

La Industria de los Biocombustibles y su Efecto en el Desarrollo Nacional (Ecuador)

A The Biofuel industry and its Effect on National Development (Ecuador)

Honorio Morán-Coello^{1,*} & Alejandro Gallardo-Campoverde²

¹*Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Teléf.: 04 2330513. Guayaquil, Ecuador.*

²*Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador. Teléf.: 04 2832228. E-mail: alejandrogc58@outlook.com*

Recibido 24 de octubre 2015; recibido en forma revisada 27 de octubre 2015, aceptado 14 de noviembre 2015
Disponible en línea 31 de diciembre 2015

Resumen

Un problema principal que enfrenta el mundo actual es suplir la demanda energética para la sociedad global del siglo XXI, sobre todo pendiente por que se desarrolle de forma sustentable y amigable con el medio ambiente. En este contexto surge el uso de energías alternativas, entre ellas la de los biocombustibles, hoy que Ecuador camina hacia la diversificación de la matriz energética, buscando dinamizar su matriz productiva.

De allí el objetivo de esta investigación al revisar, analizar y discutir una serie de documentación técnica, económica y socio-ambiental disponible, a fin de contar con mayor información respecto al efecto que genera la agroindustria de los biocombustibles en el desarrollo del Ecuador.

En el Ecuador desde hace más de una década tanto el gremio de cañicultores, palmicultores como el de agro-industriales y el estado, buscan consensuar respecto al avance en biocombustibles, toda vez que se insiste en mejorar la agro-industria de la cadena productiva tanto de la caña de azúcar para el bioetanol, como de la palma aceitera para el biodiesel.

No obstante los avances en lo agro-técnico, existe aparente escepticismo, toda vez que falta por ejemplo, mayor propagación de cultivos energéticos como la caña de azúcar a fin de satisfacer la demanda nacional de bioetanol que se requiere para generar una mezcla de hasta el 10%.

Palabras clave: Biocombustibles, cultivos energéticos, energías alternativas, medio ambiente.

Abstract

One of main problems that face the world is meeting the high energy demands of modern industrialized global society of the XXI century; especially by ensuring that they are developed in a sustainable and friendly way with the environment. In this context the use of alternative energies, including biofuels, today that Ecuador walks towards the diversification of the energy matrix, looking energize your productive matrix.

The is aim of this research to review, analyze and discuss a number of technical, economic and social-environmental documentation, in order to have more information regarding the effect that generates the biofuels agroindustry in the development of the Ecuador.

In the Ecuador for more than one decade both the guild of sugar cane farming, oil palm such as the agro-industrial and the State, seek consensus regarding progress in biofuels, all time that is insists in improve the agroindustry of the chain productive both of the cane of sugar for the bioethanol, as the palm oil to the biodiesel.

Despite advances in technical agro, there is apparent skepticism, given that failure for example, further spread of energy crops such as sugarcane in order to meet the demand national of bioethanol that is required to generate a blend of up to 10%.

Keywords: Alternative energies, biofuels, energy crops work, environment.

* Correspondencia del autor:
E-mail: honorio.moranc@ug.edu.ec



Introducción

Esta investigación consiste en una revisión de literatura de artículos académicos, reportes de Instituciones, libros y publicaciones de revistas académicas sobre la situación nacional de la Agroindustria de los Biocombustibles y tendencias mundiales respecto a fuentes de energía renovables; además utiliza base de datos de libre disponibilidad en temas energéticos y sus aspectos relacionados a efectos (impactos) en el desarrollo del país, tanto en lo económico, social y ambiental.

Cabe destacar el análisis y discusión que ha merecido la revisión de una serie de documentos propuestos por varios autores en la última década alusivos a la temática, tales como:

El enfoque de Ecuador como país Andino que realiza Cárdenas (2007), en el artículo *La Sustentabilidad en el Uso de Biocombustibles: Un Reto de Análisis, Decisiones y Equilibrio*.

La producción de azúcar y/o etanol más eficiente, experimentado por la agroindustria de la caña de azúcar en América Latina y el Caribe, que señala Seixas (2007), en el documento *Atlas de la agro energía y los biocombustibles en las Américas*.

Los impactos potenciales que el aumento en la demanda por biocombustibles pudiera tener en la estructura agraria, analizados por consultores de CEPAL (2007), en: *Biocombustibles y su impacto potencial en la estructura agraria, precios y empleo en América Latina*.

La Caña de Azúcar como Cultivo Energético para la Producción de Bioetanol desde la Perspectiva Ambiental, Económica y Social en el Ecuador, que establece que se puede producir biocombustibles (bioetanol), con plantas procesadoras, a partir de cultivos energéticos (caña de azúcar) cultivables en Ecuador (Gallardo, 2008).

