



Eficiencia energética del aceite rojo de palma

Energetic Efficiency of red palm oil

Byron Jiménez

Byron Jiménez Ponce es Ingeniero Agrónomo por la Universidad Central del Ecuador. Actualmente es candidato a la Maestría en Estudios Socioambientales por FLACSO Ecuador.
Correo: byronjimenezponce@gmail.com

Fecha de recepción: 26 de febrero del 2013

Fecha de aceptación: 28 de septiembre de 2013

Resumen

El objetivo del presente artículo es determinar la eficiencia energética en la producción del aceite rojo de palma africana (*Elaeis guineensis*) utilizando el indicador biofísico EROI [1], postulado por la Economía Ecológica. Con este indicador, se compara la energía que se consume en el proceso de elaboración de fertilizantes sintéticos (para suplir demandas nutricionales) versus la energía contenida en dicho aceite. En Ecuador, para el año 2009 se contabilizaron 195.550 hectáreas (ha) de superficie cosechada con palma (INEC, 2011). Además, entre 2002 y 2009, se produjeron 2,7 millones de toneladas (t) de aceite rojo (FEDEPAL, 2010). Se determina que por cada unidad de energía que se consume se obtienen 4,82 unidades de energía contenida en el aceite rojo. No se incluye la energía consumida en elaboración de pesticidas para el cultivo. Tampoco se incluye la energía consumida en transporte, refinación, y pos cosecha del aceite. Dicha energía reduciría drásticamente el indicador ya ineficiente por el alto consumo energético para generar la energía contenida en el aceite. Otras técnicas agrícolas son más eficientes en la generación de energía por unidad invertida (Altieri *et. al.*, 2010; Moore, 2004).

Palabras clave: monocultivo, fertilizantes, energía, EROI.

Abstract

The main goal of this paper is to determine the energy efficiency in the production of red palm oil (*Elaeis guineensis*) by using the biophysical indicator EROI, postulated by the Ecological Economics. This indicator is applied to compare the energy used in the preparation of synthetic fertilizers (to fill its nutritional demands) versus the energy contained in the oil. In 2009, there were 195.550 hectares of land planted with African palm in Ecuador (INEC, 2011). In addition, between 2002 and 2009, there were 2,7 million tons of red oil (FEDEPAL, 2010). It is determined that for each unit of energy consumed, 4.82 units of energy are contained in the red oil. The energy used in making pesticides for cultivation, consumed in transportation, refining, and post harvest is excluded because this other energy would drastically reduce the absolute data of the indicator, which is already inefficient for the high energy consumption it requires to generate the energy contained in the oil. On the other hand, agroecology has proven to be more efficient in the generation of energy per unit of invested energy (Altieri *et. al.*, 2010; Moore, 2004).

Key words: monocrop, fertilizers, energy, EROI.

Introducción

La producción agroalimentaria ha pasado de “producir energía a consumir energía”, (Martínez Alier, 2011: 147) por una excesiva dependencia de fertilizantes sintéticos provenientes del petróleo (Mönckeberg, 1980) para obtener alimentos como fuente de energía. Desde la revolución verde –agroquímicos y maquinaria–, la inversión de energía para la obtención de alimentos se ha incrementado significativamente. Esta dependencia

energética se evidencia especialmente en los países de América Latina, en donde se incrementa de forma acelerada la superficie de monocultivos.

La actual y predominante producción agroalimentaria posee dos flujos energéticos. El primer flujo que está determinado por la energía solar, y el segundo flujo de energía almacenado en el petróleo –base de la agricultura convencional– (IDEA [2], 2007). Varios autores (Moore, 2004; Altieri *et. al.*, 2011) demuestran que la agricultura, dependiente de grandes cantidades de insumos a base del petróleo, tiene balances energéticos inferiores (entrada y salida de energía en forma de kilocalorías). Por ejemplo, la agricultura estadounidense a gran escala consume 10 kilocalorías de energía (en forma de petróleo) para producir 1 kilocaloría de alimento (Moore, 2004).

