

Dirección del Proyecto: Dr. Carlos Gay y García

Coordinadores del Proyecto: Alejandro Álvarez Bejar / Nora Lina Montes Delgado

Editores: Carlos Gay y García / Angelina Cos Gutiérrez

coautores

Alejandro Álvarez Bejar, Facultad de Economía, UNAM
Nora Lina Montes Delgado, Facultad de Economía, UNAM
Arón Jazcilevich Diamant, Centro de Ciencias de las Atmósfera, UNAM
Javier Manríquez García, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Gian Carlo Delgado Ramos, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM
Lilia Rebeca de Diego Correa, Internacionalista por la UNAM con estudios de maestría en "Estudios Regionales" por el Instituto Mora (México)

Grupo Investigación: Reúso y Tratamiento, Instituto de Ingeniería, UNAM
Inés Navarro González, Instituto de Ingeniería, UNAM
Blanca Jiménez Cisneros, Instituto de Ingeniería, UNAM
María Eugenia Haro González, Instituto de Ingeniería, UNAM
Ralph Thompson, Instituto de Ingeniería, UNAM

Grupo de investigación sobre políticas públicas de los biocombustibles en México, en el contexto de América del Norte

Edit Antal Fodroczy, Centro de Investigaciones sobre América, UNAM
Ernesto Carmona Gómez, Centro de Investigaciones sobre América, UNAM
Fausto Kubli-García, Ciencias Políticas y Sociales, UNAM
Rafael López Cerino, Ciencias Políticas y Sociales, UNAM
Julio César Medellín Cázares, Facultad de Derecho, UNAM

Biocombustibles en México:

Una alternativa para la reducción de la dependencia de los hidrocarburos y la mitigación de los gases efecto invernadero



Bio combustibles

Alejandro Álvarez Bejar, Javier Manríquez García, Grupo de investigación Reúso y Tratamiento, Instituto de Ingeniería, UNAM: Inés Navarro González, Blanca Jiménez Cisneros, María Eugenia Haro Pico, Ralph Thompson, Grupo de investigación sobre políticas públicas de los biocombustibles en México, en el contexto de América del Norte: Edit Antal Fodroczy, Ernesto Carmona Gómez, Fausto Kubli-García, Rafael López Cerino, Julio César Medellín Cázares,

Bio combustibles

Alejandro Álvarez Bejar, Javier Manríquez García, Grupo de investigación Reúso y Tratamiento, Instituto de Ingeniería, UNAM: Inés Navarro González, Blanca Jiménez Cisneros, María Eugenia Haro Pico, Ralph Thompson, Grupo de investigación sobre políticas públicas de los biocombustibles en México, en el contexto de América del Norte: Edit Antal Fodroczy, Ernesto Carmona Gómez, Fausto Kubli-García, Rafael López Cerino, Julio César Medellín Cázares,

Alejandro Álvarez Bejar, Javier Manríquez García, Grupo de investigación Reúso y Tratamiento, Instituto de Ingeniería, UNAM: Inés Navarro González, Blanca Jiménez Cisneros, María Eugenia Haro Pico, Ralph Thompson, Grupo de investigación sobre políticas públicas de los biocombustibles en México, en el contexto de América del Norte: Edit Antal Fodroczy, Ernesto Carmona Gómez, Fausto Kubli-García, Rafael López Cerino, Julio César Medellín Cázares,



**BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO:
UNA ALTERNATIVA PARA LA REDUCCIÓN DE
LA DEPENDENCIA DE LOS HIDROCARBUROS
Y LA MITIGACIÓN DE
LOS GASES EFECTO INVERNADERO**

Dirección del proyecto: Carlos Gay y García

Coordinadores: Alejandro Álvarez Bejar / Nora Lina Montes Delgado

COAUTORES:

Alejandro Álvarez Bejar,	Facultad de Economía, UNAM
Nora Lina Montes Delgado,	Facultad de Economía, UNAM
Arón Jazcilevich Diamant,	Centro de Ciencias de las Atmósfera, UNAM
Javier Manríquez García,	Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Gian Carlo Delgado Ramos,	Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM
Lilia Rebeca de Diego Correa,	Internacionalista por la UNAM con estudios de maestría en "Estudios Regionales" por el Instituto Mora (México)

Grupo Investigación: Reúso y Tratamiento, Instituto de Ingeniería, UNAM

Inés Navarro González,	Instituto de Ingeniería, UNAM
Blanca Jiménez Cisneros,	Instituto de Ingeniería, UNAM
María Eugenia Haro Pico,	Instituto de Ingeniería, UNAM
Ralph Thompson,	Instituto de Ingeniería, UNAM

Grupo de investigación sobre políticas públicas de los biocombustibles en México, en el contexto de América del Norte

Edit Antal Fodroczy,	Centro de Investigaciones sobre América, UNAM
Ernesto Carmona Gómez,	Centro de Investigaciones sobre América, UNAM
Fausto Kubli-García,	Ciencias Políticas y Sociales, UNAM
Rafael López Cerino,	Ciencias Políticas y Sociales, UNAM
Julio César Medellín Cázares,	Facultad de Derecho, UNAM

Publicado en México en 2014 por el Programa de Investigación en Cambio Climático.
Universidad Nacional Autónoma de México.

Título: **Biocombustibles en México: Una alternativa para la reducción de la dependencia de los hidrocarburos y la mitigación de los gases efecto invernadero.**

Dirección editorial: Carlos Gay y García, Angelina Cos Gutiérrez

<http://www.pincc.unam.mx/>

Diseño de portada e interiores: Alebrije Diseño
Ma. Elena Vázquez Ávalos/ Lydia Ruiz Alanís

Imágenes de Portada:
Alebrije Diseño: Maíz, Yuca, Remolacha, Sorgo.

José Julio Carmona: Ingenio Azucarero.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este libro puede ser reproducida o transmitida de cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico incluye el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, si la autorización por escrito de editor.

ISBN:

Primera Edición
Impreso en México/Printed in Mexico

BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO: UNA ALTERNATIVA PARA LA REDUCCIÓN DE LA DEPENDENCIA DE LOS HIDROCARBUROS Y LA MITIGACIÓN DE LOS GASES EFECTO INVERNADERO

1.a **PARTE** **ESCENARIO INTERNACIONAL DE LOS BIOCOMBUSTIBLES(BC) EN AMÉRICA LATINA Y EN MÉXICO**

1. ¿SON LOS BIOCOMBUSTIBLES UNA OPCIÓN
EN LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO?
ALEJANDRO ÁLVAREZ
Y NORA LINA MONTES.....37
2. UNA VISIÓN ACERCA DE ENERGÍA, CAMBIO CLIMÁTICO
Y BIOCOMBUSTIBLES
ARON JAZCILEVICH.....59

2.a **PARTE** **LA PRODUCCIÓN MATERIAL Y LAS RUTAS TECNOLÓGICAS QUE SE PLANTEAN PARA AMÉRICA LATINA**

3. LOS BIOCOMBUSTIBLES EN AMÉRICA LATINA Y MÉXICO
ALEJANDRO ÁLVAREZ
Y NORA LINA MONTES.....81

ESTUDIO DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN DE BC:

3.a **PARTE** **LOS IMPACTOS GENERALES Y LOS RELACIONADOS CON LA GENERACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO (GEI) Y LA DEMANDA DE AGUA**

4. BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO
UN BALANCE CRÍTICO DE SUS IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES
GIAN CARLO DELGADO.....107
5. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA PRODUCCIÓN
DE BIOCOMBUSTIBLES EN EL RECURSO AGUA
INÉS NAVARRO, BLANCA JIMÉNEZ,
MARÍA EUGENIA HARO, RALPH THOMPSON.....133
6. LA APUESTA DEL BIODIESEL DE PALMA EN EL ESTADO
DE CHIAPAS, MÉXICO
LILIA REBECA DE DIEGO CORREO
Y GIAN CARLO DELGADO.....167

4.a **PARTE** **POLÍTICAS PÚBLICAS DE PROMOCIÓN, REGULACIÓN Y COMERCIO DE BC**

7. LAS POLÍTICAS DE PROMOCIÓN
DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO
EN EL MARCO DE LA REGULACIÓN GLOBAL Y REGIONAL
EDIT ANTAL, ERNESTO CARMONA GÓMEZ,
FAUSTO KUBLI-GARCÍA, RAFAEL LÓPEZ CERINO,
JULIO CÉSAR MEDELLÍN CÁZARES.....195

INTRODUCCIÓN

ESTE LIBRO PARA DIVULGACIÓN ES EL RESULTADO DE UN TRABAJO MULTI-DISCIPLINARIO Y MULTI-INSTITUCIONAL, REALIZADO POR CINCO GRUPOS DE INVESTIGACIÓN QUE, CON EL FINANCIAMIENTO DEL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN CAMBIO CLIMÁTICO DE ESTA UNIVERSIDAD (PINCC), REUNIMOS NUESTROS INTERESES COMUNES PARA ABORDAR PROBLEMAS ESPECÍFICOS DE UN MISMO TEMA, EL DE BIOCOMBUSTIBLES (BC). NOS PLANTEAMOS EXAMINAR ESTA ALTERNATIVA ENERGÉTICA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO, ESTABLECIENDO CADA EQUIPO, EN EL MARCO DE NUESTRA RESPECTIVA ESPECIALIDAD, LOS PROPÓSITOS FUNDAMENTALES, LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y LAS FORMAS DE AVANZAR EN LA INVESTIGACIÓN. LAS DEPENDENCIAS DE LA UNAM QUE INTEGRAMOS ESTE ESFUERZO SON: EL CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA, EL INSTITUTO DE INGENIERÍA, EL CENTRO DE ESTUDIOS EN INVESTIGACIONES EN CIENCIAS Y HUMANIDADES, EL CENTRO DE INVESTIGACIONES SOBRE AMÉRICA DEL NORTE Y LA FACULTAD DE ECONOMÍA.

DE MODO QUE CUANDO DECIDIMOS ACERCARNOS PARA COMPARTIR EL TEMA Y LAS PREOCUPACIONES COMUNES, NOS DIMOS CUENTA DE QUE NO SÓLO TENÍAMOS VISIONES DISTINTAS SOBRE UN MISMO PROBLEMA, SINO QUE ESTÁBAMOS PISANDO TERRENO CONTROVERSIAL. COMPARTIMOS, EN EL PRIMER CONGRESO DEL PINCC SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, CELEBRADO EN 2011, LA PRESENTACIÓN DE NUESTROS AVANCES DE INVESTIGACIÓN INICIALES, TRAS LO CUAL NOS COMPROMETIMOS A SISTEMATIZAR UN DIÁLOGO ENTRE LOS PARTICIPANTES DE CADA PROYECTO, PARA TRATAR DE IR DEFINIENDO UN CRITERIO QUE PERMITIERA COLOCAR LAS CONFLUENCIAS Y LAS DISCREPANCIAS EN UN CAMPO FÉRTIL, PARA PROGRESAR EN LAS INVESTIGACIONES RESPECTIVAS. CADA EQUIPO TENÍA UNA IDEA CLARA DE LO QUE PODRÍA ESPERARSE DE UNA ESTRATEGIA DE UTILIZACIÓN DE BC EN MÉXICO, PERO LOS Matices AL RESPECTO NO ESTABAN AÚN COMPLETAMENTE DESARROLLADOS.

CONVOCAMOS DESPUÉS A UN TALLER PARA PRESENTAR NUESTROS SIGUIENTES AVANCES -REALIZADO EN MAYO DE 2012 EN LA FACULTAD DE ECONOMÍA-, EN EL QUE ADOPTAMOS UN ESTILO DE TRABAJO ABIERTO A MÁS GENTE QUE SÓLO LA ASOCIADA AL PROYECTO, INVITANDO A ESPECIALISTAS EN EL TEMA QUE PODÍAN SER ACADÉMICOS O EXPERTOS EN ESPACIOS DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, ALUMNOS Y COLEGAS DE OTRAS FACULTADES E INSTITUTOS E INCLUSO DE OTRAS UNIVERSIDADES. FUE CON LAS PRESENTACIONES, COMENTARIOS Y CRÍTICAS EN ESE TALLER QUE NOS DIMOS CUENTA DE QUE ESTÁBAMOS NO SÓLO FRENTE A LA INMINENTE ENTREGA DE REPORTES DE INVESTIGACIÓN MUY TÉCNICOS PARA EL PINCC, SINO QUE CON ELLO TENÍAMOS AL ALCANCE DE LA MANO LA PERSPECTIVA DE PUBLICAR UN LIBRO DE DIVULGACIÓN, QUE SIRVIERA PARA INDUCIR A OTROS A TRABAJAR EN ESTOS TEMAS Y PROBLEMAS, DE LA MISMA FORMA INTERDISCIPLINARIA QUE NOSOTROS HABÍAMOS MONTADO POR LA VÍA DE LOS HECHOS.

ENTRE LOS INVITADOS ESPECIALES AL TALLER ESTABAN ESPECIALISTAS QUE CADA EQUIPO HABÍA SOLICITADO ASISTIERAN AL EVENTO, PARTICULARMENTE PARA DAR SU COMENTARIO EXPERTO DE NUESTROS RESPECTIVOS TRABAJOS, OBSERVACIONES QUE SERÍAN CONSIDERADAS EN LA VERSIÓN FINAL DE LOS CAPÍTULOS QUE INTEGRAN ESTE LIBRO Y QUE AMABLEMENTE DICTAMINARON.

SE HA TRATADO PUES, EN TODO MOMENTO, DE PRIVILEGIAR EL DIÁLOGO CIENTÍFICO Y LA CRÍTICA CONSTRUCTIVA, MANTENIENDO LAS DIFERENCIAS CUANDO ESO SE CONSIDERA NECESARIO PARA POSICIONARSE EN EL TEMA. POR SUPUESTO, ESTABA TAMBIÉN CLARO QUE EN UN ASUNTO TAN COMPLEJO, EL DESAFÍO DE REDACTAR MATERIALES PARA DIVULGACIÓN SERÍA OTRA DE LAS CUESTIONES FUERTES A RESOLVER. CREEMOS QUE ALGO SE HA LOGRADO Y QUE, AUNQUE NO ESPERAMOS QUE SEA UN MATERIAL DE ACCESO PARA TODO PÚBLICO, SÍ ES AL MENOS UN MATERIAL QUE PERMITE A ESTUDIANTES DE LICENCIATURA, MAESTRÍA Y DOCTORADO DE VARIAS FACULTADES Y ESPECIALIDADES, TENERLO COMO REFERENCIA EN SU PROPIO QUEHACER.

EL LIBRO ESTÁ ORGANIZADO EN CUATRO GRANDES PARTES. LA PRIMERA COMPRENDE EL ESCENARIO INTERNACIONAL DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN AMÉRICA LATINA Y EN MÉXICO, E INCLUYE UN CAPÍTULO DE ALEJANDRO ÁLVAREZ Y NORA LINA MONTES Y OTRO DE ARON JASCILEVICH. LA SEGUNDA EXAMINA CON MAYOR DETALLE LA PRODUCCIÓN MATERIAL Y LAS RUTAS TECNOLÓGICAS QUE SE PLANTEAN PARA AMÉRICA LATINA Y COMPRENDE UN CAPÍTULO DE MONTES Y ÁLVAREZ. LA TERCERA PARTE CONTIENE EL ESTUDIO DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN DE BC: LOS IMPACTOS GENERALES Y LOS RELACIONADOS CON LA GENERACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO (GEI) Y LA DEMANDA DE AGUA. ESTA SECCIÓN TIENE TRES CAPÍTULOS: UNO DE GIAN CARLO DELGADO, OTRO DE INÉS NAVARRO Y OTROS CO-AUTORES Y UN TERCERO DE LILIA REBECA DE DIEGO CORREA Y GIAN CARLO DELGADO. LA CUARTA PARTE ESTÁ DEDICADA A LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE PROMOCIÓN, REGULACIÓN Y COMERCIO DE BC Y SE INTEGRA CON UN SOLO CAPÍTULO, ELABORADO POR EDIT ANTAL Y OTROS AUTORES. SIN PRETENSIONES, PODEMOS DECIR QUE LOS CUATRO APARTADOS ABORDAN A PROFUNDIDAD, AUNQUE POR SUPUESTO NO LOS AGOTAN, LOS ASPECTOS CLAVES DE LA ESTRATEGIA SOBRE BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO.

PARTE 1.A ESCENARIO INTERNACIONAL DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

EN EL CAPÍTULO 1, ÁLVAREZ Y MONTES SOSTIENEN QUE HABLAR DE BC IMPLICA CONSIDERAR UNA DIVERSIDAD DE ENERGÉTICOS SECUNDARIOS, PRODUCIDOS A PARTIR DE UNA BIOMASA; ASÍ SE TIENEN BC SÓLIDOS (CARBÓN VEGETAL, BRIQUETAS DE MATERIAL CELULÓSICO), LÍQUIDOS (BIOETANOL, BIODIÉSEL) Y GASEOSOS (BIOGÁS, BIO-HIDRÓGENO), QUE TIENEN USO EN LA GENERACIÓN DE CALOR, DE ELECTRICIDAD Y EL MÁS CONOCIDO, COMO COMBUSTIBLES PARA EL SECTOR TRANSPORTES (ST).

EL INTERÉS MUNDIAL EN LOS BC SURGE ENTONCES DE SU PO-

TENCIAL DE SUSTITUCIÓN DE LOS ENERGÉTICOS CONVENCIONALES, EN PARTICULAR LOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO, DE LOS QUE DEPENDE MUY FUERTE EL ST Y QUE YA ATRAVESARON SU PICO DE PRODUCCIÓN (SIGUIENDO LA CURVA DE HUBERT); PERO IGUALMENTE INFLUYÓ LA PREOCUPACIÓN POR MEJORAR LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE, PARTICULARMENTE EN ZONAS URBANAS Y EN DESARROLLAR ALTERNATIVAS PARA COMBATIR EL CAMBIO CLIMÁTICO.

ÁLVAREZ Y MONTES SOSTIENEN QUE PARA CADA UNO DE LOS BC SE HAN VENIDO DESARROLLADO RUTAS TECNOLÓGICAS, CON RESULTADOS DISÍMBOLOS EN CUANTO A SU GRADO DE MADURACIÓN; DE AHÍ QUE SE CLASIFIQUEN COMO DE 1.^a, 2.^a Y 3.^a GENERACIÓN. CADA UNA PRESENTA VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN TÉRMINOS DE SU BALANCE ENERGÉTICO, DE GEI Y ECONÓMICO, ADEMÁS DE SUS IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES.

FUERON EN PRIMERA INSTANCIA LOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS LOS QUE INTRODUCIERON LOS BC EN SU MATRIZ DE ENERGÍA, DESARROLLANDO RUTAS TECNOLÓGICAS DE ACUERDO A SUS INTERESES ENERGÉTICOS Y AMBIENTAL-CLIMÁTICOS. EN EL CASO DE ESTADOS UNIDOS (EE.UU.) SE OPTÓ POR EL BIOETANOL A PARTIR DE MAÍZ Y EN BRASIL DE LA CAÑA DE AZÚCAR, EN TANTO QUE EN LA UNIÓN EUROPEA (UE) SE PROMOVIO EL BIODIÉSEL DERIVADO DE OLEAGINOSAS (PALMA ACEITERA Y SOYA PRINCIPALMENTE). EN TODOS LOS CASOS Y NO OBSTANTE LOS PROGRESOS EN CUANTO A LA MADURACIÓN DE ESAS VÍAS TÉCNICAS, TODAS HAN PROGRESADO CON BASE EN IMPORTANTES APOYOS GUBERNAMENTALES.

PRONTO SE HIZO EVIDENTE QUE LOS BC LÍQUIDOS DE 1.^a GENERACIÓN, BASADOS EN CULTIVOS AGRÍCOLAS, NO TENÍAN FUTURO COMO CARBURANTE ALTERNO EN EL MARCO DEL COMBATE AL CAMBIO CLIMÁTICO, DEBIDO PRINCIPALMENTE A SU COMPETENCIA CON PRODUCTOS ALIMENTICIOS Y SU IMPACTO EN LOS PRECIOS DE ÉSTOS, Y MÁS AÚN, LA PROMESA DE DESARROLLO RURAL ASOCIADA A ESTAR RUTA TECNO-

LÓGICA SE TRADUJO EN DESPOJO DE TIERRAS A LOS CAMPESINOS Y SU TRANSFORMACIÓN EN MONOCULTIVOS INTENSIVOS EN ENERGÍA Y AGROQUÍMICOS, ES DECIR, COMPLETAMENTE FUERA DE LOS CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD BUSCADOS.

TAMBIÉN QUEDÓ CLARO QUE LA VÍA A PARTIR DE DESECHOS, QUE OFRECE UNA DOBLE VENTAJA: UN COMBUSTIBLE SUSTITUTO (BIOGÁS) Y UNA DISPOSICIÓN AMBIENTALMENTE AMIGABLE DE LOS DESPERDICIOS, NO ESTABA SIENDO APROVECHADA EN TODO SU POTENCIAL, Y QUE LOS BC DE DE 2.^a Y SOBRE TODO LOS DE 3.^a GENERACIÓN SON LOS QUE PROMETEN VIABILIDAD ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y SOCIAL, POR LO TANTO SE DEBE DINAMIZAR SU HASTA AHORA LENTO DESARROLLO A NIVEL INTERNACIONAL.

ES POR ESO QUE ÁLVAREZ Y MONTES CONSIDERAN QUE, CON BASE EN ESTE CONTEXTO, LA AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA NO CONTEMPLA EN SUS ESCENARIOS ENERGÉTICOS FUTUROS Y SU VINCULACIÓN A LAS METAS DE MITIGACIÓN DE GEI, UNA PARTICIPACIÓN RELEVANTE DE LOS BC LÍQUIDOS, INCLUSO TAMPOCO DE LOS GASEOSOS TRADICIONALES (BIOGÁS) Y DE LOS SÓLIDOS (CARBÓN VEGETAL Y BRIQUETAS); EN ESTE TERRENO MÁS BIEN SE APUESTA EN PARTE A LOS BC A PARTIR DE MATERIAL CELULÓSICO, COMO OPCIÓN REAL DE DESARROLLO RURAL, Y AL APROVECHAMIENTO DE GRASAS USADAS (ANIMALES Y VEGETALES), SIENDO LA MAYOR PROMESA EN EL CORTO Y MEDIANO PLAZOS LA MEJORA DEL RENDIMIENTO DE LOS COMBUSTIBLES EN EL ST Y A LARGO PLAZO LA TRANSICIÓN DE ÉSTE HACIA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y LOS BASADOS EN BIO-HIDRÓGENO (A PARTIR DE ALGAS).

DADAS LAS RUTAS TECNOLÓGICAS QUE A LA FECHA HAN SEGUIDO PAÍSES COMO EE.UU., BRASIL Y CHINA –ESTE ÚLTIMO COMO NUEVO ACTOR EN LA DEMANDA MUNDIAL DE ENERGÍA–, ASÍ COMO REGIONES TAL QUE LA UE, SE VISLUMBRA QUE SERÁ EN ESTA ÚLTIMA DONDE PROGRESARÁN LAS OPCIONES MÁS AVANZADAS –AUTOS ELÉCTRICOS Y

DE BIO-HIDRÓGENO–, EN TANTO QUE LAS NACIONES CITADAS PARECE SEGUIRÁN PRÁCTICAMENTE SIN CAMBIOS EN SUS VÍAS ADOPTADAS –BC LÍQUIDOS DE 1.^a GENERACIÓN–; Y ELLO, NO OBSTANTE LAS DIVERSAS DESVENTAJAS QUE PRESENTAN EN TÉRMINOS ENERGÉTICOS, CLIMÁTICOS Y ECONÓMICOS, ADEMÁS DE LOS NEGATIVOS IMPACTOS QUE A NIVEL INTERNACIONAL GENERA EE.UU., PRINCIPAL PRODUCTOR MUNDIAL DE MAÍZ, AL DESTINAR PARTE DE ÉSTE A LA FABRICACIÓN DE BC.

EL CAPÍTULO 2, DE ARÓN JAZCILEVICH, PARTE DEL PRONÓSTICO DE QUE, PARA EL AÑO 2035, EL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL MUNDO CRECERÁ UN 53%, AL MISMO TIEMPO QUE LA OFERTA DE ENERGÍA FÓSIL DE FUENTES TRADICIONALES, COMO YACIMIENTOS PETROLEROS Y DE GAS EN TIERRA Y EN AGUAS SOMERAS, COMIENZA SU DESCENSO; ES ESTA SITUACIÓN LA QUE HA IMPULSADO EL DESARROLLO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA COMO LA SOLAR, EÓLICA, MAREMOTRIZ, GEOTÉRMICA Y LOS BC.

SIN EMBARGO, CONSIDERA QUE ALGUNAS DE LAS FUENTES RENOVABLES COMO LOS BC NO LLENARON LAS EXPECTATIVAS EN CUANTO A LOS BENEFICIOS ECOLÓGICOS ESPERADOS, UNA VEZ QUE SE TOMARON EN CUENTA FACTORES QUE NO SE HABÍAN CONSIDERADO PRELIMINARMENTE COMO: LAS AFECTACIONES EN LA DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES VEGETALES, LA COMPETENCIA CON PRODUCTOS AGRÍCOLAS ALIMENTARIOS, EL CONSUMO DE AGUA, EL CAMBIO EN EL USO DE SUELO Y LAS CORRESPONDIENTES EMISIONES DE CONTAMINANTES LÍQUIDOS Y A LA ATMÓSFERA, ASÍ COMO ASPECTOS SOCIALES.

EL CAPÍTULO DE JAZCILEVICH PRESENTA UNA VISIÓN DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA MUNDIAL Y EL PAPEL QUE LAS ENERGÍAS RENOVABLES PUEDEN JUGAR PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE GEI, AL TIEMPO DE ALARGAR LA VIDA DE LOS HIDROCARBUROS FÓSILES, ESENCIALES PARA LA INDUSTRIA, EL TRANSPORTE Y LA AGRICULTURA MODERNOS. CONCENTRA LA ATENCIÓN EN EL ETANOL A PARTIR DE CAÑA DE AZÚCAR, UNO DE LOS BC CON LOS QUE MÉXICO PODRÍA CONTAR.

