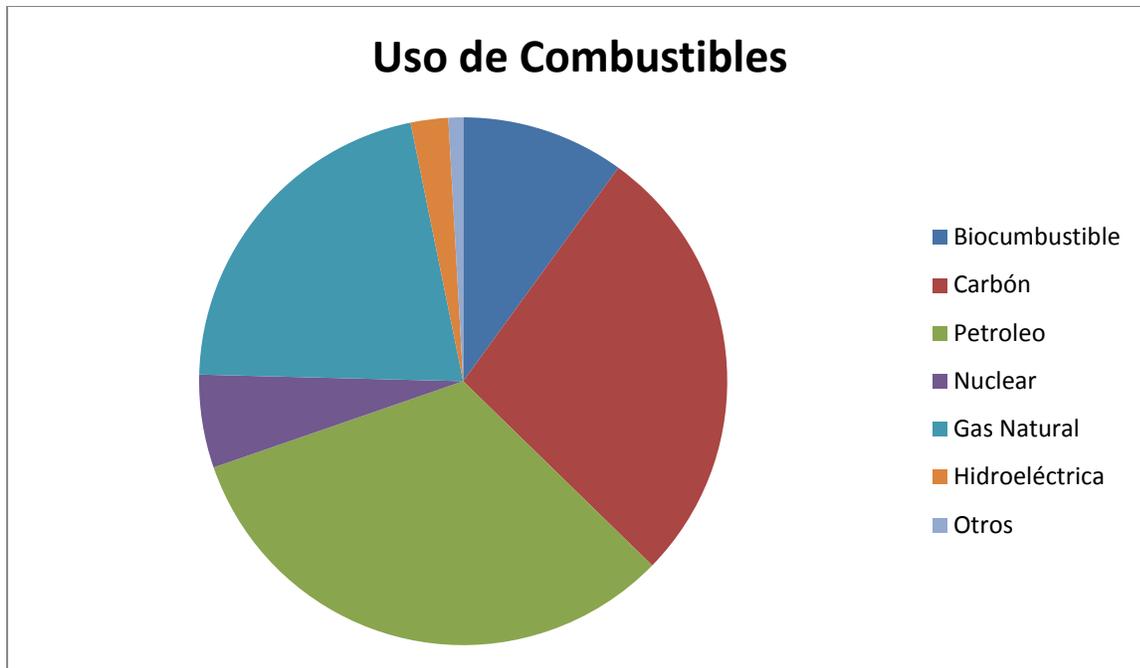
Tabla 1: precios de gasolina mundial.

Aun cuando Noruega aparece en la lista de Bloomberg como el país que tiene la gasolina más cara del mundo, en realidad es a México al que corresponde ese lugar. Los noruegos pagan el equivalente a 126.34 pesos por galón, pero tienen un salario promedio de 3 mil 523 pesos diarios.

Los mexicanos pagamos 47.93 pesos por galón de Magna, pero el salario mínimo es de \$67.29. Veámoslo de este otro modo: a un noruego con un solo día de trabajo le alcanza para pagar 2.3 tanques de 45 litros de gasolina, mientras que en México, en caso de que un ciudadano llegara a tener un automóvil ganando el salario mínimo, necesitaría gastar ocho días y medio de su sueldo para pagar el mismo tanque.

Por biocombustible se entiende aquellos combustibles de origen biológico, que se obtienen de restos o desechos orgánicos, por lo cual entran en la categoría de renovables. Tienen la particularidad de reducir el volumen de dióxido de carbono presente en la atmósfera.

El interés en su uso se ha incrementado en la medida en que los gobiernos buscan disminuir e inclusive eliminar la dependencia de los combustibles fósiles, para garantizar a futuro, mayor seguridad energética, a la vez que se beneficia el ambiente.



Grafica 1: uso de combustibles a nivel mundial.

IEA

Existen muchas ventajas en la utilización de biocombustibles como alternativa, comenzando por su impacto mínimo al equilibrio del CO₂ atmosférico, su biodegradabilidad, su muy baja toxicidad (que es hasta 300 veces menor), su ausencia de azufre, y el hecho de que su producción promueve la inclusión social del sector menos favorecido, la no contaminación de acuíferos subterráneos, la disminución a la dependencia del petróleo.

La topografía, altura, climas y suelos le permiten a México cultivar y producir café clasificado dentro de los mejores del mundo. México ocupa el primer lugar como productor de café orgánico y el quinto lugar a nivel mundial de café verde y tostado. Los principales estados productores de café en México son Colima, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz.

Veracruz es uno de los estados con mayor producción cafetalera en México, en un cafetal promedio de dos hectáreas, hay un aproximado de 2,000 matas, de las cuales

se obtienen 10 kilos del fruto por mata, obteniendo así un aproximado de 8 toneladas de cascara de café anualmente. Cada mata tiene un costo aproximado de \$5, con los programas de apoyo como lo es "AMSA".