Para 1970, los mayores gastos energéticos a nivel mundial fueron: uso de maquinaria y elaboración de fertilizantes, con el 51% y 45 % respectivamente del total de energía consumida por la agricultura convencional (IDEA, 2007). Cabe indicar que “la fuente energética de la que bebe el modelo agroindustrial es la de un recurso no renovable, cada vez más escaso y extremadamente conflictivo y contaminante: el petróleo”, (García, 2011: 77). Es imperante preguntarse entonces “¿hay una tendencia hacia un aumento del costo energético de obtener energía?” (Martínez Alier, 2001: 418). Al respecto del consumo energético, la FAO [3] (2012) señala que

[L]os sistemas mundiales de producción alimentaria -desde las explotaciones agrícolas donde se cultivan los alimentos a las etapas posteriores de procesado y comercialización- consumen el 30 por ciento de toda la energía disponible. La mayor parte del consumo de energía -el 70 por ciento- se produce una vez que los alimentos han salido de las explotaciones agrícolas, ya que éstos se transportan, procesan, envasan, envían, almacenan, comercializan y preparan, (FAO, 2012).

La elaboración de fertilizantes sintéticos a base de petróleo representa una parte importante del *consumo indirecto de energía* en la cadena de producción agroalimentaria. “El consumo indirecto de energía difiere del consumo directo, como tractores, bombas de riego, y otro

tipo de equipo agrícola, porque la mayor parte del consumo energético asociada con los fertilizantes es consumida lejos de la finca” [4] (Gellings y Parmenter, 2004). En el cuadro 1, se expone la energía requerida para producir, empaquetar, transportar y aplicar fertilizantes inorgánicos (que se caracterizan por ser los mayores consumidores indirectos de energía en las fincas, y en todo el sector agrícola).

Cuadro N. °1
Promedio mundial de energía requerida para la elaboración de fertilizantes

	Giga julios / kilogramo		
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)
Producción	69,53	77,00	64,00
Empaque	26,00	26,00	18,00
Transporte	45,00	57,00	46,00
Aplicación	16,00	15,00	10,00
Total	78,23	17,50	13,80

Fuente: Gellings y Parmenter (2004), adaptado por el autor.

La economía ecológica postula al indicador biofísico EROI [5] para determinar la eficiencia energética de un determinado producto o subproductos (en forma de alimento) de los procesos energéticos –en este caso alimentarios–, cuyo valor absoluto indica deficiencia si es 1 o menor. La utilidad de dicho indicador es relevante especialmente en el análisis de eficiencia energética de sistemas agrarios de monocultivos en grandes superficies. Por ejemplo, los agrobiocombustibles generan un EROI de 1,5 o 1,0 con graves consecuencias ambientales por las grandes cantidades de fertilizantes sintéticos y pesticidas para su producción, (Russi, 2008). “[L]a razón del declive del EROI en la agricultura es porque el ingreso en energía es cada vez más grande que el incremento en rendimientos” [6] (Martínez Alier, 2011: 148).

Particularmente en Ecuador, el monocultivo de palma africana representó 195.550 hectáreas de superficie cosechada para el año 2009 (INEC, 2011). Se estima que las cantidades promedio de nutrientes que absorben las palmas adultas son: 192,5 kg/ha/año de

Nitrógeno, 26 kg/ha/año de Fósforo, y 251,4 kg/ha/año de Potasio (ANCUPA [7] y FEDEPAL [8], 1998). Además, entre 2002 y 2009, se produjeron alrededor de 2,7 millones de toneladas de aceite rojo de palma africana (FEDEPAL, 2010). La Palma africana es considerada un cultivo de importancia económica, representando aproximadamente 300 millones de dólares en ventas y un aporte del 1,8 % al PIB nacional [9].

Objetivo

Determinar la eficiencia energética del aceite rojo de palma africana (como subproducto alimentario) en contraste de la energía invertida para su obtención.

Metodología y cálculos

Es relevante determinar la eficiencia en las inversiones de energía en la agricultura, especialmente en los monocultivos de gran escala, ya que estos generalmente no consideran las enormes cantidades de energía consumida indirectamente en dichos procesos agroproductivos.