PRIMERO PRESENTA UN PANORAMA DE LA NUEVA REALIDAD EN LA EXTRACCIÓN DE ENERGÍA FÓSIL EN EL MUNDO, EN EL QUE DESDE 2008, LAS FUENTES NO TRADICIONALES COMO LA EXPLOTACIÓN DE YACIMIENTOS DE HIDROCARBUROS EN AGUAS PROFUNDAS Y DE ARENAS BITUMINOSAS (TAR SANDS) Y DE ESQUISTOS (SHALE) HAN RELEGADO A UN SEGUNDO PLANO LA DISCUSIÓN ACERCA DE UN MAYOR APROVECHAMIENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES. TAMBIÉN SE PLANTEA CÓMO, EN ALGUNA MEDIDA, LOS BC Y LOS NUEVOS DESARROLLOS TECNOLÓGICOS EN INGENIERÍA AUTOMOTRIZ HAN COADYUVADO A REDUCIR EL CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA FÓSIL EN EE.UU. LO QUE HA REPERCUTIDO EN QUE ACTUALMENTE LA EXPORTACIÓN MÁS IMPORTANTE DE ESTE PAÍS SEA AHORA LA DE COMBUSTIBLES PARA EL ST: GASOLINA, DIÉSEL Y TURBOSINA.

POR OTRO LADO, PLANTEA QUE LA PRODUCCIÓN EN MÉXICO DE ENERGÍA FÓSIL VA A LA BAJA Y PRESENTA PROBLEMAS DE ADMINISTRACIÓN Y DISTRIBUCIÓN. DE AHÍ QUE EL PAPEL QUE PODRÍAN JUGAR LAS ENERGÍAS RENOVABLES SE COMPRENDE SÓLO CUANDO SON PUESTAS EN EL CONTEXTO DE UN CONJUNTO DE MEDIDAS QUE VAN DESDE LA PRODUCCIÓN HASTA EL AHORRO ENERGÉTICO. ES ENTONCES QUE EL ETANOL A PARTIR DE AZÚCAR PUEDE JUGAR UN PAPEL POSITIVO. SE TRATA DEL BC CON LA MEJOR RELACIÓN ENTRE LA ENERGÍA PRODUCIDA POR UNIDAD DE ENERGÍA NO RENOVABLE INGRESADA, LA QUE ALCANZA EL VALOR DE 5; EN EL CASO DE ETANOL DE MAÍZ ES DE TAN SÓLO 1.2. ADEMÁS, ES EL ÚNICO BC CAPAZ DE EXPORTAR ENERGÍA ELÉCTRICA EFICIENTEMENTE, DADO QUE LOS INGENIOS OFRECEN LA OPCIÓN DE COGENERACIÓN, LO CUAL TIENE IMPORTANCIA A NIVEL LOCAL. SE DISCUTEN DOS EJEMPLOS AL RESPECTO: LA ISLA DE MAURICIO Y BRASIL.

BASADO EN INFORMACIÓN CIENTÍFICA YA PUBLICADA, CONSIDERA QUE EN MÉXICO SE PUEDE PRODUCIR ELECTRICIDAD, AZÚCAR Y ETANOL SIN COMPETIR CON LA AGRICULTURA ALIMENTARIA, SI ESTE ÚLTIMO SE INTRODUCE PROGRESIVAMENTE Y NO SOBREPASA EL 7% DE

LA OFERTA DE ENERGÍA FÓSIL EN EL PAÍS. COMO SE MENCIONÓ, ESTO PUEDE CONTRIBUIR, JUNTO CON OTRAS MEDIDAS DE PRODUCCIÓN Y USO ENERGÉTICO, A UN AHORRO EN EMISIONES DE GEI Y A ALARGAR LA VIDA DE LOS HIDROCARBUROS NECESARIOS PARA LA INDUSTRIA, COMERCIO Y TRANSPORTE, Y ESPECIALMENTE PARA LA AGRICULTURA MODERNA MISMA.

TAMBIÉN CONSIDERA QUE LA PRODUCCIÓN DE ETANOL PUEDE GENERAR TRABAJO, DESARROLLO TECNOLÓGICO, EVITAR LA CONSTRUCCIÓN DE ALGUNAS TERMOELÉCTRICAS E HIDROELÉCTRICAS, CAPITALIZAR INDUSTRIAS AGRÍCOLAS COMO INGENIOS AZUCAREROS Y SUSTITUIR PARCIALMENTE LAS IMPORTACIONES DE GASOLINA, DIÉSEL Y EL ADITIVO PARA LA GASOLINA MTBE. UNA LIMITANTE SERIA PUEDE SER EL GASTO DE AGUA, POR LO QUE LA PRODUCCIÓN DE ETANOL SE DEBE DESTINAR A REGIONES QUE ESTÉN BIEN ABASTECIDAS DE ESTE RECURSO.

JASCILEVICH DESTACA QUE ACTUALMENTE SE DISCUTE A NIVEL CIENTÍFICO Y POLÍTICO EL CONTROLAR EL CONSUMO DE AZÚCAR EN LOS EE.UU. QUE ES EL PRINCIPAL MERCADO DE EXPORTACIÓN DE MÉXICO, A CUYA INDUSTRIA LE CONVIENE DIVERSIFICAR SUS PRODUCTOS, QUE PODRÍAN SER LA ELECTRICIDAD Y EL ETANOL. AUNQUE PERCIBE PROBLEMAS DELICADOS, EL AUTOR ES UN PARTIDARIO DECIDIDO DE LA PRODUCCIÓN DE BC EN MÉXICO.

PARTE 2.A PRODUCCIÓN MATERIAL Y VIABILIDAD DE LAS RUTAS TECNOLÓGICAS

EN EL CAPÍTULO 3, NORA LINA MONTES Y ALEJANDRO ÁLVAREZ ARGUMENTAN QUE LA ATENCIÓN DE AMÉRICA LATINA EN LOS BC NACE FUNDAMENTALMENTE DE LA DIRECTRIZ DE EE.UU. EN QUE LA REGIÓN SE INCORPORE A ESTA DINÁMICA INTERNACIONAL, BASADO EN LA PREOCUPACIÓN POR SU SEGURIDAD ENERGÉTICA. ESTA PAUTA SE HA VENIDO CONCRETANDO A TRAVÉS DE LOS TRATADOS DE LIBRE COMERCIO CON DIVERSOS PAÍSES DEL SUBCONTINENTE, DEL PLAN IN-

TEGRAL DE DESARROLLO MESOAMERICANO (PIDM), PARA EL CASO DE MÉXICO Y CENTROAMÉRICA, Y DE LA ALIANZA DE ENERGÍA Y CLIMA DE LAS AMÉRICAS (ECPA POR SUS SIGLAS EN INGLÉS), QUE IGUALMENTE CONTEMPLA A TODA LA ZONA.

PERO NO OBSTANTE LA RELEVANCIA DEL ORIGEN DE TAL PROMOCIÓN, QUE EE.UU. ADEREZÓ CON UN GRAN POTENCIAL PARA EL DESARROLLO RURAL, LAS ACCIONES DE ESTA NACIÓN HAN SIDO INCONSISTENTES, PUES NO HA APORTADO LOS RECURSOS TECNOLÓGICOS Y SOBRE TODO FINANCIEROS, E INCLUSO SU DESEMPEÑO EN LOS MARCOS ESTRATÉGICOS ANTES CITADOS HA SIDO IRREGULAR EN TÉRMINOS POLÍTICOS.

EL PROGRESO CON EL QUE CUENTA AHORA LA REGIÓN SE DEBE MÁS A LAS INICIATIVAS PROPIAS DE CADA PAÍS Y EN MENOR MEDIDA A LOS PROYECTOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA DE INTEGRACIÓN Y DESARROLLO MESOAMERICANO (PIDM) Y EN LA ALIANZA PARA LA COOPERACIÓN ENERGÉTICA DE LAS AMÉRICAS (ECPA POR SUS SIGLAS EN INGLÉS). A LA FECHA, LOS CASOS A DESTACAR EN AMÉRICA LATINA SON: (A) BRASIL, QUE INICIÓ EL DESARROLLO DE LOS BC DESDE LA DÉCADA DE LOS 1980s Y QUE AHORA HA DEJADO DE SER EXPORTADOR NETO, PARA VOLVERSE EN OCASIONES IMPORTADOR DE BIOETANOL, EN FUNCIÓN DE LA MAYOR RENTABILIDAD EN EL MERCADO INTERNACIONAL ENTRE ESTA INDUSTRIA Y LA DEL AZÚCAR; (B) ARGENTINA, QUE HA PRESENTADO EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS UN CRECIMIENTO EXPONENCIAL DE SU PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL, A BASE DE SOYA, DIRIGIDA FUERTEMENTE AL MERCADO DE LA UE Y QUE PRESENTA UN ALTO RIESGO DE FRENARSE POR PARTIR DE UNA MATERIA PRIMA EN COMPETENCIA CON USOS ALIMENTARIOS (HUMANO Y SOBRE TODO GANADERO); (C) COLOMBIA, CON UN MODERADO AVANCE EN SUS PLANES DE DESARROLLO, PROPUGNADO EN LEYES TANTO EN LA RUTA DEL ETANOL COMO DEL BIODIÉSEL, DEBIDO A PROBLEMAS DE PRODUCCIÓN Y CONSECUENTEMENTE DE ABASTO. EL RESTO DE LAS NACIONES DE LA REGIÓN SE ENCUENTRAN EN FASES INICIALES EN CUANTO AL DESARROLLO DE BC.

EN EL CASO DE MÉXICO, MONTES Y ÁLVAREZ DESTACAN QUE AHORA SE CUENTA CON UNA LEY DE FOMENTO A LOS BC, UNA ESTRATEGIA INTERSECRETARIAL DE LOS BIOENERGÉTICOS A IMPLANTAR POR LA COMISIÓN INTERSECRETARIAL PARA EL DESARROLLO DE LOS BIOENERGÉTICOS, FONDOS GUBERNAMENTALES PARA LA INVESTIGACIÓN-DESARROLLO-DEMOSTRACIÓN (IDD), PERMISOS PARA SU FABRICACIÓN Y ALGUNOS PROYECTOS ESTATALES; NO OBSTANTE, TODAS ESTAS ACCIONES HAN SIDO DISCONTINUAS Y DESCOORDINADAS, LO QUE HA LLEVADO A POCOS AVANCES CONCRETOS Y DESAFORTUNADAMENTE A MUCHAS MALAS EXPERIENCIAS, EN PARTICULAR EN EL TERRENO SOCIAL.

ADEMÁS, LOS BC SE HAN VISTO COMO UN SUSTITUTO CASI MARGINAL DE LOS PETROLÍFEROS EN EL ST, EVIDENCIANDO, UNA VEZ MÁS, LA FALTA DE UNA ESTRATEGIA INTEGRAL EN EL SECTOR ENERGÉTICO MEXICANO, LO QUE IMPLICA CONTINUAR CON UNA FUERTE DEPENDENCIA DE LOS HIDROCARBUROS, YA EN PROCESO DE AGOTAMIENTO EN EL PAÍS.

MONTES Y ÁLVAREZ SEÑALAN A PARTIR DEL BALANCE DE LO ANTERIOR QUE: (A) LA LEY DE PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE LOS BIOENERGÉTICOS ASÍ COMO SU RESPECTIVO REGLAMENTO TIENE VACÍOS LEGALES AÚN SIN ATENDER; (B) LA ESTRATEGIA INTERSECRETARIAL PLANTEA OBJETIVOS MUY GENERALES Y ACCIONES CUALITATIVAS, QUE SÓLO SE HAN TRADUCIDO EN DOS PROGRAMAS, QUE TIENEN COMO ELEMENTO COMÚN LA META PARA EL 2012 DE OFERTAR GASOLINA MEZCLADA CON BIOETANOL EN UNA PROPORCIÓN DE 6% EN LAS TRES ZONAS METROPOLITANAS MÁS IMPORTANTES DEL PAÍS: VALLE DE MÉXICO, GUADALAJARA Y MONTERREY, SIN NINGÚN AVANCE AL PRESENTE, NI REPORTE ALGUNO POR PARTE DE LA COMISIÓN RESPONSABLE DE LA COORDINACIÓN, ES DECIR, SIN RENDICIÓN DE CUENTAS; (C) LOS FONDOS DESTINADOS A LA IDD NO SE ASIGNAN BAJO UN ESQUEMA DE PRIORIDADES Y SE APLICAN CON CIERTA DISCRECIONALIDAD; (D) LOS PERMISOS DE FABRICACIÓN NO CUMPLEN, EN ALGUNOS CASOS, CON LOS CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD FIJADOS EN LA LEY, EN ESPECIAL EN LO RELATIVO A NO AFECTAR LA SEGURIDAD ALIMENTARIA NACIONAL, COMO

ES EL CASO PARTICULAR DEL MAÍZ; (E) LOS PROYECTOS ESTATALES HAN OBEDECIDO MÁS A OBJETIVOS DE PROPAGANDA GUBERNAMENTAL QUE A HECHOS CONCRETOS EN MATERIA DE BC, PERO SÍ HAN DEJADO YA UNA SECUELA DE ADVERSOS IMPACTOS SOCIALES, COMO HA SIDO PRESIONAR A LOS CAMPESINOS A ENTRAR A LOS PROGRAMAS DE RECONVERSIÓN PRODUCTIVA, QUE IMPLICA DEJAR DE SEMBRAR LOS CULTIVOS TRADICIONALES (MAÍZ Y FRIJOL, GRAN PARTE PARA FINES DE AUTOCONSUMO) Y EN SU LUGAR PRODUCIR MATERIA PRIMA PARA BC, QUE HAN RESULTADO EN PÉRDIDA DE AUTOSUFICIENCIA ALIMENTARIA Y EN DEPENDENCIA DE LOS ALEATORIOS APOYOS DEL GOBIERNO.

PARA MONTES Y ÁLVAREZ, DE NUEVO, LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL MUESTRA QUE EL DESARROLLO DE LOS BC DEBE ABORDARSE CON UN ENFOQUE MULTI-FACTORIAL, LO QUE EN EL CASO MEXICANO SE TRADUCE EN QUE DEBE BASARSE EN EL CONTEXTO NACIONAL REAL EN TÉRMINOS ECONÓMICOS, SOCIALES, TECNOLÓGICOS Y FINANCIEROS, AL TIEMPO DE ESTABLECER UNA SÓLIDA REGULACIÓN DE LOS GIGANTESCOS GRUPOS SUPRA-CORPORATIVOS DE LAS INDUSTRIAS AUTOMOTRICES, ENERGÉTICAS Y AGRÍCOLAS, A FIN DE QUE NO IMPONGAN EN EL PAÍS RUTAS TECNOLÓGICAS QUE ACELERAN LA DEGRADACIÓN DEL MEDIO NATURAL GLOBAL.

PARA LOS AUTORES, LA INTEGRACIÓN DE LOS BC EN LA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL RECUERDA LA NECESIDAD URGENTE DE UNA ESTRATEGIA INTEGRAL DE LARGO PLAZO DEL SECTOR DE LA ENERGÍA, EN LA QUE SE PROMUEVA UN VERDADERO DESARROLLO AUTÓCTONO. CONSIDERAN QUE SON LOS BC DE 1.^a GENERACIÓN BASADOS EN DESECHOS (AGRO-FORESTALES Y URBANOS) Y SUBPRODUCTOS (GRASAS ANIMALES E INDUSTRIALES: FRITURAS), LOS DE 2.^a (CELULOSA AGRO-FORESTAL) Y PARTICULARMENTE LOS DE 3.^a (ALGAS PARA BC LÍQUIDOS Y SOBRE TODO HIDRÓGENO), LOS QUE CUMPLEN CON TALES CIRCUNSTANCIAS, POR LO QUE SON ESAS RUTAS LAS QUE DEBEN PRIORIZARSE AL DEFINIR O ACTUALIZAR LOS PLANES SECTORIALES: EL

ENERGÉTICO, EL AMBIENTAL, EL AGRÍCOLA, EL DE DESARROLLO SOCIAL Y EL PRESUPUESTARIO.

PARTE 3.A LOS PROBLEMAS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN DE BC: IMPACTOS GENERALES, SOBRE LA GENERACIÓN DE GEI Y SOBRE EL CONSUMO AGUA

GIAN CARLO DELGADO RAMOS, EN EL CAPÍTULO 4, HACE UN BALANCE CRÍTICO DE LOS IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES DE LOS BC EN MÉXICO, A PARTIR DE CONSIDERAR QUE, DE CARA AL CAMBIO CLIMÁTICO Y EN UN CONTEXTO EN EL QUE LAS RESERVAS DE PETRÓLEO DE MÁS FÁCIL ACCESO COMIENZAN A PRESENTAR UN PEAK, LA SEGURIDAD ENERGÉTICA SE COLOCA HOY Y CIERTAMENTE EN EL FUTURO COMO UN ASUNTO DE LA MAYOR IMPORTANCIA.

CONSIDERA QUE POR EL IMPACTO QUE GENERA EL SECTOR TRANSPORTE (ST) EN EL CLIMA, PERO TAMBIÉN EN LA CALIDAD DEL AIRE, ENTRE OTRAS IMPLICACIONES DE CARÁCTER SOCIO-AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD ENERGÉTICA, SE HA PROPUESTO COMO ALTERNATIVA NO SÓLO EL USO DE TECNOLOGÍAS PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA, SINO TAMBIÉN EL DESARROLLO DE NUEVOS COMBUSTIBLES, EN PRINCIPIO MÁS SUSTENTABLES: LOS BIOCMBUSTIBLES.

PERO DELGADO ADVIERTE UN PANORAMA COMPLEJO, PUES AUN CONSIDERANDO PROBABLES AUMENTOS EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS VEHÍCULOS, LA TENDENCIA DE LA GENERACIÓN DE EMISIONES ASOCIADAS AL ST APUNTA A SER CRECIENTE: EN UN 50% MÁS PARA EL 2030 Y EN UN 80% MÁS PARA EL 2050 EN EL MEJOR DE LOS CASOS, PUES PODRÍA INCLUSIVE LLEGARSE A UN INCREMENTO DE 130%. DADO QUE SE ASUME QUE LOS BC EMITEN MENOS GEI, SE COLOCAN COMO UNA POTENCIAL SOLUCIÓN A DICHO PROBLEMA.

DICHA NOCIÓN, SIN EMBARGO, HA SIDO AMPLIAMENTE CUESTIONADA

NO SÓLO EN CUANTO A LA CANTIDAD DE ENERGÍA QUE SE REQUIERE PARA PRODUCIR TAL VECTOR ENERGÉTICO (ETANOL O BIODIÉSEL), SINO TAMBIÉN EN LO RELATIVO A LAS EMISIONES QUE SE ASOCIAN AL CICLO DE VIDA DEL MISMO, DÍGASE DESDE EL ESLABÓN DE LA PRODUCCIÓN, AL DE LA DISTRIBUCIÓN Y SU QUEMA.

PARA DELGADO SE AÑADEN COMO PERTINENTES OTROS SEÑALAMIENTOS CRÍTICOS, COMO EL QUE SE REFIERE A LA DELICADA COMPETENCIA POR LA TIERRA Y EL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS VERSUS BC; EL ESTÍMULO DE CAMBIO DE USO DE SUELO A COSTA DE LOS ECOSISTEMAS Y CON ELLO LA PÉRDIDA DE SU CAPACIDAD DE CAPTURA DE CARBONO, ENTRE OTRAS IMPLICACIONES.

CON TODO Y EL IMPULSO QUE SE LE VIENE DANDO A LOS BC (POR EJEMPLO EN EL MARCO DE LA INICIATIVA DE ENERGÍA SUSTENTABLE PARA TODOS DE RÍO+20), DELGADO CONSIDERA QUE SU POTENCIAL ES LIMITADO SI SE MIRA DESDE LA PERSPECTIVA DE SU APOORTE A LA MATRIZ ENERGÉTICA GLOBAL. Y ES QUE SE HA ESTIMADO QUE SU APORTACIÓN MÁXIMA PODRÍA SITUARSE ENTRE 20-30% DEL TOTAL DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS UTILIZADOS POR EL ST. AL 2010, LOS BC SÓLO REPRESENTARON EL 2.7% DEL TOTAL.

EL IMPULSO DE LOS BC DERIVA ESPECIALMENTE DE LA IMPLEMENTACIÓN DE DIVERSAS INICIATIVAS Y REGULACIONES A NIVEL MUNDIAL, EL GRUESO ATENDIENDO LAS DEMANDAS FINALES DE AUTOMOVILISTAS ESTADOUNIDENSES Y EUROPEOS. LA UE, POR EJEMPLO, ESTABLECIÓ QUE UN 10% DEL COMBUSTIBLE UTILIZADO POR SU ST EN 2020 SERÍA BC. DE MODO SIMILAR LO HIZO SUDÁFRICA, FIJANDO SU META EN 2%. EE.UU., POR SU PARTE, HA ESTABLECIDO QUE 136 MILLONES DE DÓLARES (MMUS\$) DE BC SERÁN PRODUCIDOS PARA EL 2022 Y CHINA HA FIJADO 13 MML DE ETANOL Y 2.3 MMUS\$ DE BIODIÉSEL POR AÑO HASTA EL 2020. LOS PORCENTAJES DE MEZCLA DE ETANOL-GASOLINA VARÍAN DE PAÍS A PAÍS. LO MISMO SUCEDE EN EL CASO DEL BIODIÉSEL.

PERO LOS SUBSIDIOS TOTALES AL ETANOL POR LITRO DE COMBUSTIBLE FÓSIL REEMPLAZADO SE ESTIMAN ENTRE 1.00 Y 1.40 DÓLARES EN EE.UU. Y ENTRE 1.64 Y 4.98 DÓLARES EN LA UE. EN EL CASO DEL BIODIÉSEL EL RANGO VA DE 66 A 90 CENTAVOS DE DÓLAR EN EE.UU. Y DE 77 CENTAVOS A 1.53 DÓLARES EN LA UE. ENTONCES, A LAS MEDIDAS SEÑALADAS SE SUMAN LAS ACCIONES Y CABILDEO DE LA GLOBAL BIOENERGY PARTNERSHIP, ASÍ COMO LOS PAQUETES DE PRÉSTAMOS DEL BM Y BANCOS REGIONALES SIMILARES EN AMÉRICA LATINA (BID), ASIA (ADB) Y ÁFRICA (AFDB).

SEGÚN GIAN CARLO DELGADO, EN MÉXICO, LA SECRETARÍA DE ENERGÍA (SENER), CON APOYO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID) Y LA AGENCIA DE COOPERACIÓN TÉCNICA ALEMANA (GTZ), ENCOMENDÓ LA REALIZACIÓN DE UNA EVALUACIÓN SOBRE LA VIABILIDAD DE PRODUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS BC EN EL ST. EL INFORME RESULTANTE, POTENCIALES Y VIABILIDAD DEL USO DE BIOETANOL (BE) Y BIODIÉSEL (BD) PARA EL TRANSPORTE EN MÉXICO, CONCLUYÓ QUE LA CAÑA DE AZÚCAR ES EL CULTIVO MÁS PROMISORIO PARA LA PRODUCCIÓN DE ETANOL EN EL CORTO PLAZO. EN CUANTO AL BIODIÉSEL, SE PRECISÓ QUE EN TODO CASO Y DADAS LAS CONDICIONES DEL PAÍS, LOS CULTIVOS MÁS COMPETITIVOS SON LA PALMA DE ACEITE, EL GIRASOL Y LA SOYA. HASTA EL MOMENTO, EL GRUESO DE APUESTAS DE ESCALA RELATIVAMENTE COMERCIAL ESTÁ EN LA PRODUCCIÓN DE CAÑA Y DE PALMA. LA PRIMERA EN GRAN MEDIDA PRODUCIDA EN EL ESTADO DE VERACRUZ Y LA SEGUNDA EN CHIAPAS.

DELGADO SEÑALA TAMBIÉN QUE EN EL PAÍS LAS CRÍTICAS SE CENTRAN EN LOS POTENCIALES IMPACTOS DE LOS BC EN MATERIA AMBIENTAL Y EN LA DEMANDA DE TIERRA Y DE AGUA, ENTRE OTRAS CUESTIONES. ADEMÁS, SEÑALA QUE LA LÓGICA DE DETONAR EL DESARROLLO RURAL POR LA VÍA DEL IMPULSO A LOS BC ES DESATINADA, PUES MÁS BIEN, ESE DEBERÍA CENTRARSE EN LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DE ALIMENTOS BÁSICOS, TANTO POR CUESTIONES DE SEGURIDAD COMO DE SOBERANÍA ALIMENTARIA. Y ES QUE MIENTRAS LA PRODUCCIÓN DE ALI-

MENTOS PUEDE TENER COMO FUNDAMENTO EL BIENESTAR GENERAL DE LA POBLACIÓN, LOS BC EN CONTRASTE BENEFICIAN DE FACTO Y MAYORMENTE A CONSUMIDORES PRIVADOS, NACIONALES O EXTRANJEROS (EN CASO DE QUE SEAN EXPORTADOS).

RECOGE LAS PROYECCIONES DE CONSUMO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL PAÍS AL 2025 -SEGÚN LA SENER- QUE ADVIERTEN UN INCREMENTO DE 57% EN LAS GASOLINAS Y 43% EN EL DIÉSEL Y SE ESTIMA EL POTENCIAL E IMPLICACIONES DE UN EVENTUAL USO DE ETANOL Y BIODIÉSEL PRODUCIDO NACIONALMENTE. EL ESTUDIO REALIZADO POR GIAN CARLO DELGADO EN EL MARCO DEL PROYECTO CEIICH-PINCC SOBRE LA VIABILIDAD SOCIO-ECOLÓGICA DEL USO DE BIOCOMBUSTIBLES: UNA REVISIÓN DESDE EL SECTOR TRANSPORTE TERRESTRE DEL PAÍS, CONCLUYE QUE LA IMPLEMENTACIÓN A NIVEL NACIONAL DE UNA MEZCLA E10 (MEZCLA GASOLINA-ETANOL AL 10%) IMPLICARÍA DESTINAR EL 3.2% DEL TOTAL DE TIERRA CULTIVABLE DEL PAÍS SÓLO AL CULTIVO DE LA CAÑA.