Las mejores prácticas de implementación de programas de producción y uso de biocombustibles en base a la experiencia, las dificultades, y los éxitos logrados por los diferentes países de la región, son considerados por ARPEL e IICA (2009), en el *Manual de Biocombustibles*.

Una breve descripción de las principales materias primas de origen agrícola, que corresponden a tecnologías de primera generación, utilizadas para la producción de biocombustibles en el Ecuador, presenta Domínguez (2011), en el artículo *Biocombustibles: Hacia una Industria Cero-Desechos*.

Lo que menciona Castro (2011), en el libro: *Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador*, en cuyas conclusiones cita que: Una opción técnicamente viable en el corto plazo en energía para el transporte por ejemplo, son los biocombustibles de primera

generación, mismos que deberían ser subsidiados en la medida que persista el subsidio a los derivados del petróleo, a fin de que sean competitivos.

Finalmente, un amplio análisis de los biocombustibles de primera y segunda generación; los impactos ambientales y sociales de los mismos en el Ecuador, son presentados en el artículo *Reflexiones en torno al desarrollo de los biocombustibles en Ecuador* (Castro, 2012).

En vista de que el objetivo general del presente trabajo consiste en realizar un análisis a la industria de los biocombustibles y su efecto en el desarrollo nacional; esta investigación hace énfasis en la caña de azúcar como cultivo energético debido al posicionamiento logrado, dada la infraestructura con que actualmente cuenta la Industria Azucarera y Alcohólica del país; sin desmerecer otras como la palma aceitera en la producción de biodiesel.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

Esta comprende tres de las regiones geográficas del Ecuador; Costa, Sierra y Amazonía; no obstante la importancia de cada una de estas zonas, esta investigación hace énfasis en el área de influencia de la cuenca baja del río Guayas, donde en la actualidad se desarrolla el 94.4% de la agroindustria de la cadena agro productiva de la caña de azúcar, incluyendo entre sus derivados el bioetanol (Banco Central del Ecuador, 2015).

Otras áreas de importancia son las provincias de Los Ríos, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas, donde se desarrolla la agroindustria de la palma aceitera para la producción del biodiesel.

Los datos e información técnica presentados en esta investigación, resultan de estudios realizados como muestreos, investigaciones, trabajos interinstitucionales, y sobre todo la experiencia de actores que día a día de forma empírica y técnica se han dedicado a esta actividad por más de 30 años en el Ecuador, adquiriendo a la vez gran experiencia en este campo.

Evidencia Empírica

En base a la visita técnica de campo realizada el 17 junio de 2015, se pudo auscultar y verificar con el sector industrial (Ingenios), proveedores de la materia prima (cañicultores) y personal técnico del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de la Unión Nacional de Cañicultores del Ecuador (UNCE), los siguientes aspectos, figura 1.

Efecto Social

Al respecto resalta:

El rol de la UNCE como impulsora en el país en el uso de los biocombustibles, la labor gremial, científica



Figura 1. Personal técnico de Ingenio ECUDOS (A), Cañicultores en proceso de capacitación (B), Inspección de cultivos de caña de azúcar (C), Laboratorio de Biotecnología de UNCE (D).

y tecnológica en el sector cañicultor agrícola, al generar plazas de trabajo evitando la migración figura 2 (A y B).

Además siempre resaltaré la lucha por el sistema de comercialización indexado, logrado a través del acuerdo ministerial N° 251 del Ministerio de Agricultura y Ganadería de junio de 1988, el cual estableció el sistema de fijación del precio base de la tonelada métrica de caña de azúcar en pie con 13° de sacarosa, determinada en guarapo primario en desmenuzadora (molino), en base a un porcentaje de participación sobre el precio oficial que esté vigente para los 50 kg de azúcar a nivel de ingenio.

Matemáticamente el sistema de comercialización indexado se expresa, según ecuaciones [1] y [2].

En cuanto a su labor científica, destaca la creación del Centro Nacional de Investigaciones y desarrollo de la caña de azúcar, sustentado por los cañicultores, sin ayuda gubernamental ni de ONG's alguna, figura 2 (C y D).

El rol del Estado en el uso de energía alternativa a través de biocombustibles. Mismo que empieza a tomar cuerpo a partir del artículo 67 del reglamento

sustitutivo del reglamento ambiental para las operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador, expedido mediante Decreto Ejecutivo N° 1215, publicado en el R.O. N° 265, de febrero del 2001, "que determina que se preferirá y fomentará la producción y uso de aditivos oxigenados, tal como el etanol anhidro, a partir de materia prima renovable".

Siendo:

Y = precio de tonelada métrica en pie.