Para el efecto, se utilizará un indicador EROI, mediante el cual se compara la energía que se consume en el proceso de elaboración de fertilizantes sintéticos (para suplir demandas nutricionales de la palma) versus la energía contenida en el subproducto aceite rojo de palma. No se incluyen la energía consumida en elaboración de pesticidas para el cultivo, energía consumida en transporte, refinación, y pos cosecha del aceite rojo por la falta de fuentes de información primaria y datos confiables.

1. Cantidad de fertilizantes aplicados entre 2002 y 2009

En primer lugar, se estimó las cantidades totales acumuladas de fertilizantes que se aplicarían en 8 años, multiplicando la superficie cosechada por cada año del período de

producción (INEC, 2011) con los requerimientos nutricionales anuales de la palma (ANCUPA y FEDEPAL, 1998) mostrado en el cuadro 2.

Cuadro N. °2

Toneladas de fertilizantes aplicados a la palma africana, en base a sus requerimientos nutricionales y a la superficie cosechada en ocho años

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
ha	101.696	95.303	125.943	140.562	143.348	145.255	149.501	195.550	
t N	19.576,5	18.345,8	24.244,0	27.058,2	27.594,5	27.961,6	28.778,9	37.643,4	211.202,9
t P	2.644,1	2.477,9	3.274,5	3.654,6	3.727,1	3.776,6	3.887,0	5.084,3	28.526,1
t K	25.525,7	23.921,1	31.611,7	35.281,1	35.980,4	36.459,0	37.524,8	49.083,1	275.386,7

Fuente: INEC (2011) Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria continúa ESPAC, ANCUPA y FEDEPAL (1998). Datos estimados por el autor.

2. Cantidad de energía indirectamente consumida

A continuación, se estimó la cantidad de energía consumida indirectamente en Giga julios por tonelada métricas de fertilizantes aplicados (Cuadro 3), multiplicando los valores promedios mundiales reportados en Giga julios (Gellings y Parmenter, 2004), con las cantidades totales acumuladas de fertilizantes para el período 2002 – 2009 (8 años).

Cuadro N. °3

Consumo energético indirecto en la elaboración de la cantidad de fertilizantes a suplir las demandas nutricionales de la Palma Africana en el período 2002 y 2009

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Tera julios*	%
N	1.531,5	1.435,2	1.896,6	2.116,8	2.158,7	2.187,4	2.251,4	2.944,8	16.522,4 TJ	79,4
P	46,3	43,4	57,3	64,0	65,2	66,1	68,0	89,0	499,2 TJ	2,4
K	352,3	330,1	436,2	486,9	496,5	503,1	517,8	677,3	3.800,3 TJ	18,3
	1.930,0	1.808,7	2.390,2	2.667,6	2.720,5	2.756,7	2.837,2	3.711,2	20.821,9 TJ 20'821.946,8 GJ	100

Fuente: Datos estimados por el autor, basados en Gellings y Parmenter (2004)

* Tera julios = 1000 Giga julios (GJ).

3. Cantidad de aceite rojo y su energía contenida entre 2002 y 2009

Luego, se realizó una sumatoria de la producción en toneladas métricas de aceite rojo de palma africana (cuadro 4) del período 2002 y 2009 (FEDEPAL, 2010), para obtener un monto total acumulado. El aceite rojo de palma tiene 8.840 kilocalorías por litro (SANGIS INVESTMENT, 2011), es decir 0,037 GJ. Por lo tanto, se multiplicó el acumulado total de producción de aceite por su valor nutricional, y de esta manera se obtuvo la energía total contenida en el aceite de palma (cuadro 5).

Cuadro N. °4

Toneladas de producción de aceite rojo de palma 2002 – 2009

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	TOTAL
t	238.798	261.932	279.152	319.338	352.120	396.301	418.379	447.667	2'713.687

Fuente: FEDEPAL (2010).

