

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

Clave de registro: CIN2016A10009

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

Autores: De Alba Díaz Kevin

García Rodríguez Antonio

Yubi Arias Mauricio

Asesores: Yessica Isabel González Soto

González Trejo Luz María

Área de conocimiento: Ecología, Química

Disciplina: Medio Ambiente, Química

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: 19-02-2016



Resumen

En la actualidad, México ocupa 9° lugar en la producción mundial de café con casi 3.6 millones de sacos, de los cuales se exporta 62%, es decir, casi 2 de 3 granos de café, asimismo ocupa 2° lugar en producción de café orgánico y es uno de los principales productores de café gourmet.

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.

Se entiende por biocombustible a aquellos combustibles que se obtienen de biomasa, es decir, de organismos recientemente vivos (como plantas) o sus desechos metabólicos (como estiércol).

Recientemente ha surgido un gran interés por los biocombustibles, principalmente debido a que gobiernos pretenden disminuir su dependencia de los combustibles fósiles y así lograr mayor seguridad energética.

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 mayor parte de la gasolina en los Estados Unidos está mezclada con un biocombustible: el etanol. Es el mismo material de las bebidas alcohólicas, excepto que está hecho de maíz, pero sometido a un intenso tratamiento. Existen distintas formas para fabricar biocombustibles, generalmente se usan reacciones químicas, fermentación y calor para descomponer los almidones, azúcares y otras moléculas de las plantas. Los

productos residuales se refinan posteriormente para producir un combustible que pueden usar los coches.

Varios países del mundo están utilizando distintas clases de biocombustible. Durante décadas, Brasil ha fabricado etanol a partir de la caña de azúcar y algunos vehículos funcionan con etanol puro y no como aditivo a los combustibles fósiles. Y el biodiesel, un combustible similar al diésel fabricado del aceite de palma, está disponible generalmente en Europa.

Dicho así, parecería que los biocombustibles son la gran solución. Los automóviles son grandes emisores de dióxido de carbono, el peor gas de efecto invernadero causante del calentamiento global. Pero como las plantas absorben dióxido de carbono mientras crecen, los cultivos destinados a la fabricación de biocombustible absorben tanto dióxido de carbono como el que emiten los escapes de los vehículos que los queman. Y a diferencia de las reservas petrolíferas subterráneas, los biocombustibles son un recurso renovable ya que siempre podemos cultivar más para producir biocombustible.

Lamentablemente no todo es tan sencillo. Los procesos de cultivo, fabricación de fertilizantes y pesticidas además de la conversión de las plantas en biocombustible, consumen mucha energía. De hecho, es tanta energía la que consumen que hay un debate abierto sobre el etanol de maíz para dilucidar si proporciona la misma energía que necesita para su cultivo y procesamiento (EROEI). Además, puesto que gran parte de la energía usada en la producción procede del carbón y el gas natural, los biocombustibles no sustituyen el petróleo que consumen.

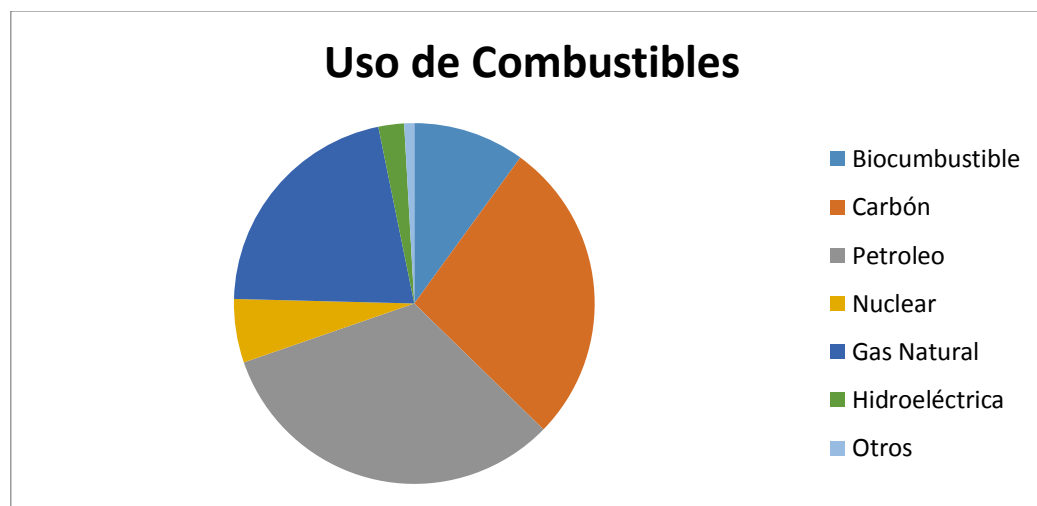
La ventaja de este biocombustible sobre otros, es que muchos de ellos se obtienen a partir de plantas que únicamente se cultivan para ese fin y por esto consideramos a nuestro bioetanol como la mejor solución pues es más barato en comparación ya que solo usa residuos. Nuestro bioetanol es de fácil producción pues el hongo que usaremos abunda en la naturaleza barato pues solo utiliza residuos y eficiente.