El café maduro o cereza es un fruto carnosos. Se describe como una baya esferoidal, con un diámetro entre 15-20 mm. Durante la maduración cambia el color de la cereza de verde a rojo. Los frutos de café arábica son ovalados y alargados; en su estado de madurez los cubre una fina piel de color rojo (el pericarpio) que cubre al mesocarpio. Dependiendo de la variedad, el mesocarpio representa del 40-65 % del peso fresco y está compuesto de agua (70-85 %), azúcar y pectina.

Fermentación alcohólica: Las bebidas alcohólicas se obtienen a partir de algunos granos y frutos de alto contenido de carbohidratos en esta clase de fermentación realizada por microorganismos los piruvatos son descarboxilados hasta obtener un acetaldéhidó, es reducido a etanol mediante una enzima deshidrogenesada y con consumo de NADH.

La fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico realizado por las levaduras y algunas clases de bacterias. Estos microorganismos transforman el azúcar en alcohol etílico y dióxido de carbono. La fermentación alcohólica, comienza después de que la glucosa entra en la celda. La glucosa se degrada en un ácido pyruvic. Este ácido pyruvic se convierte luego en CO₂ y etanol. Los seres humanos han aprovechado este proceso para hacer pan, cerveza, y vino. En estos tres productos se emplea el mismo microorganismo que es: la levadura común o lo *Saccharomyces cerevisiae*.

Las levaduras, son hongos unicelulares, ocasionan la fermentación alcohólica. Como se observa en la siguiente reacción, en ella se produce CO₂, responsable del crecimiento de la masa al fabricar pan y de la espuma en la elaboración de la cerveza. Gracias a *Saccharomyces Cerevisiae* y otra especie de levaduras, se obtienen vinos, licores y champagne.

Es la transformación cuantitativa de la glucosa en etanol y CO₂.

La glucosa es un carbohidrato, y es el azúcar simple más importante en el metabolismo humano. La glucosa se llama un azúcar simple o un monosacárido, porque es una de las unidades más pequeñas que tiene las características de esta clase de hidratos de carbono.

La glucosa es un monosacárido con fórmula molecular C₆H₁₂O₆. Es una hexosa, es decir, contiene 6 átomos de carbono, y es una aldosa, esto es, el grupo carbonilo está en el extremo de la molécula.

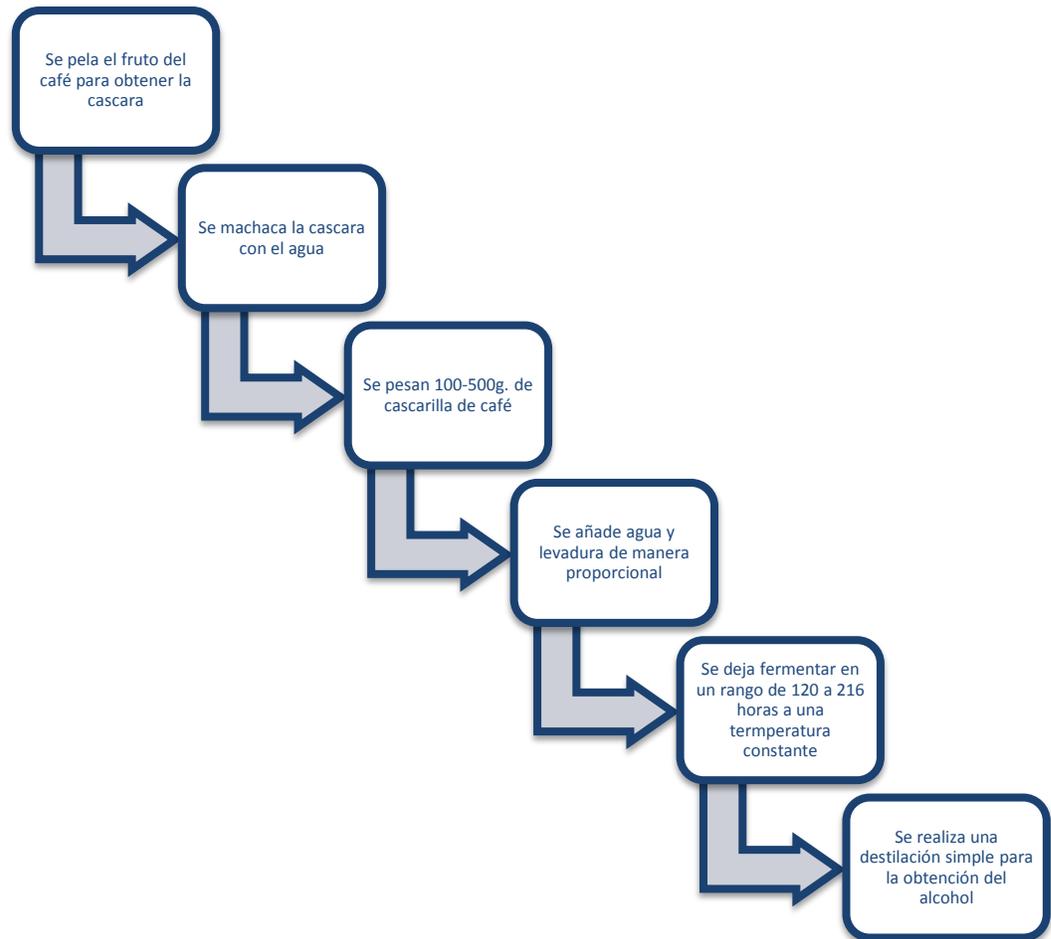
Esta separación se realiza mediante vaporización y condensación de los componentes de una solución líquida o también gaseosa aprovechando el hecho que cada uno de estos componentes tienen diferentes puntos de ebullición.