Cuadro N. °5

Energía contenida en el aceite rojo de palma producido entre 2002 – 2009

litros	GJ/litro *	GJ
2.713'687.000	0,037	100'406.419

Fuente: Datos estimados de energía contenida por el autor.

* 8.840 kilo calorías por litro en bruto del aceite rojo de palma (0,037GJ).

4. Indicador EROI del aceite rojo de palma africana en Ecuador

Finalmente, para el cálculo del EROI de aceite rojo de palma africana (cuadro 6), se dividió la cantidad de energía contenida en el aceite rojo, sobre la cantidad de energía gastada en la elaboración de fertilizantes para producir la palma africana.

Cuadro N. °6
EROI del aceite rojo de palma africana

	<i>Energía total contenida en el aceite rojo de palma</i>
EROI	= <hr style="border-top: 1px dashed black;"/>
	<i>Energía consumida en la elaboración de fertilizantes que se aplican a la palma africana.</i>
	<hr style="border-top: 1px solid black;"/> 100'406.419,00 GJ
EROI	= <hr style="border-top: 1px dashed black;"/>
	20'821.946,81 GJ
EROI	= 4,82

Fuente: Datos estimados por el autor para el período 2002 – 2009

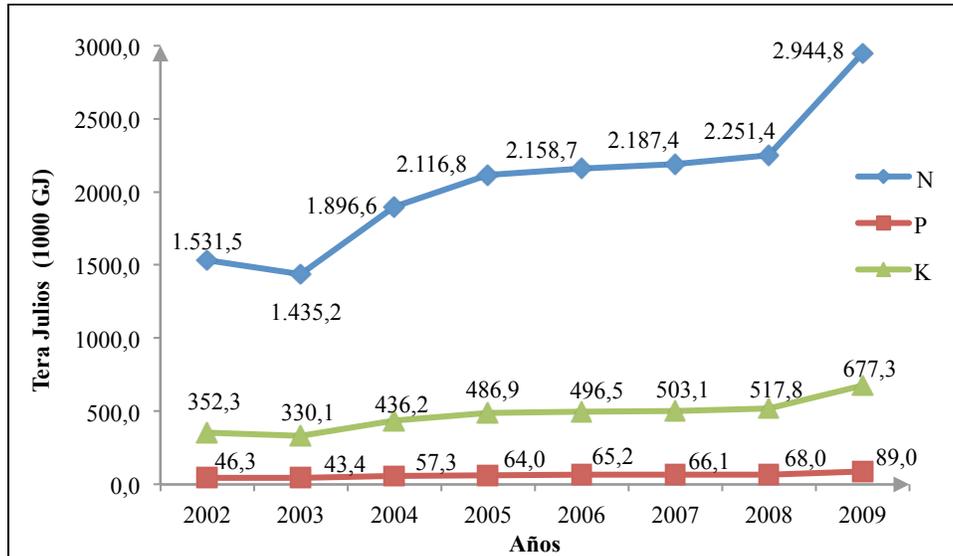
Resultados

El proceso de elaboración de fertilizantes consumió 20,8 millones de Giga Julios. Dichos fertilizantes suplieron las demandas nutricionales de la palma africana en Ecuador en un período de 8 años (2002-2009). Los fertilizantes nitrogenados representaron el 79,4 % (211.202,9 t), los fosfóricos el 2,4 % (28.526,1 t), y los potásicos el 18,3 % (275.386,7 t) del consumo energético indirecto total. El proceso de elaboración de los fertilizantes nitrogenados aplicados en la palma, duplicaron su consumo de energía indirecta (ver gráfico 1) en 8 ocho años, pasando de 1.531,5 Tera Julios en 2002, a 2.944,8 Tera Julios en 2009. Los fertilizantes fosfóricos y potásicos también presentan una tendencia creciente de consumo energético indirecto.

Se estima que la energía bruta contenida en el aceite rojo de palma africana, como subproducto, es de 100,4 millones de Giga Julios. Este contenido energético se obtiene con un rendimiento acumulado de 2,7 millones de toneladas de aceite en ocho años (2002–2009). Por lo tanto, el EROI estimado del aceite rojo de palma africana es de 4,82. Este resultado indica que por cada unidad de energía que se consume se obtiene 4,82 unidades de energía contenida en el aceite rojo como producto energético (subproducto alimentario) de la palma africana.

