

Balance energético de la biomasa agrícola con procesos y tecnologías de vanguardia

ORTIZ-LAUREL, Hipólito*†, RÖSSEL-KIPPING, Dietmar, DURAN-GARCIA, Héctor Martín y GONZÁLEZ-MUÑOZ, Liliana

*Colegio de Postgraduados. LPI-3 Energía Alternativa y Biomateriales
Universidad Autónoma de San Luis Potosí*

Recibido Mayo 16, 2016; Aceptado Junio 14, 2016

Resumen

Esta investigación hace uso del procedimiento para calcular el balance energético y permitir re-distribuir insumos y comprobar de la eficiencia de una posible conversión de energía. Se comparó la energía biológica contra la energía técnica y física para producir plantas de higuera (Ricinus communis L.) y su procesamiento. Los componentes grupales maduros de las plantas se evaluaron por su concentración energética. Aunque se suministra un 27% de energía adicional para la producción de higuera que, la que se obtiene de ella, una planta completa de higuera sin semillas genera el doble de energía que la conseguida del aceite de las semillas. Debe utilizarse toda la planta para propósitos energéticos. El uso directo como biomaterial del aceite de las semillas tiene un balance positivo del 15%, por lo que no debe convertirse en biocombustibles y así evitar derroches energéticos.

Aceite de semillas, Energía, Balance energético

Abstract

This research examines a procedure for calculating the balance of energy which allows relocating inputs effectively and verifying satisfactoriness of energy conversion. It was compared the biological energy against technical and physical energy, the latter both supplied to produce castor oil plants (Ricinus communis L.) and their processing after harvesting. Plants' mature sections were tested for their energy concentration. To produce a castor oil plant it was required 27% additional energy than serviceable energy coming from the whole plant. The same plant without seeds generates double amount of energy than usable oil from the seeds. The whole castor oil plant should be used to energy application purposes. Oil coming from the seeds should be utilized as biomaterial discouraging its promotion to be converted into biofuels, thus avoiding energy wastes.

Oil plant, Energy, Balance of energy

Citación: ORTIZ-LAUREL, Hipólito, RÖSSEL-KIPPING, Dietmar, DURAN-GARCIA, Héctor Martín y GONZÁLEZ-MUÑOZ, Liliana. Balance energético de la biomasa agrícola con procesos y tecnologías de vanguardia. Revista de Energía Química y Física 2016, 3-7: 9-14.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: hlaurel@colpos.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

La agricultura ha proporcionado alimentos, fibras y materias primas para la sobrevivencia de los seres humanos. Sin embargo, la población mundial se incrementa a escala exponencial, estimándose que para el año 2050 habrá más de 9000 millones de habitantes, los cuales requerirán de alimentos suficientes. Por lo que, se requerirá producir el doble de alimentos de los valores actuales, consecuentemente, se requerirá del doble de energía y de agua.

Así que, para enfrentar este escenario es prioritario recurrir con mayor ímpetu, al uso de fuentes de energía alternas, así como al desarrollo y empleo de métodos más eficientes para racionalizar el uso de la energía y el agua, con el propósito de contribuir a la par con los efectos tecnológicos que se demandarán, respecto a la aplicación de las energías renovables, así como de las sustancias de energía química y el grado de intervención de la energía humana en todos esos procesos.

Se puede afirmar con confianza que, las pequeñas y medianas empresas agroindustriales son los sectores donde la aplicación de las energías renovables tiene el mayor potencial para su pleno desarrollo.

Aparentemente, la percepción de las posibles inconveniencias que generan el desarrollo de plantas de energía pequeñas se convierte en grandes ventajas en una estructura de demanda donde, la energía puede producirse localmente y descentralizada del marco convencional. Una energía con esta característica le permite ser aprovechada por las comunidades rurales dispersas, aisladas y con grandes necesidades de energía.

Para producir esta energía descentralizada, se parte de los insumos bioenergéticos disponibles como los residuos de las cosechas, mientras que la biomasa forestal y celulósica pueden ser empleados en la producción de biocombustibles, los que la población rural puede utilizar directamente; principalmente para calentar sus hogares y para el cocimiento de alimentos, además esos biocombustibles fácilmente disponibles, contribuyen a paliar la carencia de energía en el ambiente rural.