Introducción:

Justificación

En la actualidad estamos viviendo la mayor crisis de energéticos a la cual se ha enfrentado la humanidad, para satisfacer las necesidades del hombre moderno el ser humano a sobrexplotado los recursos naturales, entre ellos el más explotado como energético el combustible fósil, este es la fuente principal de emisión de dióxido de carbono, de todo el dióxido de carbono emitido por año el combustible fósil emite el 87% de todos los gases esto da pie a muchos problemas a nivel global tales como el efecto invernadero y el cambio climático por ello es necesario buscar energías alternativas renovables, ecológicas y económicas que sean eficaces y que satisfagan nuestras necesidades de energéticos.

México es un país mega diverso de vastos recursos naturales entre ellos el que más destaca es el café. Ocupa el segundo lugar en producción de café orgánico a nivel mundial produce 3.6 millones de sacos del cual se exporta el 62% dejando así toneladas de residuos los cuales son desechados y no tienen ningún uso más que como fertilizante, una tonelada de residuo de café cuesta 80 pesos siendo así la materia prima de este biocombustible muy económica.



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.

El sector agrario es uno de los más descuidados en nuestro país, pese a que nuestro país es un país mega diverso no se le da el cuidado necesario y esto culmina en empresas extranjera viniendo a aprovecharse de nuestros recursos y explotarlos quitándole trabajo a posibles empresas nacionales.

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

Hipótesis

Si se cultiva el microorganismo adecuado y se hace interactuar con los residuos de café este producirá hidrogeno que se podrá destilar posteriormente para la obtención de un biocombustible.

Objetivo general

Crear un biocombustible, a partir del residuo de café, generando una fuente de energía renovable, de bajo costo, ecológica y posible fuente económica de producción para México.

Objetivos específicos.

- Definir las condiciones de producción idóneas
- Probar 2 tipos de procesos

- Determinar costos de producción
- Calcular rendimiento de producción
- Optimizar el proceso de producción

Fundamentación teórica

Los *Aspergillus Níger* son hongos pertenecientes a la división de deuteromycota que corresponde a los hongos filamentosos a los cuales no se les conoce una forma sexuada para su reproducción.

Los *Aspergillus* pertenecen a la clase hyphomycetes que son hongos que forman micelios pero carecen de esporocarpio.

Aspergillus Níger es la especie más abundante en la naturaleza, se encuentra destruyendo los alimentos y materias vegetales de fácil fermentación, es decir, que contienen cantidades apreciables de azúcares, almidones o goma. Es muy utilizado en la industria de la fermentación para producir amilasas o ácido cítrico.

No produce aflotoxinas las cuales son cancerígenas por lo que es más seguro.

Levadura

A la *Saccharomyces* se le llama en cocina la "levadura del panadero" o "levadura de cerveza". Este microorganismo es un hongo que tiene la capacidad de convertir el azúcar en alcohol y de hacer subir la pasta o masa. Este hongo se utilizaba desde la antigüedad por los panaderos, por los bodegueros y en la fabricación de la cerveza de alta fermentación. El *Saccharomyces cerevisiae* se utiliza a menudo en investigación para probar nuevas moléculas, por su capacidad para reproducirse de forma rápida y para la expresión de nuevos genes.

Biocombustibles

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 \$6.5, 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 acetaldéhid, es reducido a etanol mediante una enzima deshidrogenasa y con consumo de NADH.

La fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico realizado por las levaduras y algunas clases de bacterias, entre los cuales igual se encuentra el *aspergillus Níger*. 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 pirúvico. Este ácido pirúvico se convierte luego en CO₂ y etanol. Los seres humanos han aprovechado este proceso para hacer pan, cerveza, y vino.

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.

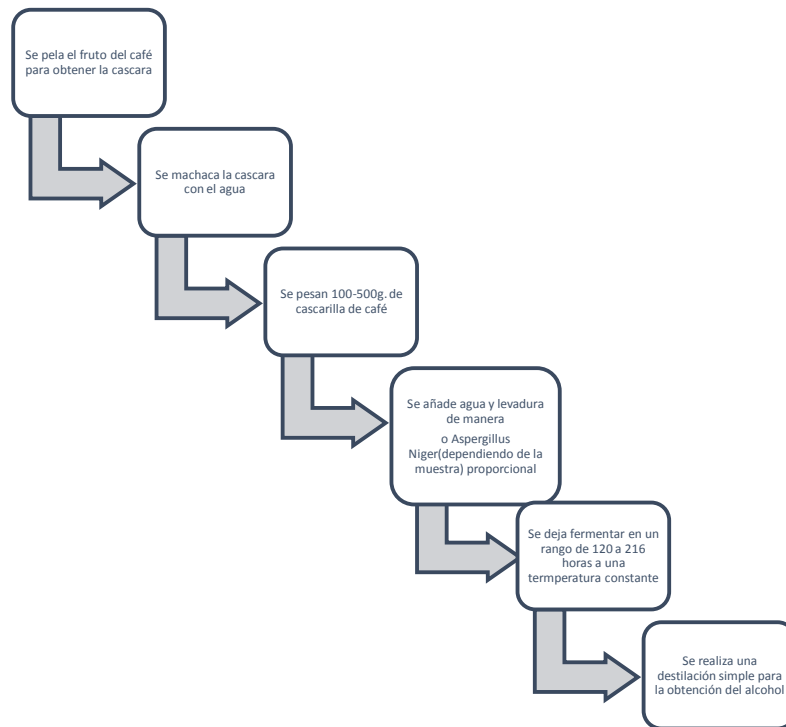
Esta separación se realiza mediante vaporización y condensación de los componentes de una solución líquida o también gaseosa aprovechando el hecho que cada uno de estos componentes tienen diferentes puntos de ebullición.

Destilación por vapor

Si dos líquidos insolubles se calientan, ninguno de los dos es afectado por la presencia del otro (mientras se les remueva para que el líquido más ligero no forme una capa impenetrable sobre el más pesado) y se evaporan en un grado determinado solamente por su propia volatilidad. Por lo tanto, dicha mezcla siempre hierve a una temperatura menor que la de cada componente por separado. El porcentaje de cada componente en el vapor sólo depende de su presión de vapor a esa temperatura. Este principio puede aplicarse a sustancias que podrían verse perjudicadas por el exceso de calor si fueran destiladas en la forma habitual.

Deshidratación: Realizar varias destilaciones con el propósito de la extracción del agua que contiene una sustancia, un organismo o un tejido orgánico, en este caso para poder eliminar impurezas de agua y producir etanol más puro.

Metodología de investigación:



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.

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

El

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

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.

Los resultados obtenidos como se pueden observar en la tabla aunque dieron resultados no son lo suficientemente óptimos para una producción en masa por lo tanto se procederá a utilizar el *Aspergillus Níger* con el cual se esperan mejores resultados ya que este organismo en teoría será más eficaz en la descomposición de la glucosa produciendo más etanol.

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.

El microorganismo *Aspergillus Níger*, como próximo microorganismo en la experimentación será utilizado, ya se a creado un cultivo , al igual que 5 muestras del

mismo para su fomentación en un ambiente controlado, esperando que en menos de una semana se puedan realizar las destilaciones, comprobando , los resultados y posible mejora en la producción del biocombustible, en un futuro muy próximo.

Fuentes

Romero-Gomez, s, Augur, C. Viniegra-González, G. (2000) invertase production by *Aspergillus Niger* in submerged and solid-state fermentation. *Biotechnology letters*, 22, 1255-1258

Fukuda H, Kondo A, Tamalampudi S (2009) Bioenergy: sustainable fuels from biomass by yeast and fungal whole-cell biocatalysts. *Biochemical Engineering Journal*, 44, 2–12.

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.