ASUMIENDO UN AUMENTO EN EL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS DEL ORDEN DEL 32% (COMO LO SUGIERE LA SAGARPA), LA MISMA MEZCLA EN 2025 REQUERIRÍA EL 3.9% DE LA SUPERFICIE CULTIVABLE DEL PAÍS. SIN EMBARGO, CONSIDERANDO LAS CARACTERÍSTICAS DE LA SIEMBRA, LAS ESTIMACIONES SOBRE EL POTENCIAL CULTIVABLE LIMITAN LA SUPERFICIE A NO MÁS DE 2.9 MILLONES DE HECTÁREAS (MMHA), DE LAS CUALES SÓLO 1.2 MILLONES PUEDEN SER DE RIEGO.

CONSIDERANDO QUE EL RENDIMIENTO EN CULTIVOS DE TEMPORAL SE UBICA EN TORNO A LAS 60-65 TONELADAS POR HECTÁREA (T/HA), SEMBRAR 1.7 MMHA EN ESTE TIPO DE TIERRA CUBRIRÍA EN 2025 UNA MEZCLA MÁXIMA DE E11. POR EL CONTRARIO, LA PLANTACIÓN DE 1.2 MMHA CON SISTEMAS DE RIEGO, QUE BIEN PODRÍAN ALCANZAR EVENTUALMENTE RENDIMIENTOS DE 100 T/HA, SERÍAN SUFICIENTES PARA UNA MEZCLA DE E12. LO DICHO SIGNIFICA QUE

LA TOTALIDAD DEL POTENCIAL CULTIVABLE DE CAÑA EN EL PAÍS APENAS LOGRARÍA DESPLAZAR EL 23% DE LAS GASOLINAS DEMANDADAS EN 2025.

POR LO QUE RESPECTA A LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL A PARTIR DE PALMA DE ACEITE, LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA INVESTIGACIÓN DE DELGADO RAMOS SUGIEREN QUE, SI LA PRODUCCIÓN NACIONAL ACTUAL DE ESTE CULTIVO SE DESTINARA POR COMPLETO A LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL (ANULANDO CONSECUENTEMENTE TODO CONSUMO POR PARTE DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA), ALCANZARÍA PARA CUBRIR APENAS UNA MEZCLA B11 SÓLO PARA LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO (ZMVM), PUES A NIVEL NACIONAL NO REPRESENTARÍA NI SIGUIERA EL 1% DE LA MEZCLA. PARA LOGRAR UNA MEZCLA NACIONAL B5 SE NECESITARÍA AUMENTAR LA EXTENSIÓN DEL CULTIVO DE PALMA SEIS VECES, AGUDIZANDO CON ELLO LA DEMANDA DE TIERRA Y AGUA. EN EL CASO DE LA ÚLTIMA, EL REQUERIMIENTO DE UNA MEZCLA B7 A NIVEL NACIONAL SERÍA EQUIVALENTE A LA DISPONIBILIDAD NATURAL DEL LÍQUIDO DE TODA LA ZMVM.

AÚN SI LOS DATOS DE LA UE (EURACTIV, 2012) FUERAN CORRECTOS, EN EL SENTIDO DE QUE LAS EMISIONES TOTALES ASOCIADAS AL CICLO DE VIDA DE LOS BC DE 1.ª GENERACIÓN SON MÁS ALTAS DE LO ESPERADO -EN PARTICULAR LA PALMA, SOYA Y COLZA EMITEN MÁS QUE EL PETRÓLEO (105-95 GR-CO₂EQ/MJ DE CARA A 87.5 GR-CO₂E/MJ RESPECTIVAMENTE)-, EL AHORRO DE EMISIONES EN MÉXICO SERÍA ENTONCES INEXISTENTE Y, POR EL CONTRARIO, SE APORTARÍAN MÁS CONTAMINANTES EN LA MEDIDA QUE EN LA MEZCLA AUMENTE EL PORCENTAJE DE BC.

DELGADO RAMOS PUEDE CONCLUIR ENTONCES QUE LA APUESTA POR EL USO DE BC EN EL PAÍS, CON BASE EN TECNOLOGÍAS DE PRIMERA GENERACIÓN, ES, EN EL MEJOR DE LOS CASOS, EN EXTREMO LIMITADA, ESENCIALMENTE DEBIDO AL USO INTENSIVO DE TIERRA Y AGUA. EL EVENTUAL AHORRO DE EMISIONES (SÓLO PARA EL CASO DEL ETANOL,

PUES EN EL DEL BIODIÉSEL RESULTARÍA LO CONTRARIO) NO PARECE POR SÍ MISMO SER UN PUNTO QUE JUSTIFIQUE A CABALIDAD TAL APUESTA.

EL CAPÍTULO 5, ELABORADO POR INÉS NAVARRO, BLANCA JIMÉNEZ, MARÍA EUGENIA HARO Y RALPH THOMPSON (EN ADELANTE, NAVARRO ET AL.), EVALÚA EL IMPACTO DE LA PRODUCCIÓN DE BC SOBRE EL RECURSO AGUA. ARRANCA DE LA CONSIDERACIÓN DE QUE EN MUCHOS PAÍSES SE HAN ESTABLECIDO POLÍTICAS ENERGÉTICAS PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE GEI GENERADAS A PARTIR DE COMBUSTIBLES FÓSILES UTILIZADOS EN EL TRANSPORTE.

AGREGAN QUE, LOS BC ELABORADOS A PARTIR DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS SON ACTUALMENTE LA ÚNICA ALTERNATIVA COMERCIAL A LOS CARBURANTES FÓSILES EN EL ST Y QUE LOS USADOS AMPLIAMENTE A NIVEL MUNDIAL SON EL BIOETANOL Y EL BIODIÉSEL; EL PRIMERO DE CAÑA DE AZÚCAR Y DE MAÍZ, Y EL SEGUNDO DE ACEITES VEGETALES.

SIN EMBARGO DESTACAN QUE, A MEDIDA QUE LA PRODUCCIÓN DE ESTOS BC SE EXTIENDE POR EL MUNDO, TAMBIÉN LO HACEN SUS EFECTOS SOBRE EL AMBIENTE Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA. UNO DE ESTOS IMPACTOS SE PRESENTA EN EL RECURSO AGUA, YA QUE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS SE REQUIEREN DE GRANDES CANTIDADES DE ESTE FLUIDO PARA SU CULTIVO Y PROCESAMIENTO.

MÉXICO NO ES LA EXCEPCIÓN EN ADOPTAR MEDIDAS ENERGÉTICAS PARA EL ST. EN 2008, CON LA LEY PARA LA PROMOCIÓN Y EL DESARROLLO DE LOS BIO-ENERGÉTICOS SE ESTABLECIÓ EL USO DE BIODIÉSEL Y BIOETANOL EN VEHÍCULOS, A TRAVÉS DE UN PROGRAMA DE INTRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES, PUBLICADO EN 2009. EN ÉSTE SE FORMULÓ QUE EL BIOETANOL SE USE COMO OXIGENANTE DE LA GASOLINA EN UNA PROPORCIÓN DE 6% EN VOLUMEN,

CONOCIDA COMO E-6, PARA SER DISTRIBUIDO EN TRES GRANDES CIUDADES: GUADALAJARA (A FINALES DE 2011), MONTERREY Y CIUDAD DE MÉXICO Y SU ÁREA METROPOLITANA (A FINALES DE 2012).

LA DEMANDA DE GASOLINA PROMEDIO DE ESTAS URBES ES DE 232 MILES DE BARRILES POR DÍA (MBD), QUE EQUIVALE A 13'461,579 MILES DE LITROS POR AÑO (ML/A). ESTO QUIERE DECIR QUE PARA EL USO DE E-6 SE REQUERIRÍA UNA PRODUCCIÓN DE ETANOL PROMEDIO DE 807,694 ML/A PARA FINALES DE 2012.

CON ESTOS VALORES DE REFERENCIA, SE ANALIZARON LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA TAL PRODUCCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE CAÑA DE AZÚCAR. PARA ELLO, SE APLICARON LOS MÉTODOS YA CONOCIDOS PARA ESTIMAR EL VOLUMEN QUE DEMANDA UN CULTIVO Y SE EMPLEARON EN UN CASO CONCRETO, A FIN DE DIMENSIONAR ADECUADAMENTE LAS IMPLICACIONES DE LA POLÍTICA GUBERNAMENTAL ANUNCIADA. EL ESTUDIO ESPECÍFICO SE REALIZÓ PARA LA REGIÓN AZUCARERA DE TAMAZULA DE GIORDANO, EN JALISCO, MÉXICO.

LOS AUTORES CONSIDERAN QUE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN EN ESTUDIO, COMPARADAS CON LAS DEL CONTEXTO CAÑERO NACIONAL, OFRECIERON LA OPORTUNIDAD DE MOSTRAR LOS IMPACTOS EN EL RECURSO AGUA, BAJO UN ESCENARIO ÓPTIMO DE FABRICACIÓN DE ETANOL EN TÉRMINOS DE EFICIENCIA Y USO DE TECNOLOGÍA. EL SITIO CONCRETO ES REPRESENTATIVO DE ALTOS RENDIMIENTOS DE LA ZAFRA EN EL PAÍS, AL REPORTAR UNA PRODUCCIÓN DE 110 TONELADAS POR HECTÁREA (T/HA) EN 2010; TAMBIÉN SE DISTINGUE POR CONTAR CON DISTINTAS FORMAS DE REGADÍO EN MÁS DE 15,000 HA, QUE VAN DESDE EL RIEGO RODADO (POR INUNDACIÓN), PASANDO POR EL DE ASPERSIÓN, HASTA SISTEMAS MÁS EFICIENTES COMO ES EL RIEGO POR GOTEO.

ESTA SITUACIÓN LO DISTINGUE DE OTRAS ZONAS CAÑERAS DEL PAÍS, DONDE LA PRODUCCIÓN ES DE TEMPORAL O DE BAJO RIEGO SIN BASE

TECNOLÓGICA AHORRADORA DE AGUA. ADEMÁS, SE ENCUENTRA DENTRO DE UNA DE LAS REGIONES HIDROLÓGICAS DEL PAÍS (LA VIII, CONOCIDA COMO LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO, CON LOS ESTADOS DE JALISCO, COLIMA, AGUASCALIENTES, GUANAJUATO Y PARTE DE NAYARIT Y MICHOACÁN), QUE SE DESTACA POR PRESENTAR ACTUALMENTE YA UN NIVEL ALTO DE ESTRÉS HÍDRICO: DE 42% SEGÚN ESTUDIOS DE LA CONAGUA.

EL ESTUDIO SE ORIENTÓ A ESTIMAR LA HUELLA HÍDRICA (HH) DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y LA DEMANDA DE AGUA DE LA POBLACIÓN, ASÍ COMO A CALCULAR EL ÍNDICE DE ESTRÉS HÍDRICO EN LA REGIÓN AZUCARERA DE TAMAZULA. PARA ELLO, NAVARRO ET AL., CONSIDERARON PROYECCIONES DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA PARA DOS HORIZONTES DE TIEMPO, EL AÑO 2020 Y 2050. ESTOS DATOS CLIMATOLÓGICOS SE OBTUVIERON DE LA PLATAFORMA PCIC (2012) CORRESPONDIENTES A LOS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO A2 Y B1 Y PROYECTADOS CON LOS MODELOS DE CIRCULACIÓN GENERAL ECHAM Y GFDL, LOS CUALES FUERON SELECCIONADOS PORQUE MEJOR SE AJUSTAN AL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL CLIMA EN MÉXICO.

SEÑALAN QUE LA HH PUEDE ESTIMARSE EN TÉRMINOS DE LA FUENTE DE AGUA Y SE IDENTIFICAN COMO LA AZUL, VERDE O GRIS. LA PRIMERA SE REFIERE AL VOLUMEN DE AGUA DULCE CONSUMIDA A PARTIR DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DISPONIBLES (AGUA SUPERFICIAL Y/O SUBTERRÁNEA), LA CUAL CORRESPONDE A LA EMPLEADA EN ALGÚN SISTEMA DE RIEGO. LA VERDE ES LA CANTIDAD DE LLUVIA ALMACENADA EN EL SUELO COMO HUMEDAD Y QUE CORRESPONDE A SU APROVECHAMIENTO EN LAS PLANTACIONES DE TEMPORAL. LA GRIS ES EL AFORO REQUERIDO PARA ASIMILAR LA CARGA DE CONTAMINANTES QUE REBASAN LAS CONCENTRACIONES NATURALES DEL LUGAR Y LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA ESTABLECIDAS.

LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN MUESTRAN QUE EL CONSU-

MO DE AGUA POR LA PRODUCCIÓN DE CAÑA (HH AZUL) VARÍA EN FUNCIÓN DE LOS SISTEMAS DE REGADÍO PRESENTES, QUE EN LA ZONA SON DE TRES TIPOS QUE ARROJAN CADA UNO LOS SIGUIENTES VALORES: 55 M³/T CON RIEGO POR GOTEO, 69 M³/T POR ASPERSIÓN Y 98 M³/T CON RIEGO RODADO, CONSIDERANDO EL MISMO RENDIMIENTO DE 110 T/HA EN TODOS LOS CASOS. ESTO IMPLICA UNA DEMANDA HÍDRICA IMPORTANTE EN LA REGIÓN DE TAMAZULA, DEL ORDEN DE 136.3 MILLONES DE M³ (MM³) POR CICLO AGRÍCOLA (8 MESES), PARA EL TOTAL DE SUPERFICIE SEMBRADA (15.5 MM²HA), AFORO AL QUE SE AGREGA EL AGUA EMPLEADA POR LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO (6.9) Y POR EL PROPIO INGENIO (VALOR ESTIMADO DE 2.1), TOTALIZANDO (DEFINIDO COMO USOS CONSECUTIVOS) 145.3 MM³/AÑO.

ESTE VOLUMEN SE COMPARA CON LA DISPONIBILIDAD DE AGUA RENOVABLE (BALANCE ENTRE EL PRECIPITACIÓN ANUAL, LA EVAPOTRANSPIRACIÓN Y LA INFILTRACIÓN A LOS ACUÍFEROS) ESTIMADA EN LA SUPERFICIE DEL MUNICIPIO DE TAMAZULA, QUE FUE EN 2010 DE 364 MM³, RESULTANDO EQUIVALENTE A 39.8% DE ESTE ÚLTIMO TOTAL, CIFRA PORCENTUAL DENOMINADA ÍNDICE DE ESTRÉS HÍDRICO, QUE EN ESTE CASO INDICA QUE EN LA REGIÓN SE TIENE UN GRADO DE PRESIÓN MEDIO SOBRE EL RECURSO, AL ENCONTRARSE DENTRO DEL RANGO DE 20% Y 40%, VALOR QUE ES CONGRUENTE CON EL REPORTADO POR CONAGUA (2011) DE 43%.

A FUTURO, CON BASE EN LOS ESCENARIOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA PARA LA REGIÓN ANTES CITADOS, SE ESTIMÓ LA HH BAJO SUPUESTOS CAMBIOS, A LA BAJA, DEL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS, ENCONTRÁNDOSE QUE DE LOS 98 M³/T PROMEDIO ACTUALES, SE PODRÍA LLEGAR HASTA 150 M³/T, QUE RESULTA CONFLICTIVO EN UNA REGIÓN HIDROLÓGICA VIII, QUE COMO YA SE CITÓ, TIENE UNA BAJA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL PRESENTE Y SE PRONOSTICA SERÁ AÚN MENOR EN EL PORVENIR.

LOS AUTORES DESTACAN QUE LOS RESULTADOS DEL CASO TAMAZULA

NO SE PUEDEN GENERALIZAR A OTRAS ZONAS CAÑERAS O INGENIOS DEL PAÍS, POR LO QUE RECOMIENDAN REALIZAR ESTUDIOS ESPECÍFICOS DE LAS CONDICIONES DE CADA REGIÓN, A FIN DE DETERMINAR MEJOR LAS POSIBILIDADES REALES DE PRODUCIR ETANOL, EN FUNCIÓN DE SU HH ESPECÍFICA VERSUS EL VOLUMEN DE AGUA RENOVABLE ACTUAL Y FUTURO; Y PARA UN DIMENSIONAMIENTO AÚN MÁS ADECUADO DE SU VIABILIDAD LOCAL Y NACIONAL, HABRÍA QUE INCORPORAR EL ANÁLISIS DE LAS VARIABLES SOCIO-ECONÓMICAS.

EL CAPÍTULO SE CIERRA CON REFLEXIONES EN TORNO A LA NECESARIA REVISIÓN DE LOS OBJETIVOS Y ALCANCES DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL ACTUAL, QUE CONSIDERE PARA LOS BC OTRAS OPCIONES, COMO SON LOS DENOMINADOS DE 2.A Y 3.A GENERACIÓN, ADEMÁS DE PROMOVERLOS MÁS COMO UNA OPCIÓN AMBIENTAL (EN SUSTITUCIÓN DEL OXIGENANTE ACTUAL DE GASOLINA MTBE), QUE ENERGÉTICA.

EN EL CAPÍTULO 6, ELABORADO POR LILIA REBECA DE DIEGO CORREA Y GIAN CARLO DELGADO RAMOS, SE SOSTIENE QUE ANTE EL IMPACTO QUE GENERA EL ST EN EL CLIMA Y EN LA CALIDAD DEL AIRE, ADEMÁS DE OTRAS IMPLICACIONES DE CARÁCTER SOCIO-AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD ENERGÉTICA, SE HA PROPUESTO COMO ALTERNATIVA, NO SÓLO EL USO DE TECNOLOGÍAS PARA AUMENTAR SU EFICIENCIA ENERGÉTICA, SINO TAMBIÉN EL DESARROLLO DE NUEVOS COMBUSTIBLES, EN PRINCIPIO MÁS SUSTENTABLES; DÍGASE BIOETANOL Y BIODIÉSEL. TAL APUESTA, SIN EMBARGO, HA SIDO AMPLIAMENTE CUESTIONADA: POR LA CANTIDAD DE ENERGÍA QUE SE REQUIERE PARA PRODUCIR EL VECTOR ENERGÉTICO -ETANOL O BIODIÉSEL-, POR LAS EMISIONES ASOCIADAS AL CICLO DE VIDA DE LOS BC (PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y QUEMA), POR LAS CUESTIONES RELATIVAS A LA DELICADA COMPETENCIA POR LA TIERRA Y EL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS VERSUS BC, Y POR EL ESTÍMULO AL CAMBIO DE USO DE SUELO A COSTA DE LOS ECOSISTEMAS Y CON ELLO LA PÉRDIDA DE SU CAPACIDAD DE CAPTURA DE CARBONO, EN-

TRE OTRAS IMPLICACIONES NEGATIVAS DE TIPO ECONÓMICO, AMBIENTAL Y SOCIOCULTURAL QUE SE DETALLAN EN EL TEXTO A PARTIR DE LA EXPERIENCIA DE PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL DE PALMA DE ACEITE EN CHIAPAS, MÉXICO.

SOSTIENEN QUE, INSERTO EN LA DINÁMICA INTERNACIONAL DEL IMPULSO A LOS BC, EL GOBIERNO DE MÉXICO EXPLORA LA CONFORMACIÓN DE CAPACIDADES PRODUCTIVAS DE BIODIÉSEL BASE PALMA Y EVENTUALMENTE A PARTIR DEL PIÑÓN O JATROPHA CURCAS; EN EL PRIMER CASO, EL AVANCE MÁS SIGNIFICATIVO SE UBICA EN EL ESTADO DE CHIAPAS.

CONSIDERAN NECESARIO DAR CIERTOS ANTECEDENTES, PARA QUE SE ENTIENDA QUE LA PALMA NO CONSTITUYE UNA NOVEDAD, PUES SU CULTIVO SE REMONTA AL AÑO DE 1952, CUANDO SE IMPORTARON 30 MIL SEMILLAS DE HONDURAS Y FUERON ENVIADAS A LA REGIÓN DE LA COSTA CHIAPANECA. POSTERIORMENTE, EN 1975, LA COMISIÓN NACIONAL DE FRUTICULTURA INICIÓ EL FOMENTO DEL CULTIVO Y PARA ELLO, DESDE ESE AÑO Y HASTA 1982, SE IMPORTARON 1'078,000 SEMILLAS DE INDONESIA, COSTA DE MARFIL Y COSTA RICA. PARA PRINCIPIOS DE LA DÉCADA DE 1990, LA SUPERFICIE SEMBRADA CON PALMA ALCANZABA LAS 2,800 HECTÁREAS (HA) Y EN 1996 EXISTÍAN UN TOTAL DE 36,874 HA. DE ELLAS, EL ESTADO DE CHIAPAS CONTABA CON EL 44.2%, SEGUIDO DE TABASCO CON EL 20.2%, VERACRUZ CON 19.4% Y FINALMENTE EL ESTADO DE CAMPECHE CON EL 16.2%.

EL INTERÉS, EN 1996, POR AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE ACEITE DE PALMA EN MÉXICO, DURANTE EL GOBIERNO DE ERNESTO ZEDILLO (1994-2000), SE DEBIÓ A QUE LA DEMANDA NACIONAL HABÍA ASCENDIDO A 130 MIL TONELADAS MÉTRICAS Y EXISTÍA UN DÉFICIT NACIONAL DEL 97%, DE UN PRODUCTO QUE TIENE DIVERSOS USOS EN EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS. PESE A TODO, EN 2001, EL CULTIVO DE LA OLEAGINOSA, EN LOS CUATRO ESTADOS ANTES SEÑALADOS,

EXPERIMENTÓ UNA CRISIS A CAUSA DE LA CAÍDA DE LOS PRECIOS INTERNACIONALES Y DE UNA SERIE DE DESASTRES NATURALES COMO INUNDACIONES, PLAGAS E INCENDIOS QUE AFECTARON SEVERAMENTE LA PRODUCCIÓN.

A RAÍZ DE TAL TRANCE, SE DECIDIÓ IMPULSAR UNA POLÍTICA MÁS AGRESIVA PARA AMPLIAR LA SUPERFICIE DE SIEMBRA COMO UN MONOCULTIVO ESTRATÉGICO PARA EL PAÍS. CON ESTE OBJETIVO EN MENTE, LA SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA) LANZÓ EN 2004 EL SISTEMA PRODUCTO NACIONAL DE PALMA DE ACEITE, QUE CUBRE TRES REGIONES DEL TRÓPICO-HÚMEDO, QUE CUMPLEN CON LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS PARA SU PRODUCCIÓN: (1) EN LA ZONA PACÍFICO, CHIAPAS CON DOS REGIONES: COSTA-SOCONUSCO Y SELVA; (2) EN LA ZONA DEL GOLFO DE MÉXICO, EL ESTADO DE VERACRUZ –TEXISTEPEC, REGIÓN DE JESÚS CARRANZA, LAS CHOAPAS Y UXPANAPAN- Y TABASCO –BALANCANÁN, TENOSIQUE Y JALAPA-; (3) EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN Y EN CAMPECHE –SABANCUY-ESCÁRCEGA, AGUACATAL Y PALIZADA-.

DE ACUERDO CON EL SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP), PARA 2009 SE REGISTRARON 36,189 HA SEMBRADAS A NIVEL NACIONAL, CIFRA QUE AL CIERRE DEL 2010 AUMENTÓ A 49,582 HA, CONTEXTO EN EL QUE CHIAPAS SEGUÍA SIENDO LA PRINCIPAL ZONA PRODUCTORA.

EN PARTICULAR EL GOBIERNO DE ESTE ESTADO, ENCABEZADO POR JUAN SABINES GUERRERO (2006-2012), PUSO EN MARCHA EL PROGRAMA DE RECONVERSIÓN PRODUCTIVA, CON EL SUPUESTO OBJETIVO DE IMPULSAR “EL DESARROLLO REGIONAL Y DE MEJORAR EL BIENESTAR Y LA CALIDAD DE VIDA DE LOS CAMPESINOS DE LA ENTIDAD”. DE ACUERDO CON SU IV INFORME DE GOBIERNO, CON ESTE ESQUEMA SE CONSOLIDÓ EN 2010 UNA SUPERFICIE DE 82,281 HA RECONVERTIDAS, DE LAS CUALES 32,935 CORRESPONDEN AL

CULTIVO DE LA PALMA AFRICANA, 28,000 DE FRUTALES DIVERSOS, 10,765 DE HULE, 10,000 DE PIÑÓN JATROPHA Y 81 DE HORTALIZAS.

COMO PARTE DE DICHO PROGRAMA TAMBIÉN SE TIENE EL PLAN CHIAPAS BIOENERGÉTICO, CONSISTENTE BÁSICAMENTE EN EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE PALMA, QUE ES IGUALMENTE COBIJADO POR EL PROGRAMA MESOAMERICANO DE BIOCOMBUSTIBLES DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN Y DESARROLLO DE MESOAMÉRICA MEJOR CONOCIDO COMO PROYECTO MESOAMÉRICA, ANTES PLAN PUEBLA PANAMÁ. DESDE DICHO ESQUEMA, EL GOBIERNO ESTATAL HA EMPLAZADO Y PUESTO EN MARCHA DIVERSAS INSTALACIONES PRODUCTORAS DE BIODIÉSEL, UBICADAS EN TUXTLA GUTIÉRREZ Y EN PUERTO CHIAPAS, MUNICIPIO DE TAPACHULA.

EL ANÁLISIS DEL AVANCE DE LA FRONTERA DE LOS MONOCULTIVOS DE PALMA EN LA PLANICIE COSTERA DEL PACÍFICO, ESPECIALMENTE EN MAPASTEPEC, ACAPETAHUA Y VILLA COMALTITLÁN, EN LA REGIÓN SELVA Y EN PALENQUE, DEVELAN DISTINTOS AVANCES EN LA APUESTA POR LOS BC EN CHIAPAS, PERO TAMBIÉN DIVERSOS IMPACTOS AMBIENTALES. Y ES QUE LA ZONA SE ENCUENTRA EN EL CORAZÓN DE LA CUENCA DEL RÍO USUMACINTA, QUE ES DE ALTA BIODIVERSIDAD.

DE CARA A ESTA REALIDAD BIOFÍSICA, LAS EXPERIENCIAS EN INDONESIA, MALASIA, TAILANDIA, NIGERIA Y NUEVA GUINEA SE TORNAN ADVERTENCIAS TEMPRANAS, PUES EL DESARROLLO DE LAS PLANTACIONES DE PALMA AHÍ HA TENIDO COMO RESULTADO INTENSOS PROCESOS DE DEFORESTACIÓN, DESTRUCCIÓN DE ECOSISTEMAS Y PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD.