Actualmente, una primera estrategia es investigar la viabilidad y rentabilidad de esas fuentes alternas de energía, así como de la bioenergía renovable e igualmente, considerar a conciencia, las técnicas de vanguardia para el ahorro de agua y energía y su impacto en el futuro próximo. Incluyendo en esto último, la persistencia del incremento en la demanda pero usada con eficiencia y reduciendo los desperdicios. Hoy en día, casi todo requiere de energía, por lo que, la generación y administración de la energía es una preocupación mundial constante.

Alrededor del mundo, la agricultura utiliza aproximadamente del 70 al 75% del agua potable, por lo que, cualquier desarrollo en tecnología contribuirá a ese ahorro, por ejemplo, los sistemas de riego presurizado. De igual manera, un método que sirve para orientar sistemáticamente sobre los posibles ahorros de energía es mediante el cálculo de energía de cada proceso, el cual incluye el grado de contribución de cada componente, para de ahí, tomar las medidas de ajuste que correspondan. La implementación de este método permitirá regular los volúmenes de insumos que ingresan al proceso, así como monitorear la eficiencia en la conversión de energía cuando existe la demanda de un proceso productivo.

Día a día, el ser humano interactúa con flujos de energía, por lo que, el cálculo de los balances de energía debería predominar, en especial cuando se debe satisfacer la eficiencia y la rentabilidad. Respecto a las energías renovables, la prioridad se orienta a los cultivos energéticos, particularmente la biomasa energética; la planta completa, incluyendo los residuos.

Esta investigación se concentra en la obtención de bioenergía a partir de la biomasa de la planta de higuera (*Ricinus communis* L.).

Se infiere que, es fundamental entender las características y cualidades de los biocombustibles obtenidos; particularmente, en lo que se refiere al uso al que serán destinados. Iniciando con un balance de energía de todos los factores que intervienen para lograr que éstos cumplan con la mayor eficiencia y proponer la pertinencia de su aplicación en los procesos de generación de energía.

Materiales y Métodos

Cualquier proceso o tecnología empleados en la obtención de energías renovables se enfrenta a retos no previstos en su real magnitud. El seguir cualquiera de esos procedimientos implica necesariamente hacer uso de energía técnica y la cantidad requerida de ésta varía en función del proceso implementado, por lo que, la energía generada al final de la ruta ofrece cualidades diferentes a la energía técnica suministrada en un principio. Por lo tanto, es imperativo que al iniciar un proceso de esta índole, se lleve a cabo una comparación entre los valores de la entalpía entre los insumos bioenergéticos, junto con otras fuentes de energía (Tabla 1). Esto facilitará el seleccionar la fuente de energía más conveniente y eficiente para un proceso en particular.

Producto	Energía mínima (kcal/kg)	Energía máxima (kcal/kg)
Gasolina	9529.89	10095.36
Diesel	10145.55	10278.91
Biodiesel	8939.60	9212.02
Aceite de palma	8769.39	
Aceite de soya	8791.38	
Aceite de jatropha	8787.31	
Aceite de ricino (semilla de higuera)	9880.72 (8852.06)	
Alcohol etílico	6500.00	
Biogas	4500.00	

Tabla 1 Valores promedio del poder calorífico de algunos aceites vegetales y combustibles

La Tabla 1 muestra que la entalpía de los aceites vegetales es relativamente pequeña comparada con otras fuentes energéticas técnicas, por lo tanto, es más útil utilizar el aceite vegetal sin procesar, es decir, utilizarlo como biomaterial es más útil energéticamente y exhibe la mayor eficiencia.

Ya que, cuando el aceite vegetal es transformado en biodiesel alrededor de 27% de energía adicional es empleada en el proceso.

La Tabla 2 muestra que el balance de energía del cultivo de colza, el cual incluye además la energía técnica requerida para la generación de la energía química contenida en los agroquímicos, aunque no considera la energía interna contenida en esos componentes químicos.

Estos datos se utilizaron como referencia para el cultivo de higuera dado que el objetivo final de ambos cultivos es, utilizar el aceite generado en la elaboración de biodiesel.