X = precio vigente de saco de 50 kg de azúcar a nivel Ingenio

G = grado de sacarosa incluyendo fracción medido a través de polarímetro

Se tiene:

$$Y = X_1 + X_2 * X_3$$

$$Y = 75\%X + 3.3\%X_1 * (G - 13)$$

$$Y = 0.75X + 0.033(0.75X) * (G - 13)$$

$$Y = 0.75X[1 + 0.033 * (G - 13)] \text{ si } G > 13^\circ \text{ sacarosa [1]}$$

$$Y = 0.75X \text{ si } G \leq 13^\circ \text{ sacarosa [2]}$$

Decreto Ejecutivo N° 2332, publicado en el R. O. N° 482 de diciembre de 2004, e impulsado por la UNCE, "declarándose de interés nacional la producción, comercialización y uso de biocarburantes como



Figura 2. Primera reunión de Consejo Consultivo de Biocombustibles en sede de UNCE (A); Proyecto 2KR (semilla de alta calidad genética) (B); Visita a laboratorio de Biotecnología de UNCE (C) y Parcela demostrativa con semilla mejorada (D).

componente en la formulación de los combustibles que se consumen en el país, así como la producción agrícola destinada a la preparación de biocarburantes”.

Como se describe en el Decreto, es a partir de la creación y conformación del Consejo Consultivo de Biocombustibles de la Presidencia de la República, cuya primera reunión se llevó a cabo el 7 de abril de 2005 en la sede de UNCE, en el Cantón El Triunfo, Provincia del Guayas.

El Decreto Ejecutivo N°. 146, publicado en el R. O. N° 39 del 12 de marzo de 2007, “cuya reforma entre otras cosas a más de omitir en la conformación del Consejo Nacional de Biocombustibles al Presidente de la UNCE o su delegado, establece que los delegados del sector privado asistirán a las sesiones del Consejo con derecho de voz pero no de voto”, es decir con carácter excluyente.

Efecto Ambiental

Ecuador al ser signatario del protocolo de Kioto, aún vigente, ha considerado no solo ratificarlo, si no ser consecuente con: la reducción del efecto invernadero, la reducción de la lluvia ácida y la disminución de emisiones del sector transporte, al acelerar como política energética, el uso de los biocombustibles, en este caso el etanol, obtenido de la caña de azúcar que cuenta con aspectos de interés para la conservación del medio ambiente.

En cuanto al rol de los biocombustibles en la matriz energética, es a partir de la década de 1990 en que se empieza a tomar en consideración los principales problemas medioambientales asociados al empleo de energía. Por ello el interés de conocer las principales características y problemáticas de las fuentes energéticas renovables y no renovables.

Tabla 1. Muestra una matriz energética que agrupa las principales fuentes de energía.

FUENTES DE ENERGIA	
No renovables	Renovables
*Carbón	Solar
*Petróleo	Eólica
*Gas Natural	Hidráulica
*Compuestos bituminosos y *arenas asfálticas	Biomasa y RSU
Nuclear	Energía del mar

* Combustibles fósiles

Considerando que el consumo energético mundial al 2014 se situó en torno a los 13,600 Mtep / año, que se estima crecerá por encima de los 14,000 Mtep / año durante los próximos 5 años y que el incremento de una población actual de alrededor de 7,365 millones de habitantes, lleva implícito un aumento en el consumo de los recursos no renovables, hace que con

mayor razón se incrementa el uso de biocombustibles, provenientes de cultivos energéticos, fortaleciendo la demanda de energías renovables.

Desde la crisis del petróleo de 1973 hasta el día de hoy, la dependencia mundial hacia los combustibles fósiles se mantiene (a seguido aumentando) en términos relativos en un 80% de la energía primaria.

Los únicos indicios de cambio aparente han sido una ligera disminución de la contribución relativa a favor del gas natural y en cuanto al uso de energías renovables, el incremento de estas es lento 15%, a pesar de un notorio empleo de bioetanol a nivel mundial ocurrido desde el 2006 prácticamente, ver Tabla 2.

Se ha considerado a manera de comparación la matriz energética del Ecuador con las matrices energéticas mundial y de Brasil, puesto que, en la actualidad, el 85% de la producción mundial de bioetanol lo copan los Estados Unidos a partir del maíz 56.3% y Brasil a partir de la caña de azúcar 28.7%; otros países como Francia lo hacen a partir de remolacha; en Colombia por ejemplo se produce 1.5 millones de litros de etanol diarios a partir de caña de azúcar.

Con respecto al consumo, las proyecciones de la demanda mundial de los biocombustibles para el año 2015 fue aproximadamente 98 mil millones de litros de bioetanol, (Gomide, 2006) y (Maluenda, 2015).