Gráfico N. ° 1

Consumo energético indirecto en la elaboración de fertilizantes para suplir las demandas nutricionales de la Palma Africana



Fuente: Datos estimados por el autor, considerando la información del INEC (2011), ANCUPA y FEDEPAL (1998), y Gellings y Parmenter (2004).

Discusión

Hay limitaciones en las estimaciones de los indicadores biofísicos, ya que el “EROI y otros indicadores energéticos son indicadores (macroeconómicos o sectoriales) que complementan, pero no eliminan a otros indicadores” (Martínez Alier, 2001: 418, 419). Por lo tanto, se necesita de mayores datos que complementen la presente investigación, como la Apropiación Humana de la Producción Primaria Neta de la biosfera –AHPPN o HANPP por sus siglas en inglés–, al suponer la inmensa superficie cultivada de palma africana y su creciente expansión en Ecuador.

Con un EROI de 4,82 el proceso de producción del aceite rojo de palma africana en Ecuador es energéticamente ineficiente. El análisis solo consideró los consumos

energéticos para la elaboración de fertilizantes. Por lo tanto, al añadir otros consumos energéticos -elaboración de pesticidas, gasto de energía invisible o fisiológica de la planta (Rodas, 2011), transporte, uso de maquinarias para refinamiento y pos cosecha- el indicador EROI del aceite rojo de palma africana se vería drásticamente reducido.

No existe relevancia si los fertilizantes sintéticos son o no elaborados en el lugar de aplicación. Incluso, su transporte a las fincas de producción aumentaría el consumo energético que no ha sido considerado. Además, en el análisis de la investigación de la energía producida contenida en la palma africana, no se considera el contenido energético del residuo de las plantas (racimos y hojas). Por el contrario, sólo se considera la cantidad energética contenida en el aceite.

Autores como Altieri *et. al.* (2010) y Moore (2004) señalan que la eficiencia en el manejo, uso y producción de energía de pequeñas fincas que utilizan prácticas agroecológicas (no dependientes de combustibles fósiles), es muy superior a cualquier sistema de explotación en monocultivo. Índices de eficiencia energética de 4,84 y 11,0 se obtienen en pequeñas huertas de maíz en Guatemala y México respectivamente, obtenidas por cada una unidad de energía invertida (Altieri *et. al.*, 2010).

Conclusiones

En Ecuador, la palma africana ha reemplazado al banano como la mayor superficie sembrada de monocultivo, alcanzando más 300 mil hectáreas sembradas y con un supuesto potencial de más de 600 mil hectáreas por sembrar (Revista_ElAgro, 2013). Se propone dicha expansión de la palma africana y otros monocultivos (caña de azúcar) para obtener biocombustibles que reemplazarían a los combustibles fósiles (petróleo) a través del Plan Nacional de Biocombustibles y los decretos ejecutivos: 2332 R.O. No. 482 del año 2004, y 146 R.O. No 39 del año 2007 (IICA, 2010).

El Ministerio Coordinador de la Producción y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable están a cargo de programas que implementan y desarrollan el uso de biocombustibles. Estos programas no incluyen análisis sobre la eficiencia energética en la producción de dichos monocultivos y sus productos energéticos. La expansión de la palma africana, genera dudas sobre la sostenibilidad energética que se invierte para su producción, y más aún al obtener productos (aceite rojo) cuya eficiencia energética es deficiente (gastar más energía para producir menos energía). Russi (2008) cuestionó esta supuesta transición energética hacia los biocombustibles, ya que obtener grandes cantidades de materia prima proveniente de monocultivos requiere grandes cantidades de fertilizantes sintéticos elaborados a base de petróleo.