	Energía (MJ/ha * ¹)	Energía (MJ/t.m.s.* ²)
Prácticas culturales	1632.64	1168.67
Carga	450.76	322.66
Fertilización	112.94	80.85
Rastreo	141.18	101.06
Cultivador	262.18	187.68
Siembra	166.39	119.10
Rastreo	141.18	101.06
Tratamientos de protección	254.12	181.90
Cosecha	262.18	187.68
Fabricación del fertilizante	5385.67	3855.17
Fabricación de pesticidas	658.40	471.29
Transportación	626.83	448.69
Total	8303.53	5943.83

Tabla 2 Balance de energía para la producción del cultivo de colza, cuyo aceite es destinado para transformarse en biodiesel

*¹se incluye la producción de semilla, coeficiente de 1.0089 *² aceite de colza, rendimiento de 1397 toneladas de materia seca/ha

Para el caso particular de la planta de higuierilla, la producción del cultivo requiere de tecnología, energía, insumos y la intervención humana. El objetivo primordial es generar energía química inmersa ésta dentro de la masa biológica, aunque los insumos de energía física y química son mayores que la energía requerida para los procesos no-biológicos.

Generalmente, se tienen al menos cuatro rutas típicas del consumo de energía durante la producción del cultivo:

- Energía técnica requerida para mecanizar la producción del cultivo, se estimó un valor de 2 413 072 kcal para operar en un terreno de una hectárea.
- Energía proporcionada por los seres humanos en el proceso, su trabajo se concentró en realizar todas las operaciones mecanizadas y en la toma de decisiones.

c) Energía química cuando se aplican los componentes químicos, en este caso no se aplicaron agroquímicos, solo se menciona la energía del proceso de la fotosíntesis convertida en energía química a través de la masa biológica, por lo tanto, no se incluye en el cálculo.

d) Energía técnica para el transporte de los medios que requerían traslado, estimándose en 86 686 085 kcal.

Esos tipos de energía pueden clasificarse en tres clases generales, desde el punto de vista tecnológico: a) fuentes o tipos de energía, b) para generar energía a usarse en tareas ejecutadas por el hombre y, c) energía contenida en los productos ó artículos generados, ó siendo el resultado de las actividades del hombre.

Resultados y Discusión

Los resultados finales de la medición de la energía técnica fueron obtenidos en un calorímetro (LEXO AC-350) para las secciones de la planta de higuierilla se muestran en la Tabla 3: a) la energía generada a partir del aceite por hectárea es 1 434.42 Mcalorías y b) la energía generada a partir de la planta completa de higuierilla por hectárea es 4 801.17 Mcalorías. Así, la energía generada por la planta completa de higuierilla junto con la energía del aceite de las semillas es 6235.59 Mcalorías. Por lo anterior, solamente el 29,86% de esta energía técnica generada a partir de la planta en la forma de masa biológica es igual a la energía química que puede ser proporcionada por el aceite, donde el 27% de esa energía es utilizada para el procesamiento de conversión a biodiesel. La Gráfica 1 muestra que las semillas de la planta de higuierilla tienen la mayor concentración de energía, mientras que la membrana exterior de las semillas y la cáscara de la vaina contribuyen muy poco.

Parte de la planta	Energía(cal/g)	Energía (%)
Semilla (44% de aceite)	6,331.14	35.2
Tallos	4,267.07	25.9
Raíces	4,900.03	10.0
Cáscara de las vainas y membrana exterior de las semillas (residuo cuando el 99.9% de aceite es extraído)	3,812.80	8.6
Hojas	3,637.72	20.3
Planta completa de higuierilla	4,589.75	100.0
Aceite	9,880.72 (8,852.06)	29.86

Tabla 3 Determinación de la concentración de energía para cada parte de la planta de higuierilla

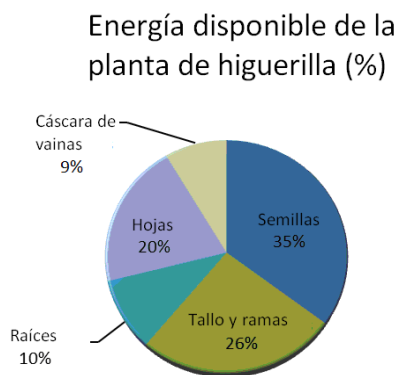


Gráfico 1 Concentración promedio de energía de las varias secciones de la planta de higuierilla

Se determinó que el uso directo del aceite tiene un mejor balance de energía que su conversión a biodiesel, ya que en su proceso se consume un estimado del 27% (Ortiz Laurel et al., 2012). Igualmente, la planta completa de higuierilla procesada en un reactor de pirólisis tiene un mejor balance de energía, en el que se elimina el 27% de posible pérdida, por lo que, contiene el doble de energía de la proveída por el aceite. También, las semillas tienen la mayor contribución, ya que en el reactor de pirólisis se obtuvo de éstas 25% más energía que del aceite, además de ahorros al no emplearse energía en la preparación de las semillas para la extracción de aceite, así como del proceso mismo.