En relación al ordenamiento territorial, fijando y estimando áreas de siembra, forma parte indisoluble de la gestión ambiental y respalda de manera directa las acciones orientadas al desarrollo sostenible que día a día impulsa la UNCE, (UNCE, 2006).

En la actualidad, el país cuenta con aproximadamente 95,000 ha de cultivo de caña de azúcar, que produce más de 10.5 millones de sacos de 50 kg de azúcar anualmente, siendo el consumo interno aproximadamente 9.75 millones de sacos; lo cual implica que existe un pequeño excedente. A su vez existen aproximadamente 50,000 ha de caña de azúcar cultivadas en todo el territorio nacional para la producción de otros derivados como panela, mieles, aguardiente, confites y caña fruta.

El mapa territorial, figura 3, muestra las zonas donde se estima nuevas siembras del cultivo energético caña de azúcar, tanto para la producción azucarera como de otros derivados incluido el bioetanol, y el mapa de zonificación figura 4, indica las provincias que producirán la mayor cantidad de etanol y biodiesel.

Resultados

El mejoramiento de plántulas por propagación *in vitro* con mayor rendimiento y alta calidad fitosanitaria, desde lo biotecnológico y entomológico.

Biocombustibles

El objetivo ha sido, promover la introducción de tecnología en la producción agrícola ecuatoriana,

a efecto de mejorar los rendimientos, mediante la producción de semillas de alta calidad genética y fitosanitaria.

UNCE en los últimos 10 años, se ha dedicado a la multiplicación de plantas de caña de azúcar por vía biotecnológica, utilizando “el método de cultivos de tejido”. Que consiste en multiplicar partes aisladas de plantas (meristemas, hojas primordiales, entre otros) en medios de cultivos sintéticos, permitiendo así el desarrollo completo de una nueva planta o callos.

Actualmente el Centro de Investigación cuenta con 15 prototipos de variedades en el campo para su adaptación y pruebas, sobresaliendo de entre ellas:

Tabla 2. Matriz energética mundial 2013

TIPOS DE ENERGIA	%	Mtep
ENERGIAS NO RENOVABLES		
Petróleo y derivados	31.0	4,216.00
Gas natural	21.0	2,856.00
Carbón mineral	29.0	3,944.00
Uranio y derivados	5.0	680.00
SUBTOTAL NO RENOVABLES	86.0	11,696.00
ENERGIAS RENOVABLES		
Hidráulica y Eléctrica	2.6	353.60
Leña y Carbón vegetal	8.6	1,169.60
Bioetanol (de caña de azúcar)	1.3	176.80
Otras energías (geotérmica, solar, eólica, etc).	1.5	204.00
SUBTOTAL RENOVABLES	14.0	1,904.00
TOTAL	100.0	13,600.00

Fuente: Agencia Internacional de la Energía (WEO 2013)

Tabla 3. Matriz energética Brasileira 2014

TIPOS DE ENERGIA	%	Mtep
ENERGIAS NO RENOVABLES		
Petróleo y derivados	39.5	120.71
Gas natural	13.7	41.87
Carbón mineral	5.9	18.03
Uranio y derivados	1.5	4.58
SUBTOTAL NO RENOVABLES	60.6	185.19
ENERGIAS RENOVABLES		
Hidráulica y Eléctrica	11.6	35.45
Leña y Carbón vegetal	8.1	24.75
Bioetanol (de caña de azúcar)	15.7	47.98
Otras energías (geotérmica, solar, eólica, etc).	4.0	12.23
SUBTOTAL RENOVABLES	39.4	120.41
TOTAL	100.0	305.60

Fuente: Empresa de Pesquisa energética-EPE, Ministerio de Minas e Energia-MME.Brasil.2014

Tabla 4. Matriz energética del Ecuador 2014

TIPOS DE ENERGIA	%	Mtep
ENERGIAS NO RENOVABLES		
Petróleo y derivados	80.41	12.95
Gas natural	5.89	0.95
Carbón mineral		
Uranio y derivados		
SUBTOTAL NO RENOVABLES	86.30	13.90
ENERGIAS RENOVABLES		
Hidroeléctrica	8.02	1.29
Leña y Carbón vegetal	1.82	0.29
Bioetanol (de caña de azúcar)	3.36	0.54
Otras energías (geotérmica, solar, eólica, etc).	0.60	0.09
SUBTOTAL RENOVABLES	13.70	2.21
TOTAL	100.0	16.11

Fuente: Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos-Ecuador, diciembre 2014

la cenicaña y ragnar de las cultivadas a través del sistema *in vitro* (Arellano, 2013).