SI BIEN LOS SEMBRADÍOS CONTEMPLADOS PARA LA SELVA LACANDONANA - SALVO EN EL CASO DEL SISTEMA LAGUNAR CATAZAJÁ Y HUMEDALES LA LIBERTAD-, AÚN NO ATENTAN DIRECTAMENTE CONTRA LAS TIERRAS CONTENIDAS EN LOS POLÍGONOS DE LAS ÁREAS NATURALES

PROTEGIDAS (ANP), EL HECHO DE QUE SE UBIQUEN CERCA DE LAS MISMAS, ASÍ COMO DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE AGUA, PUEDE TENER SERIAS IMPLICACIONES ECOLÓGICAS.

MAYORES DETALLES SE PRESENTAN EN EL ESTUDIO, INCLUYENDO RESULTADOS PROPIOS SOBRE LOS LÍMITES NACIONALES DE PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL, SOLAMENTE CONSIDERANDO LAS DEMANDAS DE TIERRA Y AGUA, MÁS ALLÁ DE LOS IMPACTOS ECOLÓGICOS. SEGÚN SUS CÁLCULOS, LA PRODUCCIÓN ACTUAL DE PALMA A NIVEL NACIONAL ALCANZARÍA PARA CUBRIR ÚNICAMENTE UNA MEZCLA B16 Y SÓLO PARA LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO, LO QUE A NIVEL NACIONAL EQUIVALDRÍA A B1.2, O SEA UNA MEZCLA CON 1.2% DE BIODIÉSEL Y 98.8% DE PETRODIÉSEL; ADEMÁS, SE REQUERIRÍA AL MENOS UNA OCTAVA PARTE DE LA ENERGÍA OBTENIDA EN FORMA DE INSUMOS FÓSILES. SE COMPRENDEN ENTONCES, PORQUE LAS PROYECCIONES A FUTURO DE TAL POTENCIAL NO SON NADA ALENTADORAS.

PARTE 4.A LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE PROMOCIÓN, REGULACIÓN Y COMERCIO DE BIOCOMBUSTIBLES

EL CAPÍTULO 7, DEDICADO A LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE LOS BC EN MÉXICO, EN EL MARCO DE LA REGIÓN DE AMÉRICA DEL NORTE, HA SIDO ELABORADO A PARTIR DE LA DISTINTAS RAMAS DE LAS DISCIPLINAS SOCIALES -COMO LA CIENCIA POLÍTICA, EL ESTUDIO DE LAS RELACIONES INTERNACIONALES Y DEL DERECHO-, POR UN EQUIPO INTEGRADO POR EDIT ANTAL, ERNESTO CARMONA GÓMEZ, FAUSTO KUBLI-GARCÍA, RAFAEL LÓPEZ CERINO Y JULIO CÉSAR MEDELLÍN. (EN ADELANTE, ANTAL, ET AL.).

EL CAPÍTULO SE CENTRA EN EL ANÁLISIS DE LA NORMATIVIDAD INTERNACIONAL Y NACIONAL, Y DE LA VIABILIDAD INSTITUCIONAL, SECTORIAL Y POLÍTICA DE LOS BC EN MÉXICO, PARA LO CUAL REVISAN DISTINTOS ÁMBITOS Y ASUNTOS CONCRETOS, COMO SON: SU

SITUACIÓN ACTUAL Y LAS REGLAS DEL COMERCIO EN EL MUNDO; SU PAPEL EN EL ST DE AMÉRICA DEL NORTE Y EN EL MARCO DEL CAMBIO CLIMÁTICO; LA LEGISLACIÓN VIGENTE EN MÉXICO; SUS CONDICIONES E IMPACTOS EN EL SECTOR RURAL. DE LO ANTERIOR CONCLUYEN CON UN ANÁLISIS SOBRE LA PROBLEMÁTICA DE LA GOBERNANZA DE LOS BC EN MÉXICO.

SEÑALAN QUE EL ASUNTO DE LA REGULACIÓN INTERNACIONAL ES UN PROCESO AÚN INACABADO Y POR LO MISMO POCO ESTUDIADO. A PESAR DE QUE LA INDUSTRIA MUESTRA MUCHO INTERÉS EN LOS BC, ESTOS AÚN NO CUENTAN CON UN RÉGIMEN COMERCIAL MULTILATERAL QUE ESTABLEZCA REGLAS, NI TAMPOCO CON UNA CLASIFICACIÓN ARANCELARIA DEFINIDA POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE COMERCIO (OMC).

ANALIZAN LUEGO LAS COMPLEJIDADES DE LOS BC, DERIVADAS DEL HECHO DE QUE INVOLUCRAN TRES DISTINTOS SECTORES DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA: EL RURAL PARA PRODUCIR LA MATERIA PRIMA; EL INDUSTRIAL PARA LA REFINACIÓN, Y EL SECTOR DE SERVICIOS, PARA SU DISTRIBUCIÓN. A ESTO SE AGREGA QUE SON MUCHAS LAS MATERIAS PRIMAS Y LAS TECNOLOGÍAS UTILIZADAS PARA SU ELABORACIÓN, ASÍ COMO DIVERSOS LOS TIPOS DE BC FABRICADOS. LOS INTERESES DE LOS PAÍSES PRODUCTORES Y CONSUMIDORES, ASÍ COMO LA PRESIÓN DE LAS GRANDES EMPRESAS INVOLUCRADAS, HACE QUE LA DECISIÓN SOBRE CÓMO SE DEBEN CLASIFICAR, BAJO EL RUBRO DE BIENES INDUSTRIALES, AGRÍCOLAS, AMBIENTALES, ENERGÉTICOS O SIMPLES PRODUCTOS QUÍMICOS, AÚN NO HAYA SIDO TOMADA DE MANERA DEFINITIVA. ASÍ, LOS PRINCIPALES ASUNTOS EN JUEGO SON LAS BARRERAS AL COMERCIO Y EL TRATO DIFERENCIADO QUE SE EXPRESA A TRAVÉS DE LOS SUBSIDIOS.

LA SECCIÓN DEL CAPÍTULO QUE REvisa AL ST -EL MAYOR USUARIO DE LOS BC- EN EL ÁMBITO DE AMÉRICA DEL NORTE, TIENE EL OBJETIVO DE EVALUAR EL PAPEL QUE JUEGAN EN LA REDUCCIÓN DE GEI.

SE AFIRMA QUE, HASTA LA FECHA, NO SE OBSERVA CONVERGENCIA EN MATERIA DE REGULACIÓN Y DE USO DE LOS BC ENTRE ESTADOS UNIDOS, CANADÁ Y MÉXICO, LO QUE SIN EMBARGO NO SE EXCLUYE COMO POSIBILIDAD EN EL FUTURO Y AGREGAN QUE, CIERTAMENTE LA COMBINACIÓN DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE TRANSPORTE Y DENTRO DE CADA UNO DE ÉSTOS LOS MENOS CONTAMINANTES –COMO ES EL FERROCARRIL VS AUTOMÓVIL EN LARGAS DISTANCIAS SOBRE TODO–, EN LA REGIÓN DE AMÉRICA DEL NORTE PODRÍA SER MUCHO MÁS BENÉFICA PARA LA REDUCCIÓN DE GEI, QUE EL USO EXTENSIVO DE LOS BC.

RESPECTO AL ANÁLISIS DEL SECTOR RURAL, SE SOSTIENE QUE LA RAZÓN MÁS ACEPTABLE PARA QUE MÉXICO PROMUEVA ESTA OPCIÓN BIOENERGÉTICA ES QUE SEA UN INSTRUMENTO PARA EL DESARROLLO RURAL, QUE EN LA ACTUALIDAD SE ENCUENTRA NO SÓLO ABANDONADO SINO EN ESTADO CRÍTICO. SOBRE ESTA LÍNEA, Y EN BENEFICIO DE DICHO SECTOR, SE RECOMIENDA ESTUDIAR EN QUÉ CASOS EL AZÚCAR DE CAÑA, LA YUCA, EL SORGO Y LA REMOLACHA AZUCARERA PODRÍAN SER VIABLES PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL, ASÍ COMO LA PALMA, EL GIRASOL, LA SOYA Y LA JATROPHA PARA BIODIÉSEL. SE SUGIERE QUE, DE TENER UN PLAN CONCRETO DE DESARROLLO DE LOS BC, SERÍA NECESARIO LLEVAR A CABO UNA INVESTIGACIÓN PROFUNDA SOBRE LA ADAPTACIÓN DE CULTIVOS Y PLANTAS A LAS CONDICIONES LOCALES, COMO SON POR EJEMPLO LOS CASOS DE LA HIGUERILLA Y EL MAGUEY, Y TRANSFERIR EL CONOCIMIENTO OBTENIDO A LOS PRODUCTORES RURALES. ESTA FORMA DE TRABAJAR PODRÍA EVITAR LOS ERRORES QUE SE HAN COMETIDO EN EL CASO DE CHIAPAS Y OTRAS REGIONES DEL PAÍS.

EN CUANTO A LA LEGISLACIÓN DE LOS BC EN MÉXICO, SE ANALIZAN LOS INSTRUMENTOS REGLAMENTARIOS E INSTITUCIONALES PROPUESTOS PARA SU DESARROLLO. SE RESALTA LA COMPLEJIDAD DE SU PRODUCCIÓN POR EL GRAN NÚMERO DE ACTORES E INSTITUCIONES, ASÍ COMO DE INSTANCIAS OFICIALES INVOLUCRADAS. LA NECESIDAD

DE COORDINACIÓN ENTRE VARIAS SECRETARÍAS DEL GOBIERNO Y DISTINTOS NIVELES DEL PODER EN EL SISTEMA POLÍTICO MEXICANO SIGNIFICA UN ENORME RETO, QUE SE AGUDIZA POR LA FALTA DE TRANSPARENCIA Y DESBORDANTE CORRUPCIÓN QUE SE OBSERVA EN LAS DISTINTAS ÁREAS DEL EJERCICIO DEL PODER PÚBLICO. A PARTIR DE UN ANÁLISIS ESPECÍFICAMENTE JURÍDICO, EL TRABAJO EXPLICA TAMBIÉN POR QUÉ LA APLICACIÓN DE DECRETOS COMO LA LEY DE LA PROMOCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES RESULTA BASTANTE DIFÍCIL, Y EN TODO CASO SU VIABILIDAD QUEDA SUJETA AL ALCANCE PRESUPUESTAL. ESTO EXPLICA POR QUÉ LOS RESULTADOS DE LA PROMOCIÓN DE LOS BC EN MÉXICO HAN SIDO TAN ESCASOS Y A MENUDO ERRÁTICOS.

REFERENTE A LA FORMA Y ESTILO DE GOBERNANZA QUE HA SIGNIFICADO EL FOMENTO A LOS BIOENERGÉTICOS EN EL PAÍS, LOS AUTORES MENCIONAN LA FALTA DE OBJETIVOS CLAROS Y EL CARÁCTER CAMBIANTE DE LOS INTERESES Y ACTORES INVOLUCRADOS. HAN PREVALECIDO DOS IDEAS COMPLETAMENTE DISTINTAS ENTRE SÍ E INCLUSO UNA TERCERA, ACERCA DE POR QUÉ IMPULSAR LOS BC. LA PRIMERA CORRESPONDE A LOS INTERESES DE ALGUNAS ÁREAS CONCRETAS DEL CAMPO MEXICANO, COMO SON LAS DE LOS MAICEROS Y CAÑEROS, EN ARAS DE PROMOVER EL DESARROLLO AGRÍCOLA. ESTE PLANTEAMIENTO FUE DESECHADO POR OTRO QUE PONE DE RELIEVE LAS AMBICIONES DE SECTORES INDUSTRIALES Y DE LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍA AVANZADA, QUE COLOCA LA DIVERSIFICACIÓN ENERGÉTICA COMO MOTIVACIÓN PRINCIPAL. UN TERCER ARGUMENTO APARECE CON RELACIÓN AL CUMPLIMIENTO DE APARENTES OBLIGACIONES INTERNACIONALES DE REDUCCIÓN DE GEI. ASÍ, LAS POLÍTICAS EN TORNO A LOS BC NO DEJAN CLARO ASPECTOS TAN ELEMENTALES COMO, POR EJEMPLO: LA FALTA DE RENTABILIDAD Y LA NECESIDAD DE SUBSIDIOS PARA PROMOVERLOS; LA DEFINICIÓN CLARA DE SI SE VA A PRODUCIR PARA EL MERCADO INTERNO O PARA EL INTERNACIONAL; ASÍ COMO TAMBIÉN EL TIPO DE BIO-ENERGÉTICO Y LA GENERACIÓN TECNOLÓGICA A APOYAR.

LA REFLEXIÓN FINAL DEL CAPÍTULO VA EN EL SENTIDO DE TENER

MUCHA PRUDENCIA A LA HORA DE UNA INCONDICIONAL PROMOCIÓN DE LOS BC EN MÉXICO. LOS AUTORES PROPONEN QUE PRIMERO SE RESPONDA A LA PREGUNTA DE POR QUÉ Y PARA QUIÉN SE QUIEREN. SU FABRICACIÓN MASIVA, COMO UN NUEVO RAMO DE LOS AGRO-NEGOCIOS, PUEDE CAUSAR ENORMES DAÑOS AMBIENTALES, ENTRAR A COMPETIR CON LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS, DEVORAR UNA GRAN CANTIDAD DE SUBSIDIOS FEDERALES Y LOCALES; Y CONTRIBUIR NADA O MUY POCO A COMBATIR EL CAMBIO CLIMÁTICO. EN CONTRAPARTE, LA ELABORACIÓN DE BC A PEQUEÑA Y MEDIANA ESCALA PARA USO LOCAL, SOBRE TODO EN ÁREAS DE POBREZA PROFUNDA DEL PAÍS, ASÍ COMO A PARTIR DE BIOMASA QUE NO IMPLIQUE UN CULTIVO NUEVO, COMO SON DISTINTOS DESECHOS Y RESIDUOS, PODRÍA SER ALTAMENTE RECOMENDABLE EN TÉRMINOS TANTO ECONÓMICOS COMO SOCIALES Y AMBIENTALES.

COMO HA PODIDO VERSE EN EL RESUMEN QUE PRESENTAMOS DEL CONTENIDO DE CADA CAPÍTULO, HAY VISIONES GLOBALES, ESTUDIOS DE CASO, UTILIZACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS, ACERCAMIENTOS ECONÓMICOS, CONSIDERACIONES COMERCIALES, JURÍDICAS Y AMBIENTALES, DE LAS QUE SE PUEDEN EXTRAER MUCHAS SUGERENCIAS PRÁCTICAS PARA EL DESARROLLO DE POLÍTICAS PÚBLICAS MÁS COHERENTES. POR SUPUESTO, TAMBIÉN SE PERFILAN LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y SE DESTACA LA BONDAD MISMA DE LA PRÁCTICA DE LA INVESTIGACIÓN MULTI-DISCIPLINARIA. ESPERAMOS QUE EL ESFUERZO AQUÍ CONCRETADO AYUDE A COMPRENDER MEJOR LOS PROBLEMAS, ALCANCES Y PERSPECTIVAS DE LA UTILIZACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO, ASÍ COMO LAS MEJORES OPCIONES PARA EL PRESENTE Y EL FUTURO DEL PAÍS.

ALEJANDRO ÁLVAREZ BÉJAR

• ALEJANDRO ÁLVAREZ BÉJAR •

FACULTAD DE ECONOMÍA, UNAM

• NORA LINA MONTES •

FACULTAD DE ECONOMÍA, UNAM

AGOSTO DE 2012



**¿Son los biocombustibles
una opción en la lucha
contra el cambio climático?**

INTRODUCCIÓN

PARA RESPONDER AL CUESTIONAMIENTO GLOBAL QUE ANIMA A ESTA INVESTIGACIÓN, PARTIMOS DE LAS EVIDENCIAS INTERNACIONALES DE QUE LOS BIOCOMBUSTIBLES, ESPECIALMENTE LOS LÍQUIDOS, NO TIENEN UN FUTURO MUY PROMISORIO, NI COMO CARBURANTE ALTERNO NI COMO FACTOR SIGNIFICATIVO EN EL COMBATE AL CAMBIO CLIMÁTICO.

PESE A LO CUAL, SOSTENEMOS QUE EL ESFUERZO INTERNACIONAL EN EL DESARROLLO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES DEBE SER CONCERTADO, BAJO UN ENFOQUE MULTIFACTORIAL, PORQUE EN LA TRANSICIÓN DEL SECTOR TRANSPORTES NO ES PERTINENTE APOSTAR A UNA SOLA VÍA Y MENOS ACEPTAR QUE SE IMPONGA A UN PAÍS UNILATERALMENTE Y DESDE AFUERA.

CONSIDERAMOS QUE LA DIRECTRIZ BÁSICA QUE DEBIERA ORIENTAR EL INTERÉS NACIONAL ES ACELERAR EL CAMBIO DEL ACTUAL MODELO ECONÓMICO Y SOCIAL, INTENSIVO EN EL CONSUMO DE HIDROCARBUROS, AL TIEMPO DE COORDINAR LA REGULACIÓN DE LOS GIGANTESCOS GRUPOS SUPRA-CORPORATIVOS DE LAS INDUSTRIAS AUTOMOTRICES, ENERGÉTICAS Y AGRÍCOLAS, PARA QUE NO IMPONGAN RUTAS TECNOLÓGICAS QUE ACELERAN LA DEGRADACIÓN DEL MEDIO NATURAL GLOBAL.

PARA ARGUMENTAR LO ANTERIOR DIVIDIMOS EL CAPÍTULO EN TRES PARTES; EN LA PRIMERA SE RECONSTRUYE EL ORIGEN Y EL DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES; EN LA SEGUNDA SE PONEN A PRUEBA LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS RUTAS TECNOLÓGICAS DISPONIBLES PARA ESTOS COMBUSTIBLES ALTERNOS, Y EN LA TERCERA SE PRESENTAN ALGUNAS CONCLUSIONES.

ORIGEN DE LA ESTRATEGIA DE BIOCOMBUSTIBLES

Hablar de biocombustibles (BC) implica considerar la viabilidad de una gran diversidad de energéticos secundarios, producidos a partir de una biomasa¹. Existen, como se verá más adelante en extenso, BC sólidos (Vg., carbón vegetal, briquetas de material celulósico), líquidos (bioetanol, biodiésel) y gaseosos (biogás, bio-hidrógeno), que tienen uso en la generación de calor, de electricidad y el más conocido, para la generación de energía motriz: es decir, combustibles para el sector transporte (ST).

Detrás de esta amplia gama de BC disponibles, puede decirse que a nivel internacional han sido cuatro las motivaciones centrales para su desarrollo: (i) el pronosticado fin de la era del petróleo, (ii) la estrategia de limitación de las importaciones de petróleo, de los países más avanzados (iii) el aprovechamiento de excedentes de granos en las mismas naciones desarrolladas, (iv) el endurecimiento de la normatividad ambiental en materia de calidad del aire y la necesidad de desplegar estrategias de mitigación del cambio

climático (CC). Los cuatro factores están estrechamente relacionados con el ST, en cuanto a la necesidad de sustituir combustibles fósiles por alternos. Como se sabe, dicho sector es un fuerte consumidor de refinados del petróleo: gasolinas y diésel para el transporte carretero, diésel y combustóleo para el ferroviario y marítimo, y kerosenos para el aéreo; consecuentemente, el ST también resulta en un emisor importante de gases efecto invernadero (GEI).

Otra motivación en el desarrollo de los BC se ha encontrado en el manejo de los desechos orgánicos (urbanos, agrícolas, pecuarios), ya que con tratamientos de digestión (anaeróbica o aeróbica) se obtiene energía (biogás) como uno de los subproductos. El ejemplo más conocido son los rellenos sanitarios, que parten de basura orgánica urbana, de la que se obtiene biogás, útil para el calentamiento o para la generación eléctrica, e incluso para la operación de maquinaria como tractores.

Por lo que se refiere al fin de la era del crudo, ya a finales de los años 1980s se hablaba de haber alcanzado el pico del petróleo mundial (siguiendo el argumento de la curva de

¹ Como su nombre lo dice, se trata de materia orgánica, materia viva en forma de cultivos, desechos forestales, agropecuarios y urbanos, y organismos autótrofos (algas), es decir, que tienen la capacidad de sintetizar todas las sustancias esenciales para su metabolismo, de manera que para su nutrición no necesitan de otros seres vivos.

Hubert),² a partir del cual iniciaba su agotamiento, lo que pareció confirmarse por cerca de una década. Entre 1980-1988, las reservas crecieron a una tasa media anual (tma) de 5.2% vs. 1.3% entre 1988-2000; por su parte, la relación reservas/producción (R/P) mundial –duración de los recursos– bajó de 43.3 años en 1988, a menos de 39.8 en 1998. Pero a finales del siglo pasado, los nuevos descubrimientos y sobre todo la explotación de yacimientos considerados anteriormente no rentables, mantuvo creciente el volumen de reservas mundiales: tma de 2.4% entre 2000-2012 y una relación R/P de 52.9 años en este último³.

Este ligero repunte en los recursos y en su duración se debió, en el primer caso, a los nuevos descubrimientos en yacimientos denominados no-conventionales, como son las arenas bituminosas, los crudos pesados y ultra-pesados más difíciles de refinar y los que se encuentran en aguas profundas y ultra-profundas (esto es, con tirantes de agua superiores a 1,500 metros, más otros cientos de metros debajo del suelo marino). En el segundo caso, también contribuyó el descenso en la productividad de los yaci-

mientos que estaban en explotación, cuya producción se pronostica que seguirá cayendo en los próximos 25 años (Klare, 2012), perdiéndose en este periodo 52 millones de barriles al día (MMbd), volumen que representa 60.4% de la oferta actual (2012 = 86.2 MMbd) (BP, 2013).

Así, aunque no es evidente la duración de la era petrolera, sí está muy claro que estamos en el fin del crudo barato. Las condicionantes ambientales tan severas que imperan en los nuevos sitios de explotación (zona ártica y en aguas profundas) implicarán crecientes riesgos e impactos ecológicos y por tanto mayores costos en seguridad y control ambiental, así como nuevas tecnologías de producción y de organización del trabajo. Esto repercutirá en precios más altos de los hidrocarburos y con ello de sus productos derivados: combustibles, fertilizantes, petroquímicos.

Aunado a este último factor está el de su disponibilidad, asociada a la seguridad energética de las naciones, destacando los casos de Estados Unidos (EE.UU.) y de la Unión Europea (UE), ambos con importante déficit petrolero; en el primer caso, de 9.4 millones de barriles/

día (MMbd) en 1995, con un pico en 2005 de 13.9 MMbd y un descenso en 2012 a 96.5 MMbd, subrayando que dentro de EE.UU. el mayor demandante de petrolíferos es el ejército; por su parte, la UE ha reducido su insuficiencia entre 1995-2012, en poco más de 77%. Este panorama de carencia y por tanto de dependencia externa probablemente mejorará un poco en los próximos años, sea por incrementos en la producción doméstica de hidrocarburos (EE.UU.) o por el refuerzo de medidas de eficiencia energética y mayor penetración del uso de fuentes renovables (UE).

De lo anterior se derivan 2 estrategias distintas respecto al desarrollo de los BC. En el caso de EE.UU., su utilización se destinó al ST, el mayor demandante de petrolíferos (a nivel mundial cerca de un tercio de la demanda de energía),⁴ en tiempos de precios altos del petróleo, problema al que se respondió, primero, con la emisión de la norma regulatoria CAFE (Corporate Average Fuel Economy), que establece la mejora en el rendimiento de los combustibles en el ST y con ello una reducción de

contaminantes atmosféricos; segundo, con la promoción de la fabricación y empleo de autos compactos; tercero, con el empleo de mezclas de gasolina con bioetanol; y cuarto, con importantes subsidios a la producción de maíz, para destinar parte de ésta a elaborar bioetanol. Posteriormente, esta estrategia se combinó con una de mejora en el rendimiento del combustible en los automóviles de uso particular; una ruta planteada era pasar de un rendimiento de 11 litros por cada 100 km (l/100 km) en 2005 a 6.5 en 2020 (de 9 km/l a 14 km/l), reducción de 69%. (AIE, 2011.a). Pero lo que parece ser la tendencia predominante es continuar con el auto de combustión interna, a base de petrolíferos mezclados con bioetanol, debido a que las otras opciones (autos híbridos, eléctricos, de gas natural comprimido) presentan bajas tasas de penetración (ventas reducidas),⁵ no obstante los planteamientos de Obama, de colocar en el mercado 1 millón de autos eléctricos (Silverstein, 2012), acompañados de las respectivas instalaciones de recarga necesarias. Y la razón de lo anterior se encuentra en los altos precios de los autos eléctricos, con

² Que establece un comportamiento en “U” invertida entre la producción y el tiempo.

³ Aún cuando este trabajo se concluyó a finales de 2012, se hicieron algunas actualizaciones estadísticas con base en información más reciente, en especial la de BP-2013.

⁴ De acuerdo a las cifras de la Agencia Internacional de Energía, la distribución sectorial de la demanda es en promedio: ST: 29%, Industria: 27%, Residencial: 24%, Otros: 11% y No-energético: 9%. Si se resta el segmento de usos no energéticos, el ST participa con poco más de 30% del total.

⁵ Lo que ha llevado a productores clave, como General Motors, a cancelar la producción de su modelo Chevy Volt, debido a que sus ventas no han cumplido con las expectativas esperadas, no obstante los créditos al impuesto del que goza. (Silverstein, 2012).

mayor tiempo de recuperación de la inversión que los basados en gasolina, en el descenso de los precios de ésta en los últimos años y en el predominio de la infraestructura de transporte, en particular el de larga distancia, esencialmente carretera.

En la UE también se introdujeron los BC -en este caso el biodiésel, a partir de aceites vegetales, la mayoría cultivados en ultramar- por las mismas razones de mayores costos del crudo, pero simultáneamente se planteó la transición energética en el ST con énfasis en: (a) una mejora de la eficiencia de sus sistemas de transporte público y de las viabilidades; (b) un mayor rendimiento del combustible (de 6.5 l/100 km en 2005 a 3.5 en 2020, descenso de 86% -de 15 km/l a más de 25 km/l-); (c) un creciente uso del tren eléctrico de alta velocidad en trayectos de larga distancia; y (d) a futuro, una alta penetración del auto a base de hidrógeno (celdas de combustible), tecnología en la que Alemania es pionera, tanto en su producción como en el desarrollo de la infraestructura para su uso masivo.