Desde el año 2002 hasta el año 2009, la palma africana prácticamente duplicó su superficie cultivada (de 101.696 hectáreas a 195.550 hectáreas). Este incremento, explica la creciente tendencia en el consumo indirecto de energía para elaborar fertilizantes en el Ecuador, mismos que se requieren para suplir las demandas nutricionales del mencionado monocultivo. Además, en Ecuador ya se identifican problemas sociales -desplazamientos humanos (Jácome y Landívar, 2008), bajos salarios y acaparamiento de tierras-, y problemas ambientales -eliminación de zonas agro biodiversas- como resultado del incremento del monocultivo de palma (Chile, 2013). Por ello, es importante señalar la relevancia que tiene el incluir estos cálculos sobre la real eficiencia energética de los monocultivos. De tal manera que, indicadores como el EROI sean útiles al momento de tomar decisiones en relación a la aplicación o no de proyectos agrícolas a gran escala, en especial en aquellos que abordan un cambio de matriz energética.

Notas

[1] EROI = Energy return on investment, (Retorno de la energía invertida).

[2] Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía de Madrid.

[3] Food Agriculture Organization. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

[4] Traducido por el autor.

[5] EROI “es la relación de la cantidad de energía utilizable adquirida de una fuente de energía particular, [sobre] la cantidad de energía gastada para obtener ese recurso energético”, (Mander y Heinberg, 2012).

[6] Traducido por el autor.

[7] Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Africana.

[8] Fundación de Fomento de Exportaciones de Aceite de Palma y sus derivados de Origen Nacional.

[9] “Las exportaciones de palma aceitera dejan \$300 millones anuales a Ecuador” (2013). *Agronegocios Ecuador*. Fuente original: Diario HOY. Disponible en http://agronegocioecuador.ning.com/notes/Las_exportaciones_de_palma_aceitera_dejan_300_millones_anuales_a_Ecuador?show=true (visitada el 8 de Julio de 2013).

Referencias citadas

Altieri, Miguel, Fernando Funes, Paulo Petersen, Tonsi Tomic, y Chito Medina (2011). *Sistemas agrícolas ecológicamente eficientes para los pequeños agricultores*. Foro Europeo de Desarrollo Rural 2011. España. Disponible en

<http://agroeco.org/socla/pdfs/Sistemas-agroecologicos-eficientes-para-campesinos.pdf>

(visitada el 18 de abril de 2013).

ANCUPA y FEDEPAL (1998). *Estimados de la absorción de nutrientes de palmas adultas* (148 palmas/ha/año). Owen: E. J.

Chile, Blanca (2013). “Influencia Socioeconómica de la Producción de Palma (*Elaeis guineensis* J) en el Recinto Valle del Sade, Quinindé, Esmeraldas”. Tesis de Grado previo a la obtención del título de ingeniera agrónoma. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Ecuador. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1017/1/T-UCE-0004-12.pdf> (visitada el 8 de Julio de 2013).

FAO (2012). “El camino hacia Río: mejorar el uso de la energía es clave para los sistemas alimentarios mundiales. La FAO aboga por sistemas alimentarios energéticamente inteligentes durante la Conferencia de la ONU sobre Desarrollo Sostenible”. Disponible en <http://www.fao.org/news/story/es/item/147337/icode/> (visitada el 18 de abril de 2013).

FEDEPAL (2010). “Palma Africana en Ecuador”. Disponible en http://www.agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=3468:palma-africana-en-el-ecuador&catid=49:articulos-tecnicos&Itemid=43 (visitado el 18 de abril de 2013).

García, Ferrán (2011). “El bistec viajero. La contribución de los circuitos de proximidad alimentarios al decrecimiento”. En *Ecología Política*, No. 35, pp. 76-78.

Gellings, Clark y Kelly Parmenter (2004). “Energy Efficiency in Fertilizer Production and use”. En *Efficient Use and Conservation of Energy*, Clark Gellings y Kornelis Blok

(editores). Oxford: Eolss Publishers. Disponible en <http://www.eolss.net/Sample-Chapters/C08/E3-18-04-03.pdf> (visitada el 18 de abril de 2013).