Campo Entomológico

El objetivo de UNCE, es dar importancia primordial al control biológico de plagas dañinas al cultivo; y para ello utiliza el “método de conversión de crisálidas en mariposas y siembra de posturas en recipientes de vidrio”. Luego procede el montaje de pie de cria de moscas y extracción de maggots para parasitar las larvas de diatraea (saccharalis) (Ramírez, 2007).

El plan piloto para la formulación y comercialización de gasolina extra con etanol anhidro en la ciudad de Guayaquil, que entró en vigencia en el 2010 y que está diseñado para mezclar 95 % de naftas y 5 % de etanol anhidro para la preparación de gasolina extra oxigenada con etanol (González, 2008).

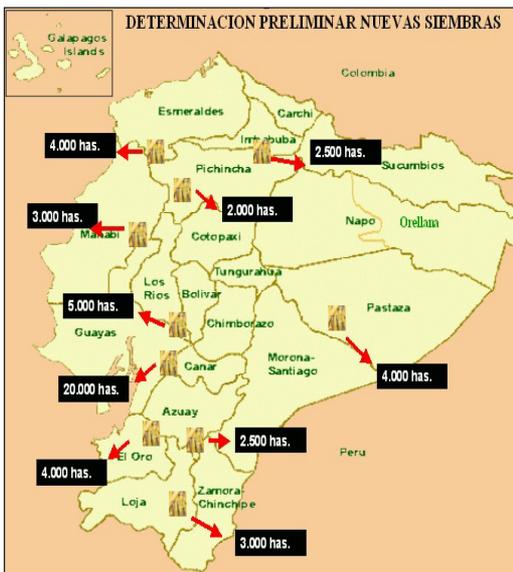


Figura 3. Mapa Territorial del Ecuador, escenario del cultivo energético caña de azúcar. Fuente: Unión Nacional de Cañicultores del Ecuador (UNCE), diciembre 2007.

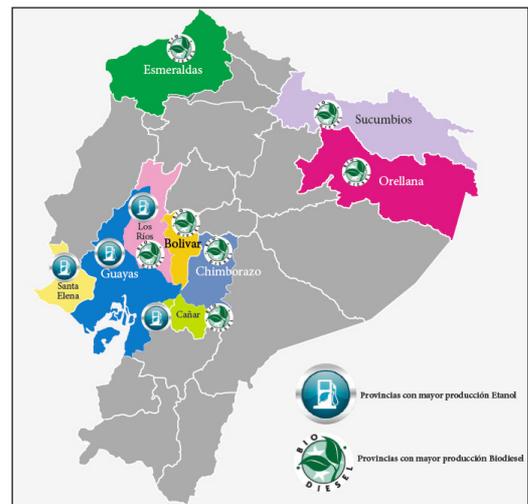


Figura 4. Zonificación de provincias con mayor producción de etanol y biodiesel. Fuente: ProEcuador & MAGAP, diciembre 2013.



Figura 5. Plan Piloto Biocombustible, Terminal Pasajuales.

Por tanto, cuando se disponga de mayor producción nacional de etanol, la mezcla sería 10% etanol y 90% naftas con mejores beneficios económicos, ambientales y sociales, figura 5.

La disponibilidad territorial de áreas de siembra, para nuevos cultivos energéticos de caña de azúcar, de acuerdo al Ministerio de Agricultura y Ganadería, se encuentran situadas a lo largo de las tres regiones.

El universo de cañicultores está compuesto: 80% por pequeños productores hasta 50 ha; 15% por medianos en un rango de 50 ha a 200 ha y 5% por grandes con más de 200 ha.

Así mismo la tenencia de la tierra ocupada con cultivos de caña de azúcar para su proceso de industrialización, se encuentra actualmente distribuida en la siguiente proporción: 54% sector agro-industrial y 46% sector cañicultores.

Los nuevos cultivos de caña de azúcar para la producción de bioetanol, se distribuirán en el país, por regiones: Costa 72%, Sierra 20% y Amazonía 8%. Estas 60,000 ha, corresponden a lo que fueron: cultivos permanentes como huertas viejas de cacao, bananeras abandonadas, tierras en barbechos o rastros, pastizales cultivados en desuso por falta de pastoreo, pastos naturales.

Es importante que, a más de la disponibilidad territorial de áreas de siembra, exista también la disponibilidad de otros recursos y usos como son los hídricos (el agua) para riego de los cultivos (UNCE, 2006).

Discusión

Se menciona que actualmente existen menos grupos y organizaciones que se oponen al desarrollo del

programa de biocombustibles, ya que sus argumentos y preocupaciones no tienen asidero porque en este caso, Ecuador es excedentario en la producción cañera y azucarera anual en más de 1'500,000 (un millón quinientos mil) sacos de azúcar.