Otro país que respondió con el desarrollo de los BC ante el alza de precios del petróleo fue Brasil, que con una producción importante de caña de azúcar y fuertes subsidios logró desarrollar toda una industria integral del etanol para el ST, desde

la producción agrícola, pasando por la refinación (producción de etanol) y la adecuación de los automóviles, hasta la comercialización.

Un elemento adicional de la introducción de los BC fue el establecimiento de normas de calidad del aire y posteriormente las presiones para atender la preocupación por el CC, factores en los que el ST contribuye fuertemente y que los pronósticos señalan lo seguirá haciendo, debido al crecimiento de la demanda automotriz en los países desarrollados y más aún en los emergentes, a donde además se trasladará el centro de gravedad de la producción de automóviles, esencialmente de combustión interna y con modesto crecimiento y penetración de otras alternativas de transporte: los autos híbridos, eléctricos, los de gas natural comprimido (AIE, 2000.b).

La AIE desarrolló tres escenarios de consumo de energía del ST global, el de EE.UU. y el de la UE, para diversos años: 2020, 2030, 2035: (a) continuación de la *tendencia actual*, en la que se sostiene el desempeño actualmente, sin política alguna para el mejoramiento del sector; (b) se ponen en operación nuevas políticas, sobre todo basadas en la implantación de medidas ya anunciadas; (c) la meta de 450 partes por millón (ppm), el escenario deseable para detener a ese nivel la concen-

tración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera y mantener el aumento de la temperatura media global menor o igual a 2° C.⁶

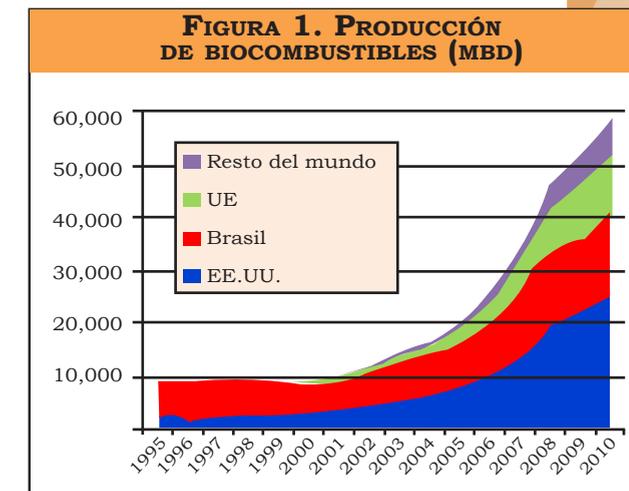
El resultado de esta modelación arroja que el ST seguirá representando cerca de un tercio de la demanda sectorial de energía a nivel mundial (entre 28 y 26%), un poco más en el caso de EE.UU. (36-38%) y algo menos en la UE (26-22%), aclarando que los porcentajes menores corresponden al escenario 450 ppm.

De esta energía, los BC jugarán un papel relativamente modesto según la misma AIE y su desarrollo estará vinculado a las acciones contra el CC, entre las que se encuentran: metas numéricas (% de BC en la matriz energética), regulaciones específicas (% de BC en mezclas con combustible convencional), despliegue de medidas económicas (apoyo a los agricultores, impuestos al carbono, uso obligatorio en algunos segmentos del transporte como el público).

Recordemos que en 2009 el ST consumía: 0.15% de carbón, 93.5%

de petrolíferos, 3.07% de gas natural, 2.26% de BC, y 1.02% de electricidad; en el escenario 450 ppm, la AIE estimaba para los BC una participación en el 2020 de 4.8% y en el 2030 de 12%, pudiendo alcanzar hasta 26% en el 2050, con BC de 2.^a y 3.^a generación. (AIE,c).

Estas estrategias se usarán más en EE.UU. y Brasil, que en otras naciones o regiones, debido esencialmente al desempeño de la producción de BC. Figura 1 y Cuadro 1. En ésta es clara la formación del duopolio EE.UU.-Brasil para el caso



Fuente. Elaboración propia con base en datos de BP, 2011

⁶ Recordando que esa meta es el límite establecido para hacer reversible el fenómeno de calentamiento global.

⁷ Cabe señalar que Brasil ya está importando bioetanol de EU, lo que se debe al manejo de su comercio exterior de azúcar vs. BC, a su auge petrolero (un incremento de 68% de sus reservas de crudo en la última década esencialmente por los hallazgos en aguas profundas) y sobre todo, a la necesidad de cubrir el déficit derivado de sus exportaciones a EE.UU., es decir, existe un comercio bidireccional de BC entre ambos países. Ver Wise, 2012.b.

⁸ La AIE lo denomina *Blue Map*, en el que se establece bajar las emisiones de GEI en el 2050, vis á vis 2005, a 14 giga-toneladas (Gt) de un valor de 57 Gt según la trayectoria actual o tendencial.

del bioetanol, en tanto que en la UE y en el resto del mundo se trata del uso mayor del biodiésel.^{7,8} También se aprecian cambios importantes en la producción de algunos países y regiones.

En la UE, a pesar del importante crecimiento de la producción de BC en la última década, apenas abastece el 0.15% de los combustibles del ST. Los países que se distinguen por su uso son Alemania, Francia e Italia y en esta región las materias primas utilizadas son el trigo y la remolacha azucarera, para el caso del

etanol, pero dado que la mayor demanda es de biodiésel, éste lo traen del exterior y se fabrica principalmente a partir de palma de aceite, cultivada en el sureste asiático. La UE ha preferido el biodiésel porque su parque automotriz opera con este tipo de motores, además de que no sólo puede emplearse en el ST, sino también para calentamiento, sin requerir cambios en las máquinas ni en las redes de distribución.

Cabe destacar en América Latina, la presencia creciente de Argentina en el mercado mundial de biodiésel,

CUADRO 1. PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN 2012

Región	m-tep	%	2011 / 2010 (%)
América del Norte	28,309.3	47	-3.9
EU	27,360.5	45.4	-4.1
Canadá	948	1.6	2.9
América Latina	16,675.4	27.7	2.6
Brasil	13,547.2	22.5	2.7
Argentina	2,267.1	3.8	2.2
Resto AL	861.1	1.4	2.1
Unión Europea	10,022.5	16.6	-1.2
Alemania	2,893.9	4.8	2.4
Francia	1,819.8	3.0	-2.1
España	575.3	1.0	-28.9
Resto UE	4,733.5	7.9	1.8
China	1,729.3	2.9	8.3
Resto de Asia	3,444.3	5.7	17.7
Resto del mundo	27.7	0.0	0.3
Mundo	60,208.5	100.0	-0.1

Mtep: miles de toneladas de petróleo equivalente.
Fuente. Elaboración propia con base en BP. SRWE-2013.

a base de soya, que en tan sólo 5 años, a partir de 2006 cuando se emite la Ley de Biocombustibles, la producción creció exponencialmente; de ser marginal entre 2000 y 2006, con apenas 9 mil toneladas, alcanzó 2,233 mil toneladas en 2011, de las cuales exporta a la UE arriba de 65% y sus planes al 2020 es crecer un 46% adicional, con los mismos o mayores niveles de ventas al exterior. (Cámara Argentina de Biocombustibles, 2012). Pero este desempeño está enfrentando oposición interna y un posible agotamiento a corto plazo, dado que, al estar basado en un cultivo alimentario (tanto humano pero sobre todo animal), no pasará los criterios de sostenibilidad ya implantados en la UE para los BC.

En la región también cabe citar a Colombia, que cuenta con una producción de bioenergéticos a partir de 2005, con volúmenes aún relativamente modestos, aunque con fuerte crecimiento; pasó de 14 mil toneladas de crudo equivalente (Mtep) en este año, a 403 Mtep en 2012, dirigida esencialmente al mercado interno. Esto, derivado de la emisión de la Ley 693, del 19 de septiembre del 2001 y la 939 del 31 de diciembre del 2004, que estipula que a partir de septiembre de 2006 la gasolina en las ciudades colombianas de más de 500 mil habitantes debe contener etanol (a partir de

caña de azúcar) y biodiésel (de palma aceitera), (FAO, 2011).

Para el 2050, una trayectoria posible para los BC sería la que se muestra en el Cuadro 2, que deja

CUADRO 2. PARTICIPACIÓN PORCENTUAL POR TIPO DE BC EN EL 2050	
Biocombustible	%
Etanol convencional	0
Etanol de caña	11.3
Etanol avanzado	15.5
Biodiésel convencional	0
Biodiésel avanzado	33.8
Biojet	21.1
Biometano	18.3

Fuente. AIE. Clean Energy Progress Report. 2011

claro que serán los BC de 2.^a y 3.^a generación los que predominarán. Pero en la consideración de un conjunto de medidas para combatir el CC, la AIE estima nuevamente la participación porcentual de cada una, tanto en el escenario tendencial como en el de 450 ppm. Cuadro 3. Como se puede apreciar en este último los BC contribuirán marginalmente a la mitigación de GEI, de hecho, en el 2010 participaron con tan sólo 3% del combustible consumido por el transporte carretero mundial y como se dijo antes, en el ST en su conjunto y para el 2050, se estima podrían aportar entre 26-27% de su demanda total, con una fuerte promoción sobre todo de los BC de 3.^a generación.

CUADRO 3. PROSPECTIVA DEL POTENCIAL DE MITIGACIÓN DE GEI POR TIPO DE MEDIDA

Rubro	Escenario tendencial				Escenario 450			
	2020		2030		2020		2030	
	M-t	%	M-t	%	M-t	%	M-t	%
Eficiencia energética:	2,517	2,284	233	65.4	59.3	6.1	7,880	7,145
•Uso final	735	56.9	51.6	5.3	1,825	1,655	170	73.0
•Centrales eléctricas	66.2	6.8	6,512	5,095	607	44.0	39.9	4.1
Renovables	680	17.7	2,741	19.8	425	17.0	3,108	21.0
Biocombustibles	57	1.5	429	3.1	50	2.0	592	4.0
Nuclear	493	12.8	1,380	10.0	125	5.0	1,332	9.0
CAC	102	2.7	1,410	10.2	75	3.0	3,256	22.0
Total	3,849	100.0	13,840	100.0	2,500	100.0	14,800	100.0

CAC: captura y almacenamiento de carbono. Fuente. AIE. WEO-2009. P.211, WEO-2011, p.214

Por lo que respecta a la evolución del ST, en los dos escenarios planteados por la AIE para el 2050, el tendencial (*Baseline*) y el 450 ppm (*Blue Map*) se perciben fuertes diferencias en cuanto a la penetración esperada de nuevas tecnologías. En el primer caso, en el tendencial predominará la combustión interna y marginalmente los autos a base de gas natural comprimido, de gas LP y los híbridos. En el segundo se pronostica una mayor diversificación, con una importante presencia de vehículos eléctricos y los operados con hidrógeno (celdas de combustible). (AIE. WEO-2009).

De lo anterior se confirma que, la participación de los BC en el ST ha sido y seguirá siendo limitada, debi-

do a que aún con los apoyos gubernamentales, no han alcanzado a ser competitivos con los combustibles convencionales; a esto se agregan las desventajas mostradas por los de 1.^a generación, principalmente por su competencia con los alimentos y por el cambio en el uso del suelo y con ello de cultivos, del tradicional al de energéticos, acompañado esto de fuertes impactos ecológicos y sociales.

No obstante esto último, los BC de 1.^a generación parece que seguirán presentes en EE.UU. y Brasil, y es factible que se sumen países como China, aunque se espera que esto no se mantenga por mucho tiempo, ni se expanda a más naciones. La atención ahora está en los BC de 2.^a

generación, poniendo énfasis en lograr un mejor balance económico y energético, así como un ciclo de vida con impactos económicos, sociales y ambientales considerablemente menores a los presentados en sus antecesores, en particular cuando se pasa a una escala industrial, en la que predominan los criterios de rentabilidad sobre los otros; y a mediano plazo, se contempla que sean dominantes los BC de 3.^a generación.

La expectativa futura de los BC es que su despliegue se realice en el marco del desarrollo sostenible, es decir, además de considerar los aspectos económicos, también deben contemplarse los impactos sociales y ambientales; ello significa que, al valorar los ciclos de vida se debe analizar el uso de suelo y la disposición de materiales y equipo al final del proceso, así como el cumplimiento de estándares sociales (como respeto pleno a los derechos de los agricultores, en particular si se trata de comunidades indígenas) y presentar un balance neto positivo de energía (la de los BC debe ser mayor a la contenida en los insumos utilizados en obtenerlo) y también en su nivel de reducción de GEI.

Aún con el bajo pronóstico de participación de los BC en las matrices energéticas y en el propio ST globales, hay expectativas interesantes, dadas algunas directrices a su favor, como su mayor uso en el transporte aéreo planteado por algunos países de la UE. Pero en general será modesta su utilización, dado que se enfrenta a tecnologías como los autos eléctricos e incluso a procesos de síntesis de hidrocarburos (Fischer Tropsch), además de tener que superar los propios cuellos de botella de su producción actual: cancelación de los de 1.^a generación, alcanzar la rentabilidad de los de 2.^a y el dominio tecnológico de los de 3.^a.

Lo que hemos dicho antes aplicaba básicamente a los BC líquidos para el ST, pero en los gaseosos, como el biogás, aún en los de 1.^a generación, los que parten de biomasa urbana, tienen todavía un amplio campo de utilización, dado que, por razones diversas (en particular las asociadas a la gestión de residuos), no han sido explotados en todo su potencial y aplicaciones: generación de frío, calor y electricidad⁹ para el sector residencial, comercial y público, resolviendo simultáneamente

⁹ Se ha estimado que el Ministerio de Energía Limpia (CEM: Clean Energy Ministerial) en la última década ha incrementado su generación eléctrica a partir de biomasa en cerca de 70%. El CEM es un foro global de alto nivel que promueve políticas y tecnologías avanzadas de energía limpia; se compone de 23 gobiernos: Alemania, Australia, Brasil, Canadá, China, Comisión Europea, Emiratos Árabes Unidos, España, Estados Unidos, Dinamarca, Finlandia, Francia, India, Indonesia, Italia, Japón, Corea del Sur, México, Noruega, Rusia, Reino Unido y Sudáfrica. (AIE, 2011.a.)

el gigantesco problema de disposición de desechos metropolitanos. De hecho, la biomasa es la única fuente alterna que genera diversas energías secundarias y soluciona a la vez inconvenientes ecológicos¹⁰, aunque actualmente sólo 20% del potencial de biomasa estimado tiene esas aplicaciones.

LAS RUTAS TECNOLÓGICAS PARA LOS BIOCOMBUSTIBLES: VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Como se señaló al inicio, los BC incluyen una gran variedad de compuestos, tanto sólidos, como líquidos y gaseosos, e igualmente una gran diversidad de vías tecnológicas para su obtención, cuyo grado de madurez determina el nivel

CUADRO 4. RESUMEN DE RUTAS TECNOLÓGICAS DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

Materia Prima	Biocombustible	Aplicación	Generación
Sólidos: urbanos – pecuarios Líquidos: efluentes	Biogás Biohidrógeno	Electricidad Calor Transporte	1. ^a 1. ^a 2. ^a
Con especies vegetales ricas en azúcares o almidón:			
Caña de azúcar Maíz Otras (sorgo, remolacha, yuca...)	Bioetanol Biobutanol	Transporte Electricidad Calor	1. ^a 3. ^a 3. ^a
Con especies vegetales ricas en aceites:			
Soya Palma de aceite Canola y otros	Biodiésel Bioetanol	Transporte Electricidad Calor	1. ^a 3. ^a 3. ^a
Canola	Biodiésel (de mejor calidad)	Transporte Electricidad Calor	2. ^a 3. ^a 3. ^a
Cáñamo Jatropha y otros	Biodiésel Bioturbosina	Transporte Electricidad Calor	2. ^a 3. ^a 3. ^a

CUADRO 4. CONTINUACIÓN

Con otras materias primas:			
Aceites animales	Biodiésel	Transporte Electricidad Calor	1. ^a 3. ^a 3. ^a
Especies celulósicas: desechos forestales agrícolas (espigas de trigo, hojas de maíz), industriales (bagazo, de producción de papel)*	Carbón vegetal	Calor Electricidad	2. ^a
	Bioetanol	Transporte Electricidad Calor	2. ^a 3. ^a 3. ^a
	Briquetas	Calor Electricidad	1. ^a
Algas			
• Ricas en aceite	Biodiésel Bioturbosina	Transporte Electricidad Calor	2. ^{a+} 3. ^a
• Ricas en carbohidratos	Bioetanol Biobutanol		2. ^{a+} 3. ^a
• Biofotólisis	Biohidrógeno		3.a

Fuente. Elaboración propia.

de la generación en que se pueden ubicar, así, los de 1.^a están disponibles actualmente, los de 2.^a en vías de desarrollo y se espera lograr su factibilidad en el corto plazo, y los de 3.^a están en situación semejante que las anteriores, pero su grado de avance actual sitúa su viabilidad en el mediano y más bien largo plazo. El Cuadro 4 sintetiza lo anterior.

Como puede apreciarse, la biomasa es una de las fuentes renovables que más alternativas presenta para su aprovechamiento, tanto en lo concerniente a materias primas

como a productos para uso final. Todas aquellas rutas de 1.^a generación en general han sido desarrolladas y aplicadas desde tiempo atrás, como es el caso del bioetanol (BE) y el biodiésel (BD) a partir de materiales agrícolas, o del carbón vegetal vía pirolisis de madera o las briquetas de bagazo de caña o de aserrín. Incluso, en tiempos de guerra fueron utilizadas rutas de 3.^a generación, como la síntesis de petrolíferos más pesados a partir de alcoholes primarios (proceso Fisher-Tropsch).

En el presente, todas las rutas de

¹⁰ Y de continuar el desarrollo tecnológico, se puede pensar en productos bioquímicos y en biomateriales.

1.^a generación han alcanzado el nivel técnico industrial, los rellenos sanitarios- un grado de rentabilidad aceptable, pero otras –como los BC líquidos para el ST- sólo tienen una relativa competitividad monetaria, a pesar de sus cualidades como sucedáneos de los petrolíferos, sin un apoyo económico siguen presentando un mayor costo que los derivados de los hidrocarburos.

Pero más allá de esta limitante, los BC de 1.^a generación se presentaron ofreciendo un gran número de ventajas en comparación con sus desventajas, las cuales supuestamente son: (1) que se presentan como una fuente de energía renovable y limpia, (2) que promueven la diversificación y con ello apuntalan la transición energética, (3) que impulsan el desarrollo tecnológico, (4) que eventualmente permiten revitalizar las economías rurales.

En cuanto a las desventajas, la más destacada de todas es su competencia con los cultivos alimenticios (sobre todo productos para las personas aunque también para el ganado), con lo cual se crea una cadena de impactos sucesivos: primero sobre los precios de los alimentos, luego en la seguridad alimentaria de muchos países importadores de granos. En el 2000 apenas se empleaban éstos en la fabricación de BC, pero para el 2010

del orden de 30% tenía ese destino, que tan sólo proporcionaron 6% de los BC mundiales. Ciertamente no solamente los BC son causantes de los aumentos en el precio de los granos, también influyen los eventos meteorológicos, el cambio en la dieta de países emergentes como China, el incremento en los importes del petróleo y especialmente la especulación financiera.

Pero en países como EE.UU. el principal productor de maíz y el que mayores subsidios destina a la fabricación de bioetanol a partir de ese grano, esto sí resulta un elemento central en el incremento de precio de ese cultivo: 21% en 2010, debido a que en este año ya el 40% de la producción se destinaba al biocombustible, contra 5% en 1999-2000. (Wise, 2012). Y si se presentan eventualmente problemas climáticos en EE.UU., la presión sobre los precios será mucho mayor.

México es uno de los países más afectados por esta situación, dada su condición de importador neto de maíz (a partir de la firma del TLCAN, representando actualmente un tercio de su consumo total), procedente principalmente de EE.UU., lo que, de acuerdo con las estimaciones de Wise, ha agregado al valor de estas compras entre 1.5 y 3.2 miles de millones de dólares (MMUS\$) durante el periodo 2006-2011 (más

otros 1.4 MMUS\$ atribuibles a la especulación financiera de los mercados de básicos), montos superiores a los apoyos totales dados por Procampo, que son del orden de 1.3 MMUS\$ anuales. A lo anterior hay que agregar que el maíz representa el 60% del costo final de las tortillas, mismas que aportan el 40% de las calorías consumidas por la población, de manera que el incremento de su precio (+60% en los últimos 6 años), ha resultado en aumento de estos en otros productos (como el de la carne debido al +53% en el valor de la canasta básica), con impactos en la seguridad alimentaria del país y ascenso de la población en condiciones de hambre. (Wise, 2012).

Pero otra desventaja de los BC es que indujeron la formación de grupos supra-corporativos entre las empresas automotrices, energéticas y agroindustriales, que buscaban mantener esa tendencia de crecimiento, derivada de los beneficios económicos que reciben a través de los subsidios gubernamentales.

Adicionalmente, los BC de 1.^a generación modificaron el uso del suelo y con ello la vida de comunidades enteras. Ante los aumentos de los precios de las mismas materias primas según su destino final, energía o alimento, la vocación tradicional de la tierra empezó a cambiar, al igual que la forma de cultivo. En va-

rios países en desarrollo se extendió la agricultura intensiva en energía y en agroquímicos, así como el uso de transgénicos, a fin de incrementar la productividad y rentabilidad de las siembras. Se conformaron neo-latifundios que promovieron el monocultivo y con ello creció la competencia por el agua, además de degradar la biodiversidad local, provocando lo que se ha denominado como *desiertos verdes*; y con el uso de los transgénicos se contaminaron las siembras de especies autóctonas.

Los efectos fueron devastadores para las medianas y sobre todo las pequeñas comunidades agrícolas, en particular las indígenas, que a menudo tuvieron que enfrentar el despojo de sus tierras, mediante subterfugios por parte de las autoridades y de los compradores de terrenos o bien porque recurrieron francamente a políticas represivas, con policías o con grupos paramilitares. Ya sin sus áreas de labranza, muchos agricultores optaron por ser jornaleros de esas nuevas plantaciones, en las que ha sido generalizado el empleo mal pagado y en condiciones inseguras e insalubres –por el uso de químicos tóxicos como fertilizantes o fumigantes-; aquellos productores que lograron sobrevivir enfrentaron la reducción de los ya escasos apoyos gubernamentales, así que el conjunto de es-

tos eventos repercutió en un grave deterioro de la calidad de vida de las comunidades.

Otro efecto adverso a nivel del mercado global fue la formación del duopolio Brasil-EE.UU. en cuanto a la producción de BE, que en 2011 en conjunto representaron el 70.4% de la fabricación mundial, aunque Brasil ha venido variando su infraestructura en los últimos 5 años, en función del mejor balance en comercio exterior del azúcar o el BE, por lo que algunos de estos años lo ha importado de EE.UU.¹¹

En consideración a las desventajas señaladas, la UE estableció que los BC deberían producirse bajo criterios de sostenibilidad, minimizando los impactos ambientales y sociales; no obstante, a la fecha todavía no se cuenta con los mecanismos que garanticen su observancia, dado que no hay un sistema de monitoreo y supervisión efectivo y menos aún se cuenta con el marco de sanciones que correspondería en caso de incumplimiento.

Lo antes descrito hace evidente el desbalance entre las desventajas y las ventajas que se atribuyen a los BC, ya que de las 4 enumeradas, sólo la relativa al desarrollo tecnológico se ha cumplido, siendo fuertemente cuestionadas las otras

tres: no es una fuente de energía renovable y limpia si se producen en forma intensiva; no ha promovido la transición energética, aunque indirectamente ha favorecido el desarrollo de los autos eléctricos; y definitivamente no ha tenido un impacto positivo en las economías rurales, por el contrario, es en este punto donde se han acentuado las desventajas de los BC.

Pero también hay que reconocer que diversas rutas tecnológicas como las de 1.^a generación, no presentan las desventajas antes descritas, como es el caso del biogás (BG) a partir de desechos urbanos y pecuarios, y por el contrario, tienen la ventaja de eliminar un problema de contaminación ambiental. Otro caso significativo es el del biodiésel derivado de aceites animales o agrícolas usados, pues no obstante que no se ha masificado esta ruta, por falta de apoyo suficiente para establecer el sistema de recolección y transporte a las plantas de procesamiento, es claro que existen fuentes, como la industria agroalimentaria –sobre todo de frituras– que en proyectos conjuntos con los gobiernos, podía redituables ahorros en la disposición de sus aceites gastados.

Otra ruta más a explorar es las de las briquetas, siendo las más comunes las de bagazo de caña de azúcar

y las de aserrín, aunque hasta ahora son poco utilizadas por su bajo poder calorífico y porque en el caso de las últimas, requiera de añadirse un carburante para iniciar la combustión, pero sobre todo, para mejorarla; estos casos, aunque tecnológicamente conocidos y viables se clasifican como de 2.^a generación, por no contar con aplicaciones de mediana a alta capacidad.

Derivado de las desventajas de los BC de 1.^a generación se desarrollaron los de 2.^a, que ya se encuentran en etapa industrial, pero aún sin mostrar suficiente rentabilidad, y los de 3.^a que todavía están en fase de investigación-desarrollo-demonstración (I&DD).

En el caso de las rutas a partir de material celulósico, a la fecha no se cuenta con experiencias suficientes sobre su ciclo de combustible¹², por lo que no pueden determinarse aún sus eventuales desventajas, pero lo que sí puede adelantarse, como extrapolación de lo sucedido con los BC de 1.^a generación, es que cualquier vía que parta de un modelo de producción intensiva de materia prima, conllevará a impactos semejantes a los de sus predecesoras.

Entre las ventajas que se tienen en el caso de los materiales celulósicos está que, en lugar de considerarse como desperdicio y eliminarlo sin aprovechamiento alguno –a través de la quema–, con su conversión a BC se tendría una gran ganancia. El aspecto clave está en el acopio de estos materiales, que los hacen muy adecuados para un uso intensivo de mano de obra campesina y en cuanto a los desechos forestales, serían útiles aún tomando en consideración la parte que debe dejarse en los bosques como nutrientes para los mismos.