En promedio, la cantidad de materia seca de una planta de higuierilla de un año de edad es 0.984 kg, mientras que analizando cada una de sus secciones se tiene que: las semillas tienen un peso de materia seca de 0.212 kg; el tallo y las ramas pesan 0.342 kg; las hojas representan una cantidad de materia seca de 0.331 kg; mientras que el peso de la membrana de las semillas y las cáscaras de las vainas es de 0.126 kg. Esos valores fueron determinados de un muestreo al azar de un terreno sembrado con 1052 plantas de higuierilla.

Para complementar el objetivo de este estudio se realizó una colecta de semillas de higuierilla en varias zonas de la región central de México. En cada sitio, el peso de cada muestra de colecta fue similar, obteniéndose las consecuentes variaciones entre las semillas respecto a cantidad, tamaño, peso y color.

El propósito fue evaluar el poder calorífico de cada muestra y en base a los resultados, definir que factores contribuyen a esa posible diferencia y al final seleccionar aquellas plantas con mayor significancia en términos energéticos y realizar una investigación de su potencial genético.

Las semillas fueron evaluadas en un calorímetro (LECO AC-350), siguiendo el procedimiento del fabricante y los resultados del poder calorífico son mostrados en la Tabla 4. Esos valores promedio indican que no existe una diferencia significativa entre los valores para las diferentes semillas; siendo el valor promedio de 6474.12 cal/g con una desviación estándar de 1.98%. Por lo tanto, se puede afirmar que las diferentes semillas contienen la misma cantidad de energía sin importar la localidad de origen.

Conclusiones

El uso directo del aceite natural de las semillas de higuierilla tiene un mejor balance de energía que la obsesión de convertirlo en biodiesel. La transformación del aceite en biodiesel es causante de un 27% de pérdida en el balance. El procesamiento de la planta completa de higuierilla en un reactor de pirólisis tiene el mayor balance energético, además de que se genera el doble de energía que usando únicamente el aceite.

Sitios de colecta	Peso de muestras (g)	Calorías/g
Frac. Soledad, Ags	7.030	6416.9
Tecuán, Jalisco	7.079	6603,0
Calvillo, Ags	6.976	6513,6
Moctezuma, SLP	7.061	6434.7
Venado, SLP	7.058	6384.1
Corte Primero – Mexquitic, SLP	7.079	6420.2
Capulines, SLP	7.066	6546.9
Luis Moya, Zac	7.030	6418.6
El Orito, Zac	7.039	6447.4
Noria San Marcos, Zac	7.006	6501.3
Villa Hgo., Jal	6.998	6319.7
Encarnación de Díaz, Jal	7.039	6628.6
Salinas, SLP	6.992	6532.5
Milpillas, Mexquitic, SLP	7.005	6355.2
Ranchería Guadalupe, Mexquitic, SLP	7.057	6376.9
San José Gracia, Ags	7.043	6884.1
Tepezala, Ags	7.051	6497.4
Las Moras, Mexquitic, SLP	7.037	6379.1
Francia Chica, Cd. del Maíz, SLP	7.023	6346.9
San Antonio, Cd. del Maíz, SLP	6.993	6475.2

Tabla 4 Cantidad de poder calorífico de las semillas de higuierilla colectadas en la región central de México

Las semillas completas con las cáscaras y sus cubiertas son los mayores contribuyentes al alto valor energético, ya que la energía saliente del reactor de pirólisis fue 25% mayor al aceite solo. Además, se tiene un ahorro de energía ya que no se utiliza energía en el proceso de preparación de las semillas y en la extracción del aceite.

Referencias

González Muñoz, L “Cálculo del balance energético del cultivo de higuierilla (*Ricinus communis* L.)”, Tesis de Maestría Tecnológica en Biocombustibles. Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, México, 2014,

Ortiz Laurel, H, et al., “Potencial para el uso directo de los aceites vegetales en los motores de combustión”, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2012, (4): 650-658.