Esta es una de las razones por la cual se exporta a varios mercados y el Ecuador desde hace muchos años, después de haber superado la crisis de las décadas de los 70' y 80' respecto a la producción deficitaria y precios injustos, no conoce la escasez de este producto; por consiguiente, cuenta con suficientes terrenos según el III Censo Nacional Agropecuario (2003), para desarrollar nuevos cultivos energéticos dedicados a la producción de biocombustibles sin afectar bosques o ecosistemas.

Actualmente, de la producción del bioetanol a nivel mundial (figura 6), se usa: 75.6% como biocombustible; 13.8% a nivel industrial y 10.6% en bebidas, notándose un drástico incremento en el empleo como biocombustible a partir del año 2002.

A sí mismo, la escasez y el alza internacional en los precios de los aceites vegetales incluidos el de palma, ha desencadenado en un problema global del desarrollo. La demanda de aceite de palma a nivel mundial crece por diversas razones: la creciente demanda por aceites combustibles de los consumidores en China e India y, los subsidios occidentales para la producción de biocombustibles.

En fin, todo esto porque la demanda supera a la oferta. Por ejemplo, el proyecto de biodiesel a nivel nacional para mezclar 5% de biodiesel, requiere aproximadamente de 225,000 Tm/año, lo cual implicaría que los industriales no exporten su excedente, sino que lo vendan en el país; pero el actual precio internacional para tal propósito es superior al que se pretende fijar para la compra local, lo cual aleja

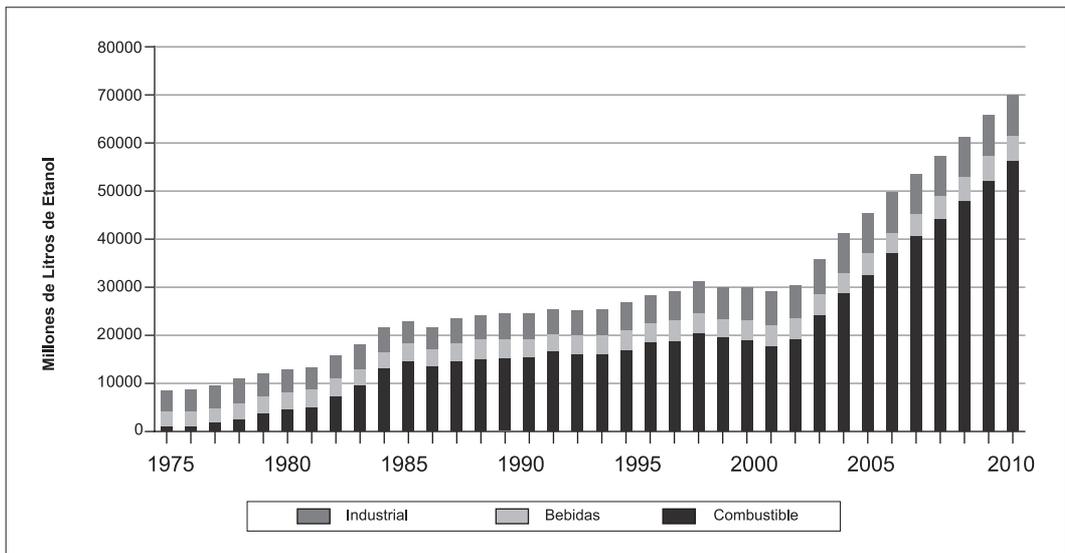


Figura 6. Tipos de producción de etanol a nivel mundial. Fuente: Universidad de Buenos Aires, octubre 2013

Tabla 5. Rendimiento de biodiesel en diferentes cultivos energéticos / ha

HIGUERILLA	GIRASOL	SOYA	PALMA	ALGODÓN
PRODUCTIVIDAD DE LAS CULTURAS				
1,500 kg/ha	1,500 kg/ha	3,000 kg/ha	20,000 kg/ha	3,000 kg/ha
CONTENIDO DE ACEITE VEGETAL				
47%	42%	18%	20%	15%
PRODUCTIVIDAD DE ACEITE VEGETAL (kg/ha)				
705	630	540	4,000	450
PRODUCCION DE BRASIL EN EL 2005 m³/año				
90,000	23,000	5,600,000	151,000	315,000