La destilación es un método ampliamente utilizado para la separación de mezclas a base de las diferencias en las condiciones requeridas para cambiar la fase de los componentes de la mezcla.

Para separar una mezcla de líquidos, el líquido se fuerza a la separación al calentarlo dado que los componentes tienen diferentes puntos de ebullición.

Metodología de Investigación

La metodología empleada fue la siguiente:



Resultados obtenidos:

Gramos de cáscara de		
----------------------	--	--

café	Tipo de levadura (Saccharomisses Cerevisiae)	Obtención de alcohol
100 g	Levadura en polvo	No
100 g	Levadura fresca en barra	Sí

Tabla 1. Comparación de la capacidad de fermentación de dos levaduras comerciales.

Para la fermentación alcohólica se utilizaron dos tipos de levaduras comerciales. Como se observa en la tabla 1, con la levadura fresca se obtuvo alcohol como uno de los productos de la reacción de fermentación, llevada a cabo por *Saccharomisses Cerevisiae*.

Al macerar la cáscara de café se optimiza el proceso de obtención de alcohol.

100 gramos de cáscara de café	Alcohol obtenido

Macerada	5 ml
Sin macerar	1 ml

Tabla 2. Efecto de la maceración de la cáscara del café en la obtención de alcohol.

En la tabla 3 se muestra que manteniendo una temperatura constante se favorece la fermentación, obteniéndose así una mayor cantidad de alcohol.

Gramos de cáscara de café	Temperatura de reacción	Volumen obtenido de alcohol
100 g	Temperatura ambiente	20 ml
100 g	25 °C	27 ml

Tabla 3. Efecto de la temperatura sobre la fermentación alcohólica.

El alcohol se separó de la mezcla de reacción, por medio de una destilación simple, con una concentración aproximada de entre 74% y 95 % en peso. El líquido hirvió a una temperatura constante de 79 °C durante 30 minutos. De acuerdo con los datos reportados en la literatura la temperatura de ebullición de la mezcla azeotrópica alcohol-agua (azeótropo) es mínimo de 78.4 °C.

Sustancia	Punto de ebullición a 1atm. De presión.
Agua	100°C
Etanol	78.4°C
Mezcla azeotrópica agua-etanol	mínima de 78.4 °C

Tabla 4. Temperaturas de ebullición de diferentes sustancias puras y mezclas azeotrópicas.

Conclusiones

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* realizó la fermentación alcohólica de las cáscaras de café maceradas a una temperatura controlada de 25 °C, obteniéndose 27 mililitros de alcohol a partir de 100 gramos de muestra.

Nuevas propuestas

Se encuentra en proceso la caracterización del líquido destilado, con la técnica de espectroscopia I.R., para confirmar la presencia del grupo funcional alcohol.

Para optimizar el rendimiento se controlará el pH del medio de reacción con una solución buffer. Los pH de trabajo serán entre 3 y 5.5 que son los reportado en la literatura como óptimos para el hongo *Saccharomyces cerevisiae*.

La siguiente etapa del proyecto consiste en realizar la fermentación alcohólica con el microorganismo *Aspergillus Níger*, para optimizar el rendimiento.

Fuentes

Anónimo (02-06-2014). México, entre países con gasolina más barata pese a gasolinazos. [ONLINE] Available at: <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/mexico-entre-paises-con-gasolina-mas-barata-pese-a-gasolinazos.html>. [Last Accessed 12-02-2015].

Wendy Espinoza de Aquino, Mónica Goddard Juárez, Claudia Gutiérrez Arellano y Consuelo Bonfil Sande (2014). Los biocombustibles. [ONLINE] Available at: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/123/los-biocombustibles>. [Last Accessed 10-11-2014].

Centro Nacional de Investigaciones de café (2007). e.g. Training and certification. [ONLINE] Available at: http://www.olade.org/electricidad/Documents/ponencias/ponencias%20pdf/Sesion%204%20-%20Nelson_Rodriguez%20-%20Colombia.pdf. [Last Accessed 04-01-2015].

Rathinavelu R., Graziosi G., Potential alternative use of coffee wastes and by-products. International Coffee Organization, 2005/ 05, 1-2.

Ashok P., Carlos R., Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. Biochemical Engineering Journal. 2000/ 06, 153-162.

Sheremekite F., Gómez M., Coffee husk composting: an investigation of the process using molecular and non-molecular tools. Waste management. 2014/34(3), 642-52.

Summers R. Gopishetty., New genetic insights to consider coffee waste as feedstock for fuel, feed and chemicals. Central European Journal of Chemistry. 2014/12 (12), 1271-1279.

Pandey A., Soccol C.R., Bioconversion of biomass: A case study of lignocellulosics bioconversions in solid state fermentation. Braz. Arch. Biol. Technol., 1998/4: 379-390.