IDEA (Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía) (2007). “Ahorro, Eficiencia Energética y Fertilización Nitrogenada”. Disponible en http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_10418_Fertilizacion_nitrogenada_07_e65c2f47.pdf (visitada el 18 de abril de 2013).

INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos) (2011). “Superficie Cosechada por hectárea de Palma Africana”. En *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria continua ESPAC. Datos Estadísticos Agropecuarios*. Disponible en: http://www.inec.gob.ec/estadisticas/index.php?option=com_remository&Itemid=&func=stairtdownload&id=1529&lang=es&TB_iframe=true&height=250&width=800 (visitada el 18 de abril de 2013).

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (2010). *Atlas de la Agroenergía y los Biocombustibles en las Américas: II. Biodiesel*. Programa Hemisférico en Agroenergía y Biocombustibles. San José, C.R.: IICA. Disponible en <http://www.iica.int/Esp/organizacion/LTGC/agroenergia/Documentos%20Agroenerga%20y%20Biocombustibles/B1884e.pdf> (visitada el 8 de Julio de 2013).

Jácome, Germán y Natalia Landívar (2008). “Ecuador: El silencioso y enmascarado avance de la palma africana en la cuenca media del río Guayas: el caso del Recinto El Samán”. Disponible en <http://www.gloobal.net/iepala/gloobal/fichas/ficha.php?entidad=Textos&id=11544&opcion=documento> (visitada el 8 de Julio de 2013).

Mander, Jerry y Richard Heinberg (2012). “En busca de un milagro: Los límites de la ‘energía neta’ y el destino de la sociedad industrial”. Disponible en

<http://www.energybulletin.net/stories/2012-02-22/en-busca-de-un-milagro-los-l%C3%ADmites-de-la-%E2%80%98energ%C3%AD-neta%E2%80%99-y-el-destino-de-la-socieda> (visitada el 18 de abril de 2013).

Martinez Alier, Joan (2011). “The EROI of agriculture and its use by the Via Campesina”. En *Journal of Peasant Studies*, No. 38. Vol.1, pp. 145-160. Disponible en <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03066150.2010.538582> (visitada el 18 de abril de 2013).

Martínez Alier, Joan y Jordi Roca (2001). *Economía ecológica y política ambiental*. México, Fondo de Cultura Económica.

Mönckeberg, Fernando (1980). “Nitrógeno, esencial en la producción de alimentos”. Disponible en <http://www.creces.cl/new/index.asp?imat=%20%20%3E%20%205&tc=3&nc=5&art=761> (visitada el 18 de abril de 2013).

Moore, Steve (2004). “Beyond organics: Envisioning a sustaining food system”. Disponible en http://newfarm.rodaleinstitute.org/features/0504/moore/index_print.shtml (visitada el 18 de abril de 2013).

Obidzinski, Krystof, Rubeta Andriani, Heru Komarudin y Agus Andrianto (2012). “Environmental and social impacts of oil palm plantations and their implications for biofuel production in Indonesia”. En *Ecology and Society* No. 17. Vol.1. Disponible en <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04775-170125> (visitada el 18 de abril de 2013).

Revista El Agro (2013). “Palma aceitera con potencial de crecimiento”. Disponible en <http://www.revistaelagro.com/2013/05/17/palma-aceitera-con-potencial-de-crecimiento/> (visitada el 1 de octubre de 2013).

Rodas, Anjel (2011). “El Gasto Energético Invisible en la Agricultura. Producción de fertilizantes”. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivos-tropicales/articulos/produccion-de-fertilizantes-t3244/078-p0.htm> (visitada el 18 de abril de 2013).

Russi, Daniela (2008). “Producción de agrocombustibles a gran escala en Europa: ventajas y desventajas”. En *Agro(bio)combustibles. Por qué no nos salvarán*, Mónica Di Donato (coordinadora). Disponible en http://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Dossier/Produccion_agrocombustibles_gran_escala.pdf (visitada el 18 de abril de 2013).

Sangis Investment (2011). “Productos. Aceite de Palma”. Disponible en <http://www.sangis.net/productos-aceite-palma.php> (visitada el 1 de octubre de 2013).