Tabla 6. Rendimiento de bioetanol en diversos cultivos energéticos / ha

CULTIVOS	RENDIMIENTO DE ALCOHOL (L/Tm)	RENDIMIENTO DE CULTIVO (Tm/ha)	PRODUCTIVIDAD ALCOHOL (L/ha)
CAÑA	70.0	75.0	5,250.0
YUCA	180.0	20.0	3,600.0
UVAS	130.0	25.0	3,250.0
SORGO AZUCARADO	86.0	35.0	3,010.0
PAPAS	110.0	25.0	2,750.0
MAIZ	370.0	6.0	2,220.0
ARROZ	430.0	2.5	1,075.0
TRIGO (ALTO RDTO)	350.0	3.0	1,050.0
CEBADA	250.0	2.5	625.0
TRIGO (ALTO RDTO)	340.0	1.5	510.0
BANANO	120.0	2.16	259.2

la posibilidad de que el plan sea actualmente factible en el Ecuador y, por ende no se desarrolle aún, salvo si se sigue subsidiando. Mientras tanto se está probando y experimentando con otros cultivos como: el piñón e higuierilla en la provincia de Manabí.

De la comparación de resultados con otros cultivos energéticos, se desprende la Tabla 3. Respecto a los bioalcoholes: de la gama de cultivos energéticos que sirven como materia prima para producir alcohol, se observa que la caña de azúcar es el más oicionado por cuanto su rendimiento de Tm/ha es mayor que los comparados y aunque por tonelada se ha estimado una producción promedio de 70 L/Tm, su productividad es la mayor (5,250 L/ha), superando en orden a los cultivos como la yuca 3,600 L/ha, uvas 3,250 L/ha y maíz 2,220 L/ha, Tabla 4.

Una diferencia notoria entre producir etanol a partir de cereales y maíz versus caña de azúcar es que en los primeros su producción es continua, mientras que en la caña de azúcar es más factible en épocas de zafra o en ausencia de lluvias, pero sus costos de producción notablemente varían, al punto que el litro de etanol producido a base de cereales es 3 veces mayor que

el promedio de producción de uno a base de caña de azúcar que oscila entre 0.26 - 0.42 dólares/litro.

Conclusiones

- Cuando la totalidad se aproxime a 200,000 ha dedicadas al cultivo de caña de azúcar, incluyendo (para azúcar, otros derivados y biocombustibles), se estará utilizando solo el 1.55% del total de suelo agropecuario y apenas el 0.07% del total del territorio nacional.
- La producción de bioetanol para el plan piloto de formulación y comercialización de gasolina extra con etanol anhidro (Ecopaís) que se encuentra en marcha en la ciudad de Guayaquil a partir de enero del 2010, requiere disponer de 8 ha de caña/día, ≈ 3,000 ha/año. Por tanto, el plan nacional, requiere disponer de 161.2 ha/día ≈ 60,000 ha/año para una demanda proyectada al 2016 de 18'500,000 bbl/año de gasolinas, con una mezcla del 10% etanol anhidro (1'850,000 bbl/año), lo que implica 805,738 L/día.
- Los egresos de divisas por importación de naftas de alto octano, cada vez son mayores, por la

demanda interna de combustibles y por el precio internacional de los derivados del petróleo.

Recomendaciones

- Para que la producción de biocombustibles, incluyendo el bioetanol proveniente de cultivos energéticos y en cuyos casos su materia prima sirve para generar alimentos de consumo humano, es necesario que los países productores generen excedentes, de suerte que el consumo local no quede desabastecido y por lo tanto no genere impacto en la población y producción.
- Urge un ordenamiento territorial, ante el hecho de contar con suelos agrícolas subutilizados, a fin de optimizar las superficies de terrenos y así poder contar con suelos para desarrollar nuevos cultivos energéticos dedicados a la producción de biocombustibles, sin afectar áreas como: bosques, ecosistemas.
- Al incrementarse 60,000 ha para cumplir con el programa de bioetanol, se generarían aproximadamente 250,000 plazas de trabajo, evitando así el abandono del campo en sus áreas rurales, frenando la migración fuera de las fronteras, y por consiguiente fomentando la agroindustria.
- Ante un limitado marco legal existente a falta de una ley de biocombustibles para el Ecuador que permita normar y regular, la producción, comercialización y uso de biocarburantes en el país, se sugiere trabajar en la ejecución y puesta en práctica de la misma desde la Asamblea Nacional, a fin de que los actores: proveedores de materia prima, industriales alcoholeros y/o el Estado satisfagan sus intereses por este tipo de mercado.
- Para que la producción que generan los cultivos tradicionales, por ejemplo a nivel de la provincia del Guayas (arroz, maíz, banano, mango, caña de azúcar), no se vean afectados por la producción de los cultivos energéticos (caña de azúcar, yuca, palma aceitera, piñón), simplemente los primeros deben generar excedentes o abastecer el consumo humano y los segundos, más allá de que aprovechan cierta infraestructura con que cuenta la zona, a utilizar nuevas áreas de suelos desocupados o subutilizados sin apartarse de las condiciones bioclimáticas que estos requieren para su eficiente desarrollo productivo.
- Finalmente para que la comunidad reaccione positivamente ante el uso de los biocombustibles (bioetanol) a partir de caña de azúcar u otros, no intentar excluirla, debe estar involucrada desde los inicios de los proyectos participando a través de espacios que ella tiene, tales como: de opinión, costumbres culturales,

trabajo ocupacional, reactivación económica, agroturismo, niveles asociativos, salud, entre otros, más aún cuando el Plan del Buen Vivir lo exige desde la Constitución de la República del Ecuador.