En cuanto a las especies agrícolas ricas en aceite con potencial para la fabricación de BD, como son la jatropha y la higuera, igualmente se carece de experiencia suficiente para determinar plenamente sus bondades. En el primer caso, lo que se ha podido establecer a partir de las escasas plantaciones existentes es que la supuesta ventaja de poderse cultivar en tierras ociosas y en condiciones de siembra de temporal; en la práctica no se sostiene, dado que se está lejos de alcanzar la mínima rentabilidad. Es así que, al pasar a un modelo de agricultura intensiva siempre se vuelve a caer

¹² Ciclo que se compone de las siguientes etapas: (i) producción de la materia prima, (ii) transporte y acondicionamiento, (iii) transformación en alcohol y acondicionamiento para fines de uso en el sector transporte, (iv) traslado a los puntos de consumo (v) comercialización, (vi) consumo.

¹¹ Ver pie de página no. 6.

en todas las desventajas ya citadas. Si la jatropha no se produce en un marco efectivo de desarrollo rural, deberá ser descartada; y en cuanto a la higuera, se tiene la gran competencia de su aceite (de ricino) para fines industriales (farmacéuticos) versus el uso energético, lo que pesa más que las condiciones en que eventualmente se cultive.

De todo lo anterior se tiene que, en la medida que se mantenga el transporte a base de combustión interna, sólo los BC de 3.^a generación resultarán con ventajas reales, por ello es que actualmente, la situación de los diferentes BC *vis à vis* el ST se puede apreciar mejor en el Cuadro 5.

CUADRO 5. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS BC EN EL SECTOR TRANSPORTES		
Generación	Materias primas	Biocombustible
1. ^a	Productos agrícolas Grasas animales	B-etanol B-diésel B-turbosina
2. ^a	Productos agrícolas y celulósicos Residuos	B-etanol B-gas
3. ^a +	Algas Algas + microorganismos	B-etanol B-diésel B-turbosina

Fuente. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

En el corto plazo hemos visto que las políticas en torno al desarrollo de los BC son diferentes entre EE.UU. y la UE; el primero aboga por continuar con el bioetanol a partir de maíz, en tanto que el segundo busca dominar las vías de 3.^a generación, para lo que le resta de sus vehículos de combustión interna, pero su apues-

ta es más por una transición hacia autos eléctricos a base de hidrógeno. Países emergentes como China parecen transitarán por la ruta de EE.UU., con planes de largo plazo de llegar a automotores eléctricos; igual es el caso de Brasil, con toda una trayectoria e infraestructura establecida para el bioetanol procedente de la caña de azúcar.

Respecto a uno de los argumentos a favor de la promoción de los BC, su aporte al desarrollo rural, es evidente que no se concretó, por el contrario, es en el agro donde se presentaron los aspectos más negativos de la estrategia, pues como se señaló, afectó adversamente a las comunidades campesinas en las que se implantaron cultivos de las materias primas agrícolas para los BC.

Con base en todo lo descrito, nos parece claro que el futuro de los BC líquidos para el ST no es muy promisorio, ni como factor de lucha contra el cambio climático, ni como combustible alternativo en dicho sector, pues de acuerdo a los pronósticos, los hidrocarburos seguirán presentes aún por unas décadas. Es nuestra opinión que el esfuerzo internacional debe dirigirse más bien a acelerar la transición del ST que al desarrollo de los BC para motores de combustión interna. Uno de los obstáculos de los que se habla para los autos eléctricos es la necesaria infraestructura de recarga y sobre todo la generación de la electricidad en las magnitudes necesarias.

Esta situación pone en evidencia un criterio básico: que las soluciones tecnológicas no están cómodamente colocadas en una sola vía, sino que son de carácter multi-factorial y que el paraguas en el que corresponde definir las estrategias

debe ser el cambio de modelo económico y social intensivo en energías fósiles; esto lleva a cuestionarse si los subsidios dados ahora a la explotación de hidrocarburos no convencionales convendría mejor destinarse a impulsar energéticamente un nuevo paradigma de desarrollo socio-económico mundial.

Bibliografía

- Action Aid International USA. (2012, mayo). *Biofueling Hunger: How US Corn Ethanol Policy Drives up Food Prices in Mexico*.
- AIE. *Clean Energy Progress Report*. Agencia Internacional de Energía. Paris. 2011 (a)
- ----- *World Energy Outlook (WEO) 2011. Resumen Ejecutivo*. AIE, Paris. 2011 (b)
- ----- *World Energy Balance*. AIE, Varios años. (c)
- Banks Ferdinand E. "In the Head of U.S. Energy Secretary Chu" 13.03.12. http://www.energy-pulse.net/centers/article/article_display.cfm?a_id=2515.
- BP *Statistical Review of World Energy*. British Petroleum. June 2011. 2012. 2013.
- Cámara Argentina de Biocombustibles. Newsletters no. 008 enero-febrero de 2012, no. 009 marzo-abril de 2012 y no. 010 mayo-junio de 2012. <http://www.carbio.com.ar/newsletter/index.php?id=15>.
- Comisión Pastoral de la Tierra. Red Social de Justicia y Derechos Humanos. Agroenergía: mitos y impactos en América Latina. (2007, agosto).
- Departamento de Agricultura de Estados Unidos, recuperado en marzo y abril de 2012 en www.usda.gov.
- Eisenstein, P. (2012). "We waste 1.9 billion gallons of gas sitting in traffic". 26.03.12. http://bottomline.msnbc.msn.com/_news/2012/03/26/10871475-we-waste-19-billion-gallons-of-gas-sitting-in-traffic.
- Energy Research Centre of the Netherlands (ECN), E4tech, Chalmers University of Technology, and the Copernicus Institute of the University of Utrecht (2009). "Bioenergy – a Sustainable and Reliable Energy Source. Main Report". IEA. Paris. 2009.
- Hartung J. (2012). Energy Strategy. Recuperado el 6 de mayo de 2012 en http://www.energy-pulse.net/centers/article/article_display.cfm?a_id=2513.
- Klare, A. (2012) *Tough-Oil World. Why Twenty-First Century Oil Will Break the Bank -- and the Planet*. Recuperado el 13 de mayo de 2012 en http://www.tomdispatch.com/post/175515/tomgram%3A_michael_klare%2C_why_high_gas_prices_are_here_to_stay/#more.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Oficina regional para América Latina y el Caribe: RLC. Estado del Arte y Novedades de la Bioenergía en Colombia. Bogotá, Colombia. Octubre 2011.
- Romm J. (2012). "The Charts That Prove Obama Doesn't Set Gas Prices". Recuperado el 22.03.12 en, <http://truth-out.org/news/item/8042-the-charts-that-prove-obama-doesn-t-set-gas-prices?tmpl=component&print=1>.
- Shearer, C. (2012) "About That Dimock Fracking Study: Result Summaries Show Methane and Hazardous Chemicals". Recuperado el 21 de marzo de 2012 de <http://truth-out.org/news/item/8021-about-that-dimock-fracking-study-results-did-show-methane-and-hazardous-chemicals?tmpl=component&print=1>.
- Silverstein, K. (2012) *New Energy is Driving Auto Production. Obama to give Electric Vehicles a shot*. Energy Central. Recuperado el 11 de mayo de 2012 en http://www.energybiz.com/article/12/03/new-energy-driving-auto-production&utm_medium=eNL&utm_campaign=EB_DAILY2&utm_term=Original-Member.
- Wise Timothy A. The Cost to Mexico of U.S. *Corn Ethanol Expansion*. Global Development and Environment Institute. Working Paper no. 12-01. May 2012.
- (2012) ----- *Running on Empty: U.S. biofuels policies set to reach their illogical conclusion*. Recuperado el 23.07.12 en, <http://triplecrisis.com/running-on-empty-u-s-ethanol-policies-set-to-reach-their-illogical-conclusion/>.



• ARÓN JAZCILEVICH •

CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA, UNAM

**Una Visión Acerca de Energía,
Cambio Climático
y Biocombustibles**

INTRODUCCIÓN

PARA EL AÑO 2035 EL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL MUNDO CRECERÁ UN 53% ^[1] Y AL MISMO TIEMPO, LA OFERTA DE ENERGÍA FÓSIL DE “FUENTES TRADICIONALES” COMO YACIMIENTOS PETROLEROS Y DE GAS EN TIERRA Y EN AGUAS SOMERAS, COMIENZA SU DESCENSO ^[2]. ESTO SE MUESTRA EN LAS FIGURAS 1 a y b. EN LOS ÚLTIMOS AÑOS ESTA SITUACIÓN IMPULSÓ EL DESARROLLO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA COMO LA SOLAR, EÓLICA, MAREMOTRIZ, GEOTÉRMICA Y LOS BIOCOMBUSTIBLES.

EL CASO DE BRASIL (PAÍS QUE DESDE LOS 80’S INAUGURÓ UNA POLÍTICA NACIONAL ENERGÉTICA BASADA EN LOS BIOCOMBUSTIBLES), ASÍ COMO EL AVANCE TECNOLÓGICO QUE HACÍA EFICIENTES Y COMPETITIVAS LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA PRODUCIR ENERGÍA DEL SOL, DEL AIRE Y DE FUENTES BIOLÓGICAS, PERO MAS QUE NADA EL AUMENTO DE LOS PRECIOS DE LA ENERGÍA, SUPONÍAN EL ÉXITO DE LAS FUENTES RENOVABLES. NO SOLAMENTE ESTO, SINO QUE AL IMPONERSE SE GANARÍA TERRENO EN LA LUCHA PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI), PROPORCIONANDO A LAS FUENTES RENOVABLES DE UN AURA AMBIENTAL. LA CONEXIÓN ENTRE ENERGÍA Y LA REDUCCIÓN DE GEI SE EXPLICITÓ GRACIAS A QUE LAS FUENTES RENOVABLES LAS VOLVIERON COMPATIBLES.

SIN EMBARGO, ALGUNAS DE LAS FUENTES RENOVABLES COMO LOS BIOCOMBUSTIBLES NO LLENARON LAS EXPECTATIVAS EN CUANTO A BENEFICIOS ECOLÓGICOS, UNA VEZ QUE SE TOMARON EN CUENTA FACTORES QUE NO SE HABÍAN CONSIDERADO COMO: AFECTACIONES EN LA DIVERSIDAD DE ESPECIES, COMPETENCIA CON PRODUCTOS AGRÍCOLAS ALIMENTARIOS, GASTO DE AGUA, CAMBIO DE USO DE SUELO Y LAS CORRESPONDIENTES EMISIONES DE CONTAMINANTES LÍQUIDOS Y A LA ATMÓSFERA, ASÍ COMO FACTORES SOCIALES. POR ESTA RAZÓN VARIOS DE LOS PLANES EN CUANTO A BIOCOMBUSTIBLES EN LA COMUNIDAD EUROPEA CONCEBIDOS EN LOS 90’S Y PRINCIPIOS DEL SIGLO XXI, HAN SIDO REESCALADOS, O BIEN, REPLANTEADOS. ESTA SITUACIÓN HA PROVISTO DE ENSEÑANZAS A LOS TOMADORES DE DECISIÓN PARA EL DISEÑO DE ESTRATEGIAS ENERGÉTICAS.

CON RESPECTO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES, EL INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) DESTACA QUE “UNA SERIE DE POLÍTICAS GUBERNAMENTALES HAN PERMITIDO ACELERAR LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ENERGÍAS RENOVABLES, TALES COMO REGULACIONES (TARIFAS FIJAS, CUOTAS, ACCESO PRIORITARIO A REDES, NORMATIVAS DE CONSTRUCCIÓN, MEZCLAS OBLIGATORIAS DE BIOCOMBUSTIBLES, CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD BIOENERGÉTICA), INCENTIVOS FISCALES (POLÍTICAS FISCALES, PAGOS DIRECTOS DEL GOBIERNO COMO DESCUENTOS Y DONACIONES) Y MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO PÚBLICO (PRÉSTAMOS O GARANTÍAS). ESTAS POLÍTICAS PODRÍAN IMPLEMENTARSE A NIVEL LOCAL, PROVINCIAL/ESTATAL O NACIONAL” (IPCC, 2011).

A CONTINUACIÓN SE PRESENTA UNA VISIÓN DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA Y EL PAPEL QUE LAS ENERGÍAS RENOVABLES PUEDEN JUGAR PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE GEI Y ALARGAR LA VIDA DE LOS HIDROCARBUROS FÓSILES, ESENCIALES PARA LA INDUSTRIA, TRANSPORTE Y AGRICULTURA MODERNAS. SE CONCENTRA NUESTRA ATENCIÓN EN EL ETANOL A PARTIR DE CAÑA DE AZÚCAR, UNO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES CON LOS QUE EL PAÍS PODRÍA CONTAR.

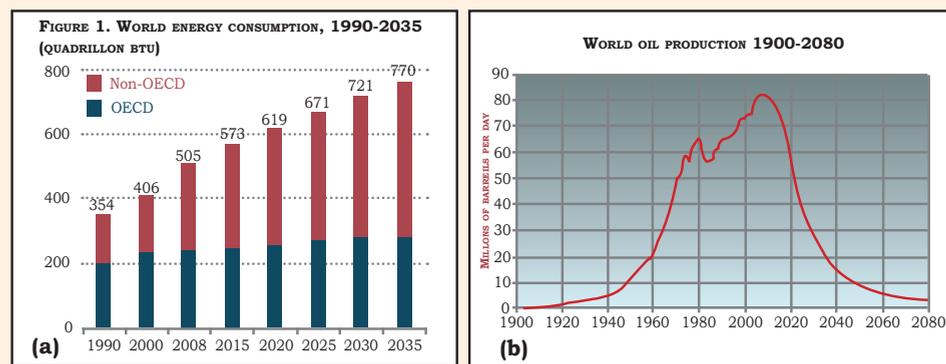


Fig. 1. En (a) consumo energético de 1990 a 2035 en países miembros y no-miembros de la OCDE. Extraído de [IEA, 2011b]. En (b), producción mundial de petróleo. Extraído de [THINK DEFENCE, 2012].

UNA NUEVA REALIDAD ENERGÉTICA

Desde 2008 nuevas fuentes fósiles “no tradicionales” como la explotación de yacimientos de petróleo y gas en aguas profundas, así como yacimientos de arenas bituminosas (tar sands) y de esquistos (shale), han irrumpido en el mercado energético. Al tratarse de hidrocarburos de origen mineral, estas fuentes no son compatibles con la disminución de la emisión de GEI, como en alguna medida las fuentes renovables lo son, pero tienen el potencial para mejorar la oferta energética en el mundo e implicaciones estratégicas benéficas para muchos países. Esta situación se ha favorecido, por un lado, gracias al aumento en los precios de petróleo, ya que se han hecho rentables la explotación de estos yacimientos y, por otro, al

perfeccionamiento de dos tecnologías concurrentes: la perforación horizontal y la fracturación hidráulica (fracking) (IEA, 2011b).

Se espera que varios países que anteriormente eran importadores netos de petróleo y gas natural, estén por convertirse en exportadores de estos productos (USCENSUS BUREAU, 2012). En América del Norte en enero del 2012 el gas natural alcanza ya uno de los precios históricos más bajos de aproximadamente 2 Dlls por MMBtu, ver Fig.2.

Según una visión optimista de analistas de la firma Raymond James en Houston, los EE.UU. podrán dejar de importar petróleo y gas para el 2020 (DJX, 2012). Se enumeran algunos de los factores por los que esto podría suceder adicionando información pertinente:

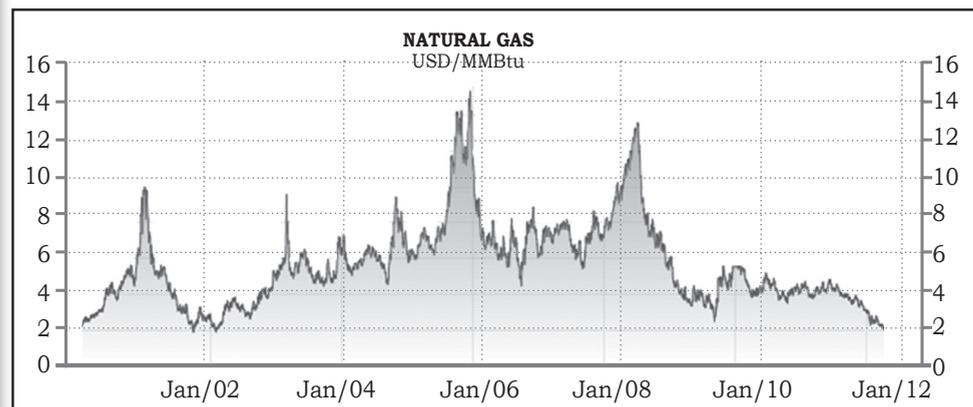


Fig. 2. Variación histórica de los precios de gas natural en los EE.UU. (MMBTU = millones de BTU, (Perry, 2012))

- Mejora en el gasto de combustible de la flota vehicular. Esto es importante ya que el sector transporte en los EE.UU. usa el 27.7% de la energía primaria (en México es del 49%, (SENER, 2009). El Promedio de Eficiencia de Combustible Corporativa, (CAFE: Corporate Average Fuel Efficiency), llegará a 54.5 millas por galón en 2025. Actualmente (2012) está en 35 millas por galón. El objetivo, es ahorrar 12 billones de barriles durante la vida de este programa (NHTSA, 2012).
- Se espera una disminución en las distancias recorridas en automóvil. En el 2003 se llegó a un máximo de 12,500 millas por año, pero de acuerdo con estimaciones de Citigroup podrían bajar a 11,600 millas por año en el 2020. Se aprecia ya una desvinculación entre el crecimiento del Producto Doméstico Bruto (GDP) y millas recorridas por vehículo (VMT, Vehicle Miles Traveled), como se muestra en la Fig. 3 (IEA, 2012a).

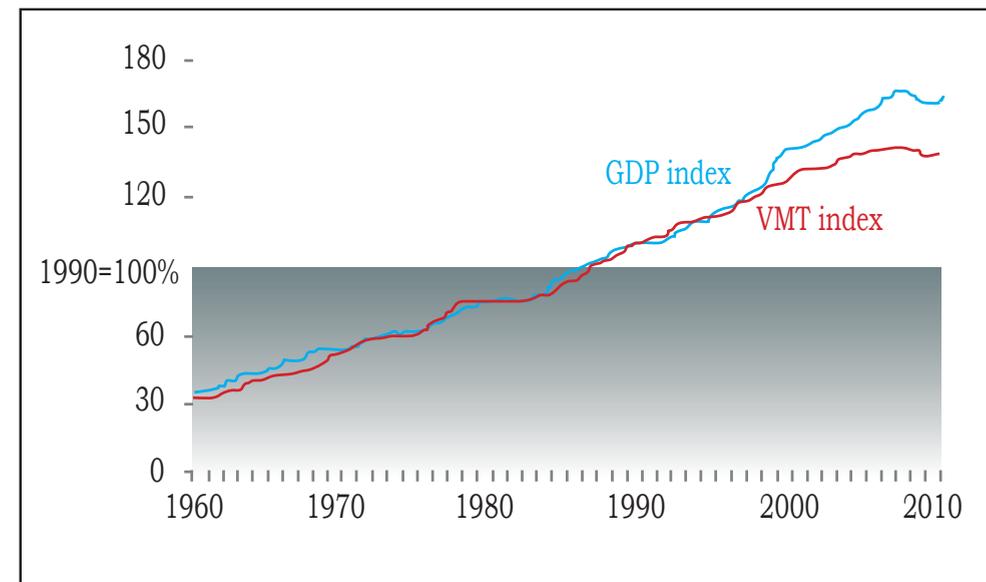


Fig. 3. Crecimiento del Producto Doméstico Bruto (GDP) y millas recorridas por vehículo VMT en los EE.UU. Obtenido de (IEA, 2012a).

- Aumento importante de producción de gas y petróleo masivo sobre todo en las formaciones geológicas de Eagle Ford, Marcellus y Barnett y otras regiones de los EE.UU. (NICKELSON 2012), ver Fig.4.

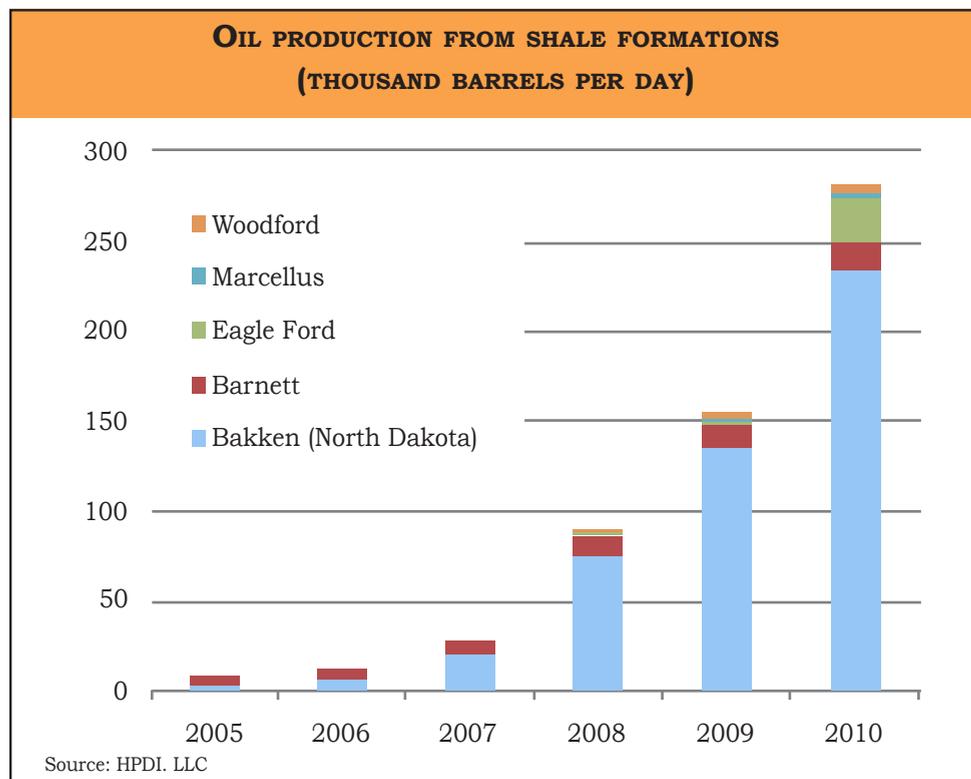


Fig. 4. Producción histórica de petróleo en miles de barriles diarios, usando fracturación hidráulica en los EE.UU. Extraído de (NICKELSON 2012).

- Aumento potencial en la producción de crudo en aguas profundas en el Golfo de México.

Con respecto a Canadá, gracias a la explotación de yacimientos de arenas bituminosas en Alberta, se ha convertido en el 1^{er} exportador de petróleo a los EE.UU. con 2,670 miles de barriles diarios en el 2011. Durante los últimos años México ha disminuido su participación en este mercado, y del 2^{do} ha pasado al 3^{er} lugar, después de Canadá y Arabia Saudita, exportando

1,218 miles de barriles diarios en el 2011 (EIA 2012a).

Es importante señalar que quedan dudas de cuál será el precio ecológico y en salud humana que los EE.UU. y Canadá habrán de pagar, tanto a nivel local como regional, por estos tipos de explotación. Estos se llevaron a cabo antes de conocer científicamente sus impactos, tanto en la emisión de gases tóxicos como el benceno, gases de efecto invernadero como el metano, pero especialmente en cuanto a la contaminación

de mantos frías. Apenas en abril 18, del 2012, EPA anunció normas de emisión a la atmósfera para pozos que utilizan fracturación hidráulica. En Mayo del 2012 se publica Seven Golden Rules, (IEA, 2012b) (Siete Reglas de Oro), donde se presentan las condiciones bajo las cuales se puede regular a la industria petrolera para aminorar el efecto ambiental por la extracción de gas y petróleo a partir de esquistos usando fracturación hidráulica.

Otra cuestión crítica que queda pendiente, es la incertidumbre acerca de la durabilidad y explotabilidad que tienen los yacimientos de esquistos. También son importantes los costos de infraestructura para el transporte de petróleo a partir de esquistos que actualmente se basa mayormente en transporte terrestre. Por ejemplo: no existen gasoductos que conecten los yacimientos de Bakken en Dakota del Norte con la Costa Este de los EE.UU., por lo que el transporte se realiza en tren y luego usando barcas en Albany, Nueva York.

A pesar de los problemas descritos arriba, las nuevas fuentes de energía fósil así como su potencial, han relegado parcialmente el interés por el desarrollo de fuentes de energías renovables como la solar, eólica y de biocombustibles en varias partes del mundo, especial-

mente en los EE.UU. y Canadá. Sin embargo, la producción de energías renovables en los EE.UU. sigue un camino en ascenso aunque incierto: En el 2010, la producción de biocombustibles fue 8 veces mayor que en el 2000 y la energía eólica fue 16 veces mayor que en el 2000 (DOE/EIA, 2011), ver Fig. 6. No obstante, a partir de este año (2012), habrá que observarse su desenvolvimiento ante la competencia de las nuevas fuentes de energía fósil. Aún así, los EE.UU. han logrado diversificar modestamente su matriz de energía primaria incorporando fuentes renovables en forma limitada. Estos producen alrededor del 8% del total de energía primaria en 2010, del cual el 20% son biocombustibles.

LA SITUACIÓN ENERGÉTICA EN MÉXICO

A pesar de contar con reservas de gas y petróleo en aguas profundas y de amplios yacimientos de esquistos, la situación energética de México avanza en sentido contrario: La producción de petróleo se desliza y la de gas no se incrementa sustancialmente (EIA, 2012b), ver Fig.7a. Al mismo tiempo la demanda se incrementa, ver Fig.7b. Con respecto al gas se tienen problemas de distribución que han generado racionamientos programados ante la protesta de la industria privada que son de dominio público.