Referencias

- Agencia Internacional de la Energía (WEO 2013). *Perspectivas de crecimiento de la demanda mundial de energía primaria*. Recuperado de <http://www.iea.org/>
- Arellano, A. (2013). *Multiplicación de plantas por vía biotecnológica*. UNCE. El Triunfo, Ecuador.
- ARPEL-IICA (2009). *Manual de biocombustibles*. Montevideo, Uruguay y San José, Costa Rica.
- Cárdenas, H. (2007). *La Sustentabilidad en el Uso de Biocombustibles: Un reto de análisis, decisiones y equilibrio*. Quito, Ecuador.
- Castro, M. (2011). *Hacia una matriz diversificada en Ecuador*. Quito: CEDA-Integraf
- Castro, M. (2012). *Reflexiones en torno al desarrollo de los biocombustibles en Ecuador*. Quito, Ecuador.
- CINCAE (2014). *Informe anual 2014*. Recuperado de <http://cincae.org/wp-content/uploads/2013/04/Informe-Anual-2014.pdf>. El Triunfo, Ecuador.
- Domínguez, J. (2011). *Biocombustibles: Hacia una Industria Cero-Desechos*. Guayaquil, Ecuador.
- Duffey, A. (2011). *Estudio regional sobre economía de los biocombustibles (GTZ-CEPAL)*. Santiago, Chile.
- Empresa de Pesquisa Energética EPE (2014). *Matriz energética Brasileira*. Recuperado de <http://www.epe.gov.br/>
- Gallardo, A. (2008). *La caña de azúcar como cultivo energético para la producción de bioetanol desde la perspectiva ambiental, económica y social en el Ecuador*. Tesis de Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales, Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España.
- Gomide, R. (2014). Com. Per. *Política nacional de biocombustibles: Reunión de CASA sobre Biocombustibles y la Perspectiva Socio-Ambiental*. Fortaleza, Brasil. 40p
- González, M. (2007). *Los biocombustibles opción energética de los tiempos actuales*. Conferencia: Colegio de Ingenieros Agrónomos del Guayas. Guayaquil, Ecuador. 61p.
- González, M. (2008). *Ayuda memoria Programa Biocombustibles - Proyecto Piloto Guayaquil*. Consejo Nacional de Biocombustibles. Guayaquil, Ecuador. 4p.
- Maluenda, M. (2015). *Máximo histórico para el bioetanol 2015*. Recuperado de <http://www.agrodigital.com/Documentos/etanolv15.pdf>
- Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (2015). *Matriz energética del Ecuador*. Recuperado de <http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/>
- ProEcuador & MAGAP, (2013). *Zonificación de provincias realizado por el MAGAP con mayor producción de etanol y biodiesel*. Recuperado de <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/.../06/.../Biocombustibles.pdf>
- Ramírez, C. (2007). *Producción de moscas benéficas para el control biológico del barrenador de la caña (diatraea saccharalis)*. UNCE laboratorio de entomología. El Triunfo, Ecuador.
- Razo, C., Astete, S., Saucedo, A. y Ludeña, C. (2007). *Biocombustibles y su Impacto Potencial en la Estructura Agraria, Precios y Empleo en América Latina*. Santiago, Chile.
- Reunión de la Comunidad Sudamericana de Naciones CASA. (2006). *Sobre biocombustibles desde la perspectiva socio ambiental: Política nacional de biocombustibles*. Ministerio de Minas y Energía. Fortaleza, Brasil. 45p.
- Salazar, J. (2010). *Factores ambientales tecnológicos y económicos en la producción de etanol carburante*. Conversatorio: Colegio Regional de Ingenieros Químicos del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 50p.

Seixas, M. (2007). *Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: etanol*. San José: IICA.

Unión Nacional de Cañicultores del Ecuador UNCE (2006). 200 millones de litros de etanol requiere el Ecuador. *El Universo*, año 85 (164): 3A.

Universidad de Buenos Aires (2013). *Producción mundial de etanol*. Recuperado de http://www.agro.uba.ar/apuntes/no_6/etanol.htm

UPME (2009). *Biocombustibles en Colombia*. Bogotá, Colombia: UPME.