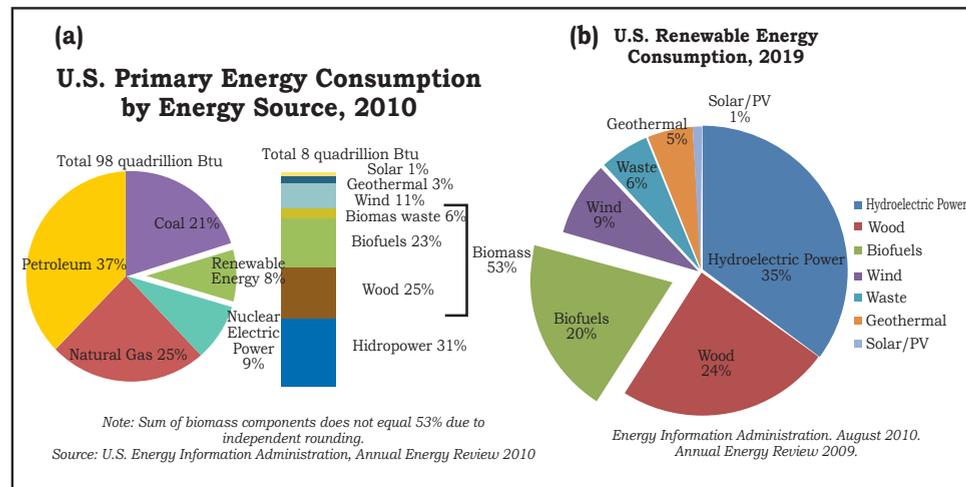


Fig. 6. A la izquierda, consumo de energía primaria en los EE.UU. A la derecha, desglose del sector de energías renovables.

Algunos expertos señalan que la merma en la producción se debe al atraso tecnológico de PEMEX para explotar mantos en aguas profundas y en el uso de técnicas de fracturación hidráulica y perforación horizontal de pozos. Otros, como el experto independiente Georges Baker, señalan que el problema “no es cuestión de geología, ni de tecnología, ni de capital, sino del marco jurídico” (Baker, 2012a) (Baker, 2012b). Entre otras causas, éste experto señala que PEMEX no tiene una organización interna que la haga competitiva, ya que “PEMEX paga impuestos sobre ingresos brutos y no en ganancias... La gerencia de PEMEX no tiene facultades para contratar o despedir ejecutivos, quienes son nombrados por amigos en la oficina

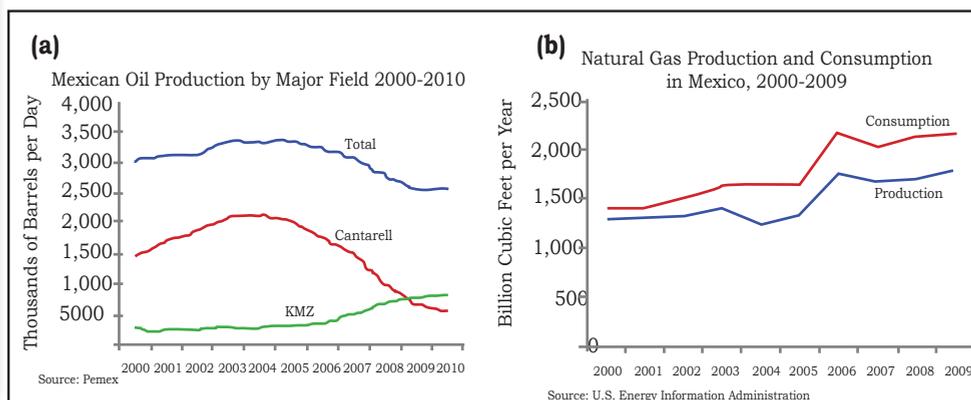


Fig. 7. En (a), producción de petróleo en México. En (b), producción y consumo de gas natural en México.

del Presidente... La estructura de PEMEX consistente en cuatro unidades de operación, carecen de coordinación...”.

IMPORTANCIA DE LOS COMBUSTIBLES MINERALES LÍQUIDOS Y GASEOSOS EN MÉXICO

Por otra parte, PEMEX tiene un pasivo laboral, que continúa creciendo, y que es mayor que sus activos. Al cierre de 2011, Petróleos Mexicanos encaraba un pasivo laboral de 354 mil 989.9 millones de pesos (PEMEX, 2011).

Independientemente de las causas, existe una diferencia en dos órdenes de magnitud entre el número de pozos y nivel de explotación de campos gasíferos de esquistos en la frontera de Texas y México, a pesar de estar localizados en la misma cuenca geológica. En cuanto a explotación en aguas profundas del Golfo de México, PEMEX está a la expectativa de los resultados de los pozos Trión y Supremus.

En cuanto al uso de energéticos en México, los hidrocarburos representaron la principal fuente de energía primaria: en 2006, 89.9% de la energía producida en el país provino de esta fuente. Después del petróleo, el gas y la hidroenergía, la leña es la cuarta fuente más importante de energía primaria en México: representó 2.3% del total en 2006. El sector transporte, consume el 49% de la energía del país (SENER, 2009).

En México, los combustibles fósiles líquidos no solo son los responsables de proveer 100% de la energía a la flota vehicular que traslada bienes y pasajeros, sino que también con ellos se generan más del 75% de la energía eléctrica (SENER, 2009). Con respecto a energías renovables, México planea surtir el 7.5%, de energía primaria principalmente con energía geotérmica y eólica para el 2012. Sin embargo, el papel que juegan los biocombustibles es casi nulo.

Con relación a la agricultura, los hidrocarburos minerales como el gas natural son esenciales para la producción de abonos químicos basados en amoníaco mediante la reacción de Haber-Bosch. Esto es indispensable para mantener niveles altos de producción agrícola moderna y, tan solo esta reacción química, demanda entre el 3 y 5% de la producción mundial de gas natural (Sittig, 1979). Además, con los hidrocarburos minerales se alimentan las bombas de agua para los sistemas de riego, los transportes que distribuyen al mercado los productos agrícolas para consumo humano, para el sector agropecuario y proveen de energía a muchas

plantas agroindustriales. La escasez o aumento de precio de los hidrocarburos, repercutirían en el precio de los productos agrícolas y disminuiría su oferta alimentaria. En parte tomando en cuenta esta situación, en el año 2011 el subsidio en México a las gasolinas y diésel ascendió a 289,562 millones de pesos, compitiendo severamente con programas sociales como, por ejemplo, el Seguro Popular que tiene un presupuesto de 65, 652 millones de pesos.

Lo anterior señala que en México existe potencialmente un problema de energía con grandes repercusiones. Mientras otros países avanzan en la producción energética fósil y renovable, México es de los pocos países petroleros que se encamina a una crisis de producción y distribución de combustibles líquidos. Ante esta situación que atañe tanto a la organización política, social y económica del país, ¿Qué oportunidades existen para alargar la disponibilidad de hidrocarburos minerales? ¿Debemos ceñirnos a la esperanza del petróleo en aguas profundas? ¿Qué papel pueden jugar los biocombustibles ante esta situación? ¿Pueden éstos jugar un papel en la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero? Para contestar estas preguntas se requiere sumar esfuerzos de especialistas en diversas áreas desde las

ciencias e ingenierías, así como las disciplinas sociales. El sector académico debe de jugar un papel preponderante y útil en esta discusión.

CONTEXTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Aunque existen propuestas como en (Giampietro, et ál., 2009), aun no existen metodologías integrales aceptadas que tomen en cuenta los factores socioeconómicos, ecológicos y energéticos para evaluar las energías renovables, incluyendo a los biocombustibles (Hau, et ál., 2004), (Sciubba, 2010), (Herendeen, 2004). Aun se carecen de un conjunto de indicadores objetivos con baja incertidumbre con los que se puedan evaluar el papel de las energías renovables y sus efectos socioeconómicos y ecológicos en conjunto. Por ahora solamente se pueden hacer estudios multidisciplinarios al respecto. En casos específicos existen metodologías, la mayoría no exentas de gran incertidumbre, para delimitar teóricamente alguna opción en cuanto a balances termodinámicos y de uso de recursos como el agua y suelos.

Aún así, revisando la literatura de energía y cambio climático, se puede concluir que a nivel mundial no existen soluciones definitivas ni a corto, ni a mediano plazo para resolver los problemas de emisiones

de GEI, ni sustituir el uso de combustibles péticos. Es más, tampoco estas soluciones parciales están libres de tener efectos perniciosos. Sobre estos temas se recomienda (Pielke, 2010). Tan solo se pueden proponer soluciones que al sumarse, tengan resultados significativos mayormente favorables y aceptar una componente importante de incertidumbre. Es en este contexto en el que se sitúan los biocombustibles a nivel mundial. Esto es también cierto a nivel nacional.

Como lo sugiere el párrafo citando al IPCC en la introducción, una posible vía para ampliar la matriz de energía en México es hurgar en las potencialidades regionales del país, considerando sus límites ecológicos y sociales. Esto incluye energía hidráulica, geotérmica, solar, maremotriz, eólica y, en cuanto a com-

bustibles líquidos indispensables en el transporte y generación de electricidad por mucho tiempo, de biocombustibles como el etanol a partir de la caña de azúcar. Lo anterior no es suficiente si no se conjunta con el uso más eficiente de energía a través de mejoras tecnológicas en transporte, en transporte público, desarrollo urbano, iluminación urbana y residencial, edificaciones, etc., y solo así buscar un efecto acumulado para controlar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, y ahorrar significativamente en el uso combustibles péticos. Aunque se necesita evaluar formalmente, algo que resulta no trivial y lleno de incertidumbres metodológicas, esta propuesta sitúa el contexto de las energías renovables y como podría incurrir positivamente en el desarrollo económico nacional por los siguientes motivos:

1. Si consideramos que los precios del petróleo se incrementarán en el tiempo, cada barril de petróleo ahorrado hoy, se venderá más caro mañana, redituando en más capital para PEMEX.
2. El ahorro y uso de renovables a corto y mediano plazo concederá un poco más de tiempo a PEMEX para desarrollar proyectos de extracción en yacimientos en aguas profundas y de esquistos si así lo decide.
3. Evitar la construcción de algunas termoeléctricas e hidroeléctricas.
4. Capitalizar industrias agrícolas como ingenios azucareros.
5. En el caso de etanol y biodiésel sustituir parcialmente las importaciones de gasolina, diésel y aditivo MTBE.

6. Reducir el gasto en energía de la población, liberando capital para otras actividades y servicios.
7. Inversión en tecnologías que ahorren el gasto de energía, incluyendo generación de conocimiento aplicado (know how).
8. Inversión en el capital de energías renovables en México, incluyendo generación de conocimiento aplicado.
9. Como se mencionó anteriormente, la agricultura moderna depende en gran parte de los hidrocarburos. Ampliar su vida implica poder hacer uso de este recurso por más tiempo para la producción agrícola.

Algunos de estos aspectos se pueden constatar con la experiencia ya observada en otros países, al igual que sus correspondientes limitaciones, problemas e incertidumbre. Por ejemplo, debido al ahorro de combustible en la flota vehicular por la introducción de nuevas tecnologías y la oferta de etanol, la exportación monetariamente más importante de los EE.UU. se ha convertido en la gasolina, diésel y turbosina, sobrepasando a las manufacturas (US Census Bureau, 2013). Esto no sucedía desde 1949. Oculto en esta afirmación están entre otros, los problemas ambientales como el aumento en la contaminación de aguas en el Golfo de México por el uso de abono químicos para la siembra de maíz para etanol (UCS, 2011), y que el porcentaje de ahorro de emisiones de GEI con respecto a combustibles péticos por la fabricación de etanol a base de maíz que, aunque favorable, solo oscila entre

10 y 17%, con respecto la gasolina por unidad de energía. También no hay que perder de vista que los EE.UU. siguen siendo el mayor importador de petróleo en el mundo.

ETANOL A PARTIR DE CAÑA DE AZÚCAR EN MÉXICO

Entre las ventajas que tiene el etanol a partir de caña de azúcar tenemos que la producción por área de cultivo (litros/ha) es del doble que para el maíz y la tasa de retorno energético (EROI), o sea la razón entre la energía usable y la utilizada (no renovable) para su fabricación es de hasta 9, mientras que el maíz es de 1.4. Esto se muestra en la Fig.8, donde también se puede apreciar el EROI de otros combustibles, desde el punto de vista de los EE.UU. Destaca el hecho de que el etanol a partir de azúcar, tiene el mas alto EROI entre biocombustibles como el biodiésel y el etanol a partir del maíz.

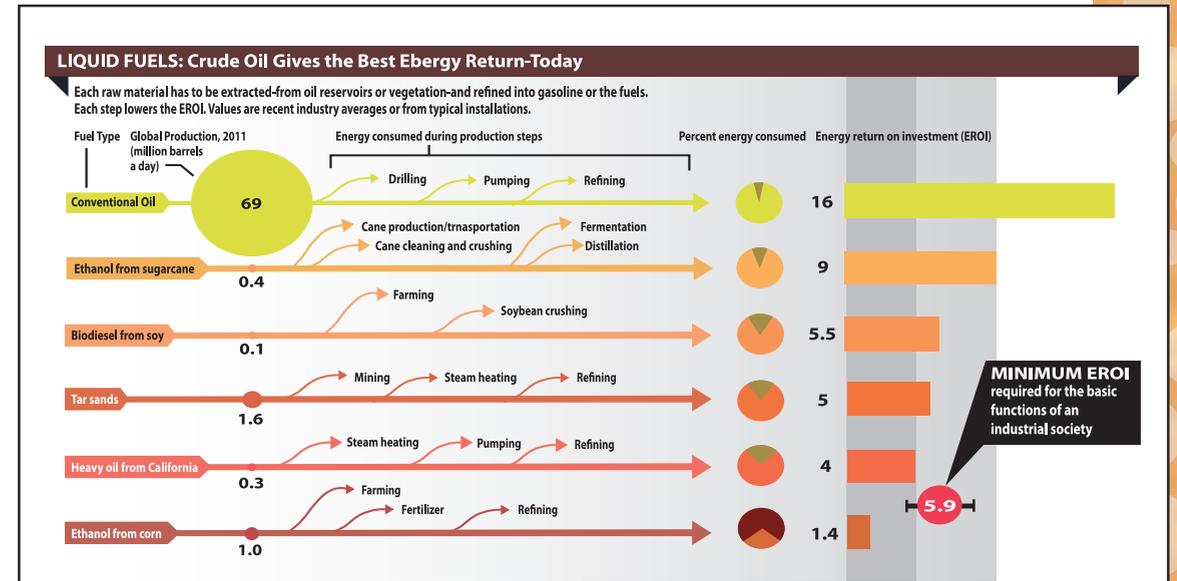


Fig.8. Fuente: Iman Masson. (April 2013). *The true cost of Fossil Fuels. Scientific American*, pp. 60, 61.

Actualmente el azúcar es una de las exportaciones agrícolas de México. Para la zafra 2010/2011 se exportaron cinco millones 183 mil 500 toneladas, un aumento sustancial con respecto a la zafra de ciclo 2009/2010, cuando se exportaron cuatro millones 825 mil 539 toneladas, (SAGARPA, 2011). Sin embargo en México la producción de etanol es casi nula. Esto a pesar de existir desde Febrero del 2008, la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos. Según ésta, hoy en día las ciudades de Guadalajara, Monterrey y Ciudad de México ya deberían de estar usando gasolina con 6% en volumen de Etanol, ó E6.

A diferencia de otras industrias de transformación vegetal como del

maíz, los ingenios de azúcar pueden satisfacer la demanda energética propia y exportar electricidad usando el bagazo como fuente renovable. Esto se puede lograr mediante un ciclo combinado, donde el bagazo se usa para obtener, en una caldera moderna, vapor a 525 °C a 82 bares de presión. Con esto se logra una eficiencia energética para producir electricidad del 55%, similar a las mejores plantas termoeléctricas. Esto tiene importancia local, ya que un ingenio podría estar satisfaciendo eficiente y económicamente la demanda eléctrica de poblaciones aledañas. Si esta experiencia se repite en varios ingenios, se incidiría en la producción eléctrica a nivel regional. Además, una ventaja de generar electricidad en un inge-

nio es su aspecto descentralizado. Esto significa que la generación de electricidad forma parte de la comunidad, con una administración local, favoreciendo la disciplina y eficiencia.

Un ejemplo de esta experiencia que puede servir como prueba heurística y sugerir una práctica similar a nivel regional en México, es la de la Isla de Mauritius (Mauricio) con población de 1.2 millones, ver Capítulo 4 en (Egleston, 2010). Gracias al uso eficiente del bagazo, en Mauricio se muestra que regionalmente se puede generar 16% de la energía eléctrica en un país de ingresos medio-alto comparable con México (ingreso medio per capita de US\$ 8,230 en 2011, (World Bank, 2012).

En Brasil, a nivel nacional el bagazo es responsable del 3% de la generación de electricidad a nivel nacional. Se tienen planes para acrecentar esta producción ya que tan solo 20% de sus ingenios exportan electricidad, (EPE, 2009).

Brasil tiene una capacidad instalada de 4,496 MW a partir del bagazo de caña, que según los planes deberá llegar a 9,163 MW para el 2020. Para comparación, la capacidad instalada de la presa de Itaipú en Iguazú Brasil, es de 14 MW, una de las mayores en el mundo.

Aunque en México se tienen programas al respecto, el bagazo de caña es tan solo la segunda fuente de bioenergía. Como se mencionó, la principal es la leña. Se estima que se aprovechan 98 PJ de bagazo al año, equivalentes al 1.33% de la oferta interna bruta de energía, (SENER, 2009). En el sector agroindustrial de la caña de azúcar, la SENER ha calculado que con la producción actual de azúcar el potencial de generación de electricidad, a partir del bagazo de caña es superior a 3'000.000 MWh/año. Esto tiene importancia a nivel regional ya que comparativamente podría generarse aproximadamente el 20% del máximo de MWh/año del complejo de Tula con capacidad instalada de 1,600 MW.

En cuánto a la producción de etanol en México, dos compañías fueron elegidas para proveer etanol a partir de azúcar a PEMEX como resultado de su más reciente licitación que se dio a conocer en febrero 2012. Las compañías adjudicadas fueron Destilmex capaz de producir 11 millones de litros al año en Chiapas, y Alcoholera Zapopan con ingenios en Veracruz, y capacidad de producción de 7 millones de litros anuales. Las áreas que cubrirían la demanda serían Chiapas y Oaxaca para gasolina E6. Sin embargo, estas compañías decidieron retirarse debido al precio de compra ofrecido por PEMEX. Éste se estableció mediante una fórmula

que da por resultado 9.70 pesos por litro (Abril 2012). Los productores solicitaban un subsidio para obtener 14 pesos por litro para que esto les sea rentable. En abril del 2012, el precio en los EE.UU. oscilaba alrededor de los 7.8 pesos por litro, (Wolfram/alpha, 2012). En Brasil, el precio era de 10 pesos/litro, debido a un aumento de 40% con respecto al año pasado. Esto se debe a una baja de producción por falta de lluvias en las regiones productoras y mayor demanda, mostrando los vaivenes de producción de etanol por cuestiones climáticas. Sin embargo, aún bajo condiciones adversas, el precio del etanol brasileño es menor que el ofrecido por el sector azucarero de México, poniendo de manifiesto su falta de competitividad.

En García y Manzini (2012) hacen un estudio de factibilidad ambiental y económica acerca de la fabricación y uso de etanol en México. El escenario que ahí se maneja es que el etanol reemplace un promedio de 4.9% la energía demandada por el sector transporte durante el periodo del 2010 al 2030. Durante este escenario se llegaría a un máximo de 7.7% de sustitución de energía demandada para el 2030. Si bien, se obtiene un ahorro de 30% de emisiones de GEI por GJ con respecto al caso base usando gasolina, como se trata de una sustitución parcial en porcentaje de la energía total, se

reducen en total las emisiones de GEI el 1.3% para el 2030 a nivel nacional. Esto es tomando en cuenta el cambio de uso de suelo necesario para lograr el escenario y sin competir con la producción agrícola alimentaria.

Cabe mencionar que este estudio muestra que se crean fuentes de trabajo en el sector agrícola. Sin embargo el uso de agua crece casi 29 veces, indicando que se debe localizar zonas con disponibilidad de agua para construir las plantas de etanol. Esto puede ser un factor limitante.

Otro aspecto importante es que en estudios hechos a nivel mundial y en la Ciudad de México, las emisiones a la atmósfera por el uso de E6 en vehículos de tecnología actual (inyección y filtro catalítico de 3 vías), resultan en reducción de la contaminación urbana, (Jazcilevich, 2012). Falta estudiar el efecto de esta mezcla en la vida de los filtros catalíticos en México.

Un factor muy importante que la industria azucarera debe de tomar en cuenta, es que existe una tendencia en salud pública en los EE.UU. (mayor importador de azúcar mexicana) para limitar el consumo de refrescos embotellados endulzados. Esto se está dando en la Ciudad de Nueva York y otras ciudades ame-

ricanas, preocupadas por la obesidad en su población, (NTY, 2013). Si con el tiempo esta tendencia se impone, conviene a los ingenios mexicanos diversificar desde ahora su oferta de productos. La generación de electricidad y la producción de etanol podrían formar parte de esta estrategia.

CONCLUSIONES

Las fuentes de energía fósil no convencionales representan un nuevo competidor para las renovables incluyendo los biocombustibles. Una cuestión crítica es la incertidumbre acerca de la durabilidad y explotabilidad que tienen los yacimientos de esquistos.

Las energías renovables solo serán efectivas si forman parte de un portafolio de medidas que van desde la producción hasta el uso energético. Todo este trayecto incluye fenómenos sociales que pueden potenciar o debilitar su impacto. Este conjunto de acciones tendrán posibilidad de éxito en la medida que, comparativamente con otras fuentes, representen disminución en el uso de fuentes no renovables, emisiones de GEI y mejoramiento de la salud pública, ayudando en el desarrollo social y económico de una región del país. También, estas acciones son conducentes al desa-

rollo y creación de tecnología aplicada en el país.

Para disminuir su dependencia y hacer mejor uso de sus hidrocarburos péticos, México debe buscar diversificar su matriz de energía primaria. El etanol a partir de caña de azúcar, en forma parcial, ofrece esta posibilidad generando combustibles líquidos y electricidad. La caña de azúcar tiene ventajas sobre los otros bio-combustibles ya que los ingenios pueden ser exportadores de electricidad haciendo que el etanol de caña de azúcar tenga una mayor tasa de retorno energético con respecto a todos los otros biocombustibles. Como se mostró, la tecnología está disponible.

A nivel regional puede ser un factor positivo energética y económicamente, aunque la disponibilidad de agua puede ser un factor limitante. Basado en esto, deben de encaminarse estudios para determinar las regiones donde explotar el etanol tomando en cuenta clima, disponibilidad de agua y suelos.

Para no competir con la producción agrícola alimentaria en México, se trata de sustituir gradualmente y tan solo en un porcentaje de no más del 7% a los combustibles líquidos fósiles. El ahorro en uso de energía no-renovable puede ser modesto pero significativo. Estos efectos se

pueden potenciar si forman parte de un portafolio de medidas que integren una estrategia energética.

A la industria azucarera le conviene diversificar sus productos, ya que existe una tendencia a limitar el consumo de azúcar en los mercados más importantes. La fabricación de etanol y la cogeneración de electricidad van en este sentido.

Bibliografía

- Baker, G. (2012a). consultor independiente, Director de México Energy Intelligence Houston, Texas, citado en Reforma, Negocios p. 10, abril 9, 2012.
- Baker, G. (2012b). PEMEX at the End of the 20th Century, citado en Reforma, Negocios p. 10, abril 9, 2012, www.ccgssystem.com, ebookbrowse.com/george-baker-ppt-d152265642.
- Chefurka, P. (2007). *Role of Peak Oil*. Disponible en <http://www.paulchefurka.ca/Population.html>.
- DJX,(2012). *Raymond James Projects US Energy Independence As Early As 2020*, DOW JONES NEWSWIRES.Published: Apr 02, 2012, by Angel Gonzalez. Recuperado en mayo 2012 en <http://www.firstenergycastfinancial.com/news/story/47881-raymond-james-projects-us-energy-independence-early-2020>.
- DOE/EIA, (2011). Annual Energy Review 2010. Energy Information Administration. Recuperado de <http://large.stanford.edu/courses/2012/ph241/druzgalski2/docs/aer.pdf>.
- Eggleston, G. (2010). *Sustainability of the Sugar and Sugar-Ethanol Industries*, Editor Gillian Eggleston, ACS Symposium Series 1058, American Chemical Society, Washington, DC, ISBN 978-0-841-2598-5
- EIA. (2012a). *Petroleum & Other Liquids*. Energy Information Administration. Recuperado de http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_move_impcus_a2_nus_epc0_im0_mbbldpd_a.htm.
- EIA. (2012b). *International Energy Statistics*. Energy Information Administration. Recuperado de <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=3&pid=26&aid=2>.
- García, C. y Manzini, F. (2012). *Environmental and economic feasibility of sugarcane ethanol for the Mexican transport sector*, Solar Energy, 86 , pp. 1063–1069.

- Giampietro, M. et ál. (2009). *Multiscale integrated análisis of societal and ecosystem metabolism (MuSIASEM): Theoretical concepts and Basic rationale*. Energy 34(2009), pp 313–322.
- Hau, J. et ál. (2004). Promise and problems of emergy analysis, Ecological Modelling 178, pp. 215–225.
- Herendeen, R.A. (2004). *Emergy analysis and EMERGY analysis—a comparison*. Ecological Modelling 178, pp. 227–237.
- IEA. (2011a). *World Energy Outlook 2011*, Paris, International Energy Agency Publications, p 484.
- IEA. (2011b). *World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States*. International Energy Agency. Abril 2011.
- IEA. (2012a). *Growing Wealthier. Smart Growth*. Climate Change and Prosperity. Recuperado de http://growingwealthier.info/docs/growing_wealthier.pdf.
- IEA. (2012b). *IEA sets out the “Golden Rules” needed to usher in a Golden Age of Gas*. International Energy Agency Publications. Recuperado de <http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2012/may/name,27266,en.html>.
- IPCC. (2011). *Informe especial del IPCC sobre energías renovables y mitigación del cambio climático*. Cambridge University Press. Disponible en https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_es.pdf. ISBN 978-92-9169-331-3.
- Jazcilevich, A. (2012). *Emisiones de Partículas y Aerosoles, Gases de Efecto Invernadero, Tóxicos y Criterio por uso de bio-Combustibles en el Sector Transporte*. Informe Final al ICYT-GDF. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Ciencias de la Atmósfera. Enero 20, 2012.
- Murphy, D. J. and Hall, C. A. S. (2010). *Year in review—EROI or energy return on (energy) invested*. Annals of the New York Academy of Sciences, 1185: 102–118
- NHTSA, (2012). 2017-2025 Model Year Light-Duty Vehicle GHG Emissions and CAFE Standards: Supplemental, National Highway Traffic Safety Administration . Recuperado en abril 2012 de http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/cale/2017-2025_CAFE-GHG_Supplemental_NOI07292011.pdf.
- Nickelson, R. (2012). *The Seven Major U.S. Shale Plays*. Recuperado de <http://www.usasymposium.com/bakken/docs/Clover%20Global%20Solutions,LP%20-20The%20Seven%20Major%20US%20Shale%20Plays.pdf>.
- NYT. (2013). *Poor Children Show a Decline in Obesity Rate*. New York Times (<http://www.nytimes.com/2013/08/07/health/broad-decline-in-obesity-rate-seen-in-poor-young-children.html>).
- PEMEX, (2011). Informe Anual Sobre la Situación Operativa, Programática y Financiera de PEMEX, 2011. Petróleos Mexicanos.
- Perry, M. (2012). Natural Gas Spot Prices. Recuperado de <http://mjpperry.blogspot.mx/2012/04/natural-gas-spot-prices-below-2-lowest.html>.
- Pielke, R. (2010). *The Climate Fix*. Basic Books. ISBN978-0-465-02519- 0.
- SAGARPA. (2011). *Duplicó México exportaciones de azúcar*. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/paginas/2011B553.aspx>.
- Sciubba, E. (2010). *On the Second-Law inconsistency of Emergy Analysis*. Energy 35, pp. 3696–3706.
- SENER. (2009). *Balance Nacional de Emergia*. Secretaría de Energía. Recuperado en http://www.sener.gob.mx/res/1791/Balance_Nacional_2009.pdf.
- Sittig, M. (1979). *Fertilizer Industry: Processes, Pollution Control and Energy Conservation*. Noyes Data Corp., N.J. ISBN 0-8155-0734-8.
- EPE. (2009). *Ten Year Plan for Expansion of Emergy Research Company*. Empresa de Pesquisa Energética. Recuperado en <http://www.epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>
- UCS. (2011). *Energy and Water Collisions*. Union of Concerned Scientists. Recuperado en octubre de 2011 de www.ucusa.org/energy/energy-water
- US Census Bureau. (2012). *Section 18. Forestry, Fishing, and Mining*. Recuperado de <http://www.census.gov/compendia/statab/2012edition.html>.
- US Census Bureau. (2013). *Us Bureau of Economic Analysis, News*. February 8, 2013, exhibit 7, p. 7.

- Wolfram/Alpha Database accedido abril 6, 2012.
- World Bank. (2012). *Country and Lending Groups - Upper-middle-income economies*. Recuperado el 8 de junio de 2012.

• **NORA LINA MONTES**•

FACULTAD DE ECONOMÍA, UNAM

• **ALEJANDRO ÁLVAREZ BÉJAR**•

FACULTAD DE ECONOMÍA, UNAM

AGOSTO DE 2012



Los biocombustibles en América Latina y México

INTRODUCCIÓN

EN ESTE CAPÍTULO SOSTENEMOS QUE PARA MÉXICO, LA ESTRATEGIA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES (BC) ESTÁ ESENCIALMENTE DEFINIDA POR LAS PRESIONES DE SEGURIDAD ENERGÉTICA DE ESTADOS UNIDOS, MISMAS QUE ESTÁN INFLUYENDO MUCHO EN LA CRISIS ALIMENTARIA Y CLIMÁTICA DEL PAÍS QUE, JUNTO CON LOS ESQUEMAS DE LIBRE COMERCIO, DEBILITAN Y DESTRUYEN MASIVAMENTE A PEQUEÑOS PROPIETARIOS Y COMUNEROS RURALES. EN ESE CONTEXTO DE INTEGRACIÓN ECONÓMICA REGIONALIZADA, TAN ABSORBENTE COMO CONDICIONANTE, REIVINDICAMOS LA URGENCIA DE TRAZAR, AUNQUE SEA MODESTAMENTE, UNA RUTA TECNOLÓGICA PROPIA PARA EL DESARROLLO NACIONAL DE LOS BC.

PARA DESARROLLAR LO ANTERIOR, EL CAPÍTULO ESTÁ ORGANIZADO EN TRES PARTES: EN LA PRIMERA ANALIZAMOS EL CONTEXTO Y LA PROBLEMÁTICA BAJO LA CUAL SE DESARROLLA LA ESTRATEGIA DE LOS BC EN ESTADOS UNIDOS, AMÉRICA LATINA Y MÉXICO, ENFATIZANDO EN NUESTRO PAÍS LO RELACIONADO CON LA SUB-REGIÓN SUR-SURESTE, ZONA ENERGÉTICA POR EXCELENCIA. EN LA SEGUNDA SECCIÓN PROFUNDIZAMOS EL ESTUDIO SOBRE MÉXICO, UBICANDO LA EVOLUCIÓN DE LOS BC EN EL MARCO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y LA PROBLEMÁTICA DEL CAMBIO CLIMÁTICO. EN EL TERCER APARTADO PRESENTAMOS LAS PRINCIPALES CONCLUSIONES A LAS QUE LLEGAMOS, DESTACANDO LA IMPORTANCIA DE APOSTAR EVENTUALMENTE POR LOS BC DE 2.^a Y 3.^a GENERACIÓN, LO QUE DESAFORTUNADAMENTE NO SE ESTÁ HACIENDO EN MÉXICO.

MARCO DE DESARROLLO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN AMÉRICA LATINA Y EN MÉXICO

La estrategia de desarrollo de los BC en América Latina en general y en México en particular obedece al impulso de tres factores estratégicos: en primer lugar está la preocupación de EE.UU. por su seguridad energética y con ello la necesidad prioritaria de contar con una fuente cercana y segura de abasto de combustibles -esencialmente petróleo y eventuales sucedáneos-, dada la dependencia permanente de la importación de significativas cantidades de crudo, a pesar del aumento de su producción interna. Este mandato de seguridad, históricamente presente en las estrategias energéticas de EE.UU. para la región, en 2001 se redefine encuadrado en políticas de desarrollo regional, a través del apoyo e impulso al entonces creado y llamado Plan Puebla Panamá (PPP), en el que se contemplaban entre otras secciones, el desarrollo de la biomasa.

En 2005 hay un refrendo del tema dentro de la agenda de seguridad energética de América del Norte a través de la creación de la ASPAN (Alianza para la Seguridad y la Prosperidad de América del Norte); se reitera en 2008 con el cambio de nombre y de enfoque principal del PPP a Plan Integral de Desarrollo

Mesoamericano (PIDM) y en 2009 se recapitula todo en la fundada Alianza de Energía y Clima de las Américas (ECPA por sus siglas en inglés), propuesta por EE.UU.

A nivel de países individuales, Brasil es pionero al desarrollar en los años 1980s la producción de bioetanol a partir de caña de azúcar, con objeto enfrentar su déficit petrolero, agravado por el alza de los precios internacionales, y más recientemente, dichas estrategias de producción de BC emergen en países como Argentina, Colombia y México, en el marco del discurso oficial de lucha contra el cambio climático (CC) o asociadas a una política de transición energética.

En segundo lugar (y discursivamente de gran peso) está la promesa del impulso al desarrollo rural, oferta íntimamente vinculada al sector agro-pecuario y forestal, que para el caso de la región latinoamericana se orienta a los medianos y pequeños productores y a las comunidades indígenas, que con dicha propuesta se han visto forzados a incorporarse a complementar una economía regionalizada por la fuerza gravitacional económica de EE.UU.

En tercer lugar debemos considerar la realidad del predominio de la combustión interna en el parque vehicular mundial y por supuesto en

el de América Latina y EE.UU., que es fuerte consumidor de petrolíferos -básicamente gasolina y diesel- y consecuentemente, demandante potencial de combustibles líquidos sustitutos, como son los BC.

De aquí parte nuestro interés en examinar la situación que impera en las zonas de promoción de los BC en América, que para México se trata específicamente del Sur-Sureste (SSE).

**UN ENTORNO DE CRISIS
GLOBAL: CONDICIONANTE
REGIONAL, CON
IMPLICACIONES E IMPACTOS
SOCIO-ECONÓMICOS**

Además de la grave crisis financiera internacional, desplegada entre 2007 y 2012, hoy podemos decir que se vive también una crisis alimentaria y una crisis climática. El trasfondo estructural de la dimensión alimentaria de la crisis está ligado a los cambios provocados por el asentamiento profundo de un sistema agroalimentario global, que: (i) ha fortalecido las importaciones desde los grandes países productores de semillas; (ii) ha presionado a la reconcentración de las tierras y aguas aún en espacios geográficos que habían vivido refor-

mas agrarias, promoviendo monocultivos a gran escala, afectando la riqueza biodiversa y sobre todo desplazando verdaderas multitudes de productores rurales, gran parte indígenas, que carecen de medios de vida y se ven obligados a migrar; (iii) está empujando a la utilización de organismos genéticamente manipulados (OGM), así como a la aplicación de agroquímicos que acentúan servidumbres tecnológicas; (iv) y todo esto hay que agregar la especulación financiera en los mercados de materias primas, los grandes desperdicios por el modelo de comercialización y la distribución inequitativa de los alimentos.

La globalización de la agricultura se define hoy como una de las grandes tendencias en la economía mundial, con varios aspectos notables: se registra una avalancha de las grandes transnacionales productoras de semillas y alimentos; se percibe que los gobiernos interesados en frenar los aumentos de precios de su canasta de alimentos, lo intentan mediante la recuperación de *tierras ociosas cultivables* en el mundo (algunas de veras ociosas y otras en manos de micro-productores);¹ también es notable una proliferación de Tratados de Libre Comercio,² que mediante la apertura comercial provocan la quie-

bra de pequeños, medianos y hasta grandes productores de alimentos en los países más débiles, fomenta un aumento notable de las corrientes migratorias desde el campo hacia las ciudades y desde los países pobres hacia los países ricos del norte; finalmente, se evidencia una tecnificación extrema de los grandes productores agrícolas, provocando la quiebra de los micro-productores capitalistamente menos eficientes, con todas sus adversas consecuencias.

De modo que, buena parte de la responsabilidad del agravamiento de los problemas del CC sin lugar a dudas radica en los esquemas productivos y de comercialización global de la moderna agricultura capitalista de los países desarrollados, intensivos en hidrocarburos por las largas distancias de desplazamiento de los bienes de los centros de producción a los de consumo.³ Y en cuanto a uno de los impactos del CC, las sequías, éstas están asociadas a la depredación forestal de los negociantes madereros, que alteran el ciclo hidrológico en regiones montañosas y aceleran el abatimiento de los acuíferos en las zonas de recarga.

Sobre los posicionamientos sociales más recientes ocurridos en México y relacionados con el CC, baste mencionar uno de los pronunciamientos hechos por una veintena de organismos defensores de los Derechos Humanos,⁴ denunciando las amenazas que los gobiernos conjuntamente con empresas privadas representan para la integridad de los territorios de los pueblos indígenas y campesinos, y de sus formas de vida. Esta condena enfatizaba especialmente una posición en contra del Programa de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Plus (REDD+), en virtud de que implica la mercantilización y privatización de un bien común como es el aire puro y porque se ha instrumentado como parte de la estrategia de despojo territorial y social, forzando la reubicación de comunidades rurales, en especial las indígenas. Y el Programa REDD+ no está desvinculado de la promoción a futuro de bosques energéticos, con las gravísimas consecuencias en términos de destrucción de la biodiversidad.

En el caso de México, ciertamente la crisis agrícola precedió a la firma

¹ Hablamos de una superficie muy productora capitalistamente menos eficientes, con todas sus adversas consecuencias. considerable. La revista oficial del FMI estima en 200 millones de hectáreas en África, 123 millones en América Latina y 52 millones en Europa del Este.

² Por ejemplo, nos referimos sólo a los más recientes, los de EE.UU. y la UE con Colombia, el de EE.UU. con Panamá, el de Canadá con la UE, etc.

³ Por ejemplo, en el caso de EE.UU., los alimentos que componen la dieta diaria de cada habitante recorren más de 8 mil kilómetros en promedio antes de llegar a su mesa, lo que da una intensidad energética de 7 a 1, es decir, para cada kilocaloría ingerida en la dieta estadounidense, se necesitan 7 kilocalorías de insumos energéticos. (Honty, 2012).

⁴ Ver Bellinghausen Hermann, 2011.

del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), pero su llegada no hizo sino complicar el panorama, pues la estrategia gubernamental de resolver los problemas de la oferta de alimentos, recurriendo a las importaciones (más allá de las cuotas y los plazos de desgravación pactados en dicho Tratado), profundizó el esquema de especialización que EE.UU. buscaba para la agricultura mexicana: importadora de granos básicos y exportadora hortofrutícola en los ciclos de invierno. Tal patrón tiene el defecto de que apuntala las asimetrías preexistentes, pues la agricultura de EE.UU. estaba y sigue estando fuertemente subsidiada, en tanto que en México se han venido eliminando programas de asistencia y protección de los productores agrícolas, o bien se afectó la seguridad jurídica del disfrute de territorios, aguas y recursos forestales de comunidades indígenas y campesinas.

Y lo más grave, tras el TLCAN se profundizó un asalto de largo aliento contra los pequeños y medianos productores rurales, mediante la promoción del uso de los organismos genéticamente modificados (OGM), atentando contra la cultura ancestral de evolucionar variedades de semillas nativas, irrupción

que aterrizó en la aprobación de dos leyes que favorecen en México a las grandes transnacionales del agro: la *Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados* (Cámara de Diputados, 2005) y la *Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas* (Cámara de Diputados, 2007), además de cancelar la soberanía alimentaria, al fomentar una dependencia tecnológica extrema. (Álvarez y Piñeyro, 2012). En este contexto, la política de *reconversión productiva*⁵ adquiere niveles de absurdo, además de la violencia con la que se ejerce, dado que los métodos suelen ser la fuerza, la coerción, el despojo, la desinformación y la interdicción a la participación en las decisiones.

En los dos grandes problemas definitorios de la situación actual global, el de las crisis financiera y alimentaria, México no podía ser excepción, por más que los voceros oficiales y empresariales nieguen la inflación en los precios de la canasta básica y propaguen que la economía está blindada y que seguiremos creciendo a pesar de la crisis internacional porque nuestra economía tiene *buenos fundamentos macro-económicos*.

Y en el plano de la crisis climática evidenciada en 2011-12, el silen-

cio ha sido la estrategia primaria de las autoridades federales frente a la irrupción de las heladas y sequías atípicas⁶ y a sus manifestaciones iniciales como escasez de productos básicos y alza de precios. Y junto con dicho mutismo se ha tenido la dilación de la respuesta oficial, en cuanto al envío de recursos para mitigar los graves efectos de tales eventos meteorológicos, no obstante estar aprobado ese presupuesto y de estar bien identificadas las zonas de desastre: casi la mitad de los municipios de México fueron declarados en sequía, con pérdidas de cultivos en casi millón y medio de hectáreas. Consecuentemente, bajó en 85% la producción agrícola de temporal y se diezmaron hatos ganaderos y el aprovisionamiento de forrajes en centenares de comunidades rurales; descendió drásticamente la capacidad de las presas y los mantos acuíferos; se alteraron (en unos casos bajando y en otros subiendo) las

temperaturas en varias regiones (sobre todo la noroeste, norte, noreste, centro-norte y centro); y se presentó una seria escasez de alimentos en varias zonas, que al hacerse esto público, provocó lo que podemos calificar como el primer movimiento social provocado por el CC en México.

Hay que destacar que, la indolente respuesta gubernamental a estos problemas en parte se explica por la intención de profundizar la política oficial de atender la oferta de alimentos con importaciones, sobre todo desde EE.UU.^{7,8}

En rigor, se sabe que el problema de la sequía que hoy afecta gravemente a los estados del norte y centro-norte del país representa sólo el comienzo de la crisis del agua en México; ya se han iniciado las disputas por el derecho a este recurso⁹ y se tienen señales de un ajuste profundo en los patrones de cultivo de

⁶ Tanto que la CONAGUA la ha considerado como la sequía más fuerte en los últimos 70 años.

⁷ Un ejemplo claro de esto se tiene en el caso del frijol, producto estratégico para el desarrollo rural y básico en la alimentación de los mexicanos; la balanza comercial de este producto ha empeorado a partir del TLCAN, pasando de comprar 2,900 toneladas en 1991 a 57,500 con el arranque del Tratado, con un pico de 202,000 en 1998.

⁸ Se trata del Decreto aprobado por la Cámara de Diputados el 15 de diciembre de 2011, para crear un fondo especial adicional por 10 mil millones de pesos, para contrarrestar los daños ocasionados por heladas y sequías en 20 estados del país, dado que el monto presupuestado era insuficiente para dar respuesta a estos eventos climáticos, a lo que Felipe Calderón se opuso, pero ante la movilización social finalmente tuvo que entregar.

⁹ Se han presentado al interior de Sonora, entre Jalisco y Guanajuato, entre el Estado de México y el DF, en Puebla, Morelos y Tabasco, y con gravedad en Durango donde ya se han presentado muertes por desnutrición y epidemias de gastroenteritis, además de tener que recorrer varios kilómetros para la obtención del líquido.

⁵ Una política iniciada en Chiapas, consiste en pasar del cultivo de maíz y frijol a productos de exportación, y esto no obstante tratarse de alimentos de autoconsumo de subsistencia, sembrados con métodos tradicionales, pero por esto último calificados como *improductivos*.

dichos estados, entre los que está un probable desplazamiento de la producción de granos a la región S-SE,¹⁰ que podría revertir un proceso de pérdida de importancia en este terreno, que llevaba más de 10 años.

Es así que el CC y las alternativas para enfrentarlo se han convertido en un tema de controversia y debate político nacional, en el que participan desde organizaciones campesinas, pasando por instancias empresariales y organizaciones no gubernamentales (ONG), hasta incluir a las comunidades indígenas. Al respecto, consideramos que si se busca tener un desarrollo local relativamente autónomo en las regiones periféricas (América Latina en el hemisferio, México en América del Norte y el SSE entre las zonas pobres de México), es imprescindible reconocer las contradicciones más importantes que hoy viven; superar las instituciones existentes o generar nuevas; construir poderes colectivos para tener una participación amplia y ordenada; pero también tener responsabilidad, coherencia y eficacia en el manejo de los recursos naturales. En un sentido más amplio, se requieren actores socio-económicos cooperando, pero sobre todo, que hayan asumido el proyecto de desarrollo y que estén

convencidos de que su participación será para el bien de la comunidad. (Coraggio, 2000). Para poder hablar de desarrollo humano en una región, es crucial reconocer los orígenes de la pobreza estructural, de la ausencia de activos colectivos y la magnitud de los desastres sociales y, en especial, tener en cuenta el respeto a la diversidad.

En síntesis, puede decirse que el modelo neoliberal de agricultura es justamente el promovido por la mayoría de los gobiernos latinoamericanos, en confluencia con diversas agendas regionales: los tratados de libre comercio, los programas de desarrollo regional como el PIDM y la ECPA. En su sección de BC, la promoción se despliega bajo el discurso de desarrollo rural, pero éste se está traduciendo realmente en impulso a una agricultura intensiva de plantación, de ciudades rurales inventadas, de fomento a las importaciones de productos básicos para la alimentación local, de impulso a la reconversión productiva hacia cultivos de exportación, de desatención ante eventos meteorológicos, falta de una política ante el problema del agua (sea por escasez o por contaminación), de persistente reclasificación de tierras (pasándolas de siembra de subsistencia a improductivas y hasta ociosas), penetración masiva con

productos transgénicos y presencia de la iniciativa privada en toda las cadenas productivas (incluidas las exclusivas del Estado, como son los hidrocarburos en el caso mexicano).

LA REGIÓN DEL SUR-SURESTE, CLAVE DENTRO DEL PLAN PUEBLA PANAMÁ

El Plan Puebla Panamá (PPP), lanzado en marzo 2001 a iniciativa formal del gobierno de México, se trataba de un ambicioso proyecto de desarrollo regional, para vincular los 9 estados del S-SE de México¹¹ y los 7 países de Centroamérica;¹² ello, aprovechando proyectos previos de integración continental y de desarrollo local, en un marco conceptual de inserción de la región en el proceso de globalización económica mundial, cuyos promotores lo traducirían en apertura, privatización y desregulación de los sectores requeridos y factibles.

La región del PPP cuenta con una enorme riqueza humana, fruto de su diversidad étnica y cultural; tiene una alta concentración en biodiversidad, abundantes recursos naturales hídricos y energéticos, y una

localización privilegiada por su condición de istmo trans-oceánico; sin embargo, presenta una elevada disparidad social en el interior de cada país integrante del Plan y del SSE respecto del resto de México.

Justo por esa abundancia en recursos naturales, los objetivos del ambicioso Plan formalmente se fijaron en: “potenciar sus riquezas humanas y naturales, dentro de un marco de desarrollo sustentable que respete la diversidad cultural y étnica”. (GTI, 2001). Se planteaba una estrategia integral, que no sólo apuntalara los esfuerzos de integración de México con Centroamérica (CA),¹³ sino que, como parte de los programas gubernamentales nacionales, sirviera para resolver las desigualdades locales típicas de la región, mediante la creación de empleo a través de inversiones eficientes en infraestructura de transportes (autopistas y líneas ferroviarias interoceánicas), comunicaciones (redes de telecomunicación, puertos, aeropuertos y otras instalaciones de logística para servicios de comercio exterior) y energética (de México con Centroamérica y hasta Colombia),¹⁴ que en conjunto aportaran ventajas

¹¹ Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán.

¹² Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá.

¹³ Llevados a cabo entre México y Centroamérica desde 1991, dentro del marco del Acuerdo de Tuxtla y retomados en la Plan Nacional de Desarrollo Urbano 1995-2000 del ex-presidente Ernesto Zedillo y en el Megaproyecto del Istmo de Tehuantepec, elaborado en 1996 por una consultoría privada.

¹⁰ Ya iniciada en Chiapas con la política de reconversión productiva.

en términos de disminución de costos de producción, de transacción y de movimiento mundial de mercancías, sustentado todo en reformas institucionales (desregulación) y en el desarrollo de empresas orientadas a la exportación.

Se había planeado que el PPP beneficiara a 64 millones de personas (28 en México y 36 en Centroamérica), una gran mayoría de ellas en condiciones de pobreza, con un bajo nivel educativo y con altos índices de desempleo, de ahí el énfasis en la creación de empleos para la retención de trabajadores en la región.¹⁵

El apoyo financiero para el Plan provendría del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) y del Banco Mundial (BM). Éstos, además de hacer vertical la organización y funcionamiento del PPP, también definieron los términos del mismo, sus prioridades, su orientación y los grupos económicos que estarían involucrados. Así, los Estados asumirían sólo una posición de promotores y facili-

tadores, para generar ambientes ad hoc a las estrategias internacionales de inversión-comercio, apoyados en recursos públicos obtenidos en función de su capacidad de endeudamiento.

Desde el inicio del PPP fue claro que EE.UU. lo promocionaba como parte de una compleja estrategia geo-económica y geo-política global, para consolidar su hegemonía regional, buscando afianzar el norte con el TLCAN e iniciar en el sur el Área de Libre Comercio de las Américas (ALCA), que tras su bloqueo político en Sudamérica, EE.UU. optó por apuntalar una Área de Libre Comercio de Centroamérica (Central América Free Trade Area o CAFTA por sus siglas en inglés).

No obstante el entusiasmo inicial, con el tiempo el PPP perdería dinamismo político por falta de financiamiento y por retraso en su aplicación, así como por la descoordinación entre los responsables de los programas y el desarrollo de proyectos sin enfoque regional (éstos a cargo de un país), lo que desembocó sólo en avances parciales

(en la construcción de algunos tramos carreteros y en la interconexión eléctrica México-Guatemala). Pero igualmente enfrentó un fuerte rechazo social, debido a que los habitantes de la región empezaron a ser despojados de sus importantes recursos naturales (energéticos, agua, bosques, minerales y biodiversidad), a través de proyectos extractivos (minería), de energía (hidráulicos, eólicos) y maquiladores (recreando una reserva de mano de obra barata), desenraizando así a comunidades campesinas enteras, forzarlas a desplazarse del campo a la ciudad.

Es hasta abril de 2007 que Felipe Calderón relanza el PPP, buscando retomar el liderazgo perdido por México en América Latina y para reforzar las acciones de la ASPAN recientemente pactada,¹⁶ agenda que, junto con el ALCA, aspiraba a enfrentar el avance político regional de la Alternativa Bolivariana para las Américas (ALBA) y de su principal promotor, el presidente venezolano Hugo Chávez.

Se reinicia con un cambio de nombre, pasando de PPP a Plan de Inte-

gración y Desarrollo Mesoamericano (PIDM) (2008), con la reestructuración de la cartera de proyectos,¹⁷ quedando vigentes, aunque reducidos, los de comunicación y de integración eléctrica, y se incluyeron varios de alto impacto social en áreas de salud, medio ambiente, desastres naturales y vivienda, y en forma destacada y novedosa, los problemas de seguridad (Álvarez, 2007); este plan, ya prácticamente en manos de EE.UU., surgió con miras a profundizar el control sobre las fuerzas de seguridad regionales, para contener el flujo migratorio de Centroamérica (CA) y del SSE mexicano a esa nación, y particularmente para vencer las resistencias sociales a la expansión de los grandes negocios energético-agro-minero-infraestructurales. (Volante, 2012).

En la intersección del problema energía-ambiente se contemplan los BC y en el área de vivienda destaca el desarrollo de ciudades rurales que no es otra cosa que forzar la reubicación pacífica de la población –fomentar el desarraigo de sus comunidades–, concentrándola en villas semi-urbanas, con el argumento de

¹⁴ Contemplaba desarrollar el Sistema de Interconexión Eléctrica de Centroamérica (SIEPAC), así como la construcción de una regasificadora para mandar gas natural desde Juchitán hasta Panamá y de una refinería en Centroamérica con una capacidad de 230 mil barriles diarios de petróleo, en principio para el mercado de Centroamérica, pero también para California, a la que México se comprometía a abastecer del crudo necesario.

¹⁵ Cabe señalar que uno de los referentes del PPP se tiene en la *Iniciativa para la integración de la infraestructura regional Sudamericana: IIIRSA*, lanzada en el 2000 por diversos gobiernos de Sudamérica.

¹⁶ Fue firmada en Waco, Texas, en marzo de 2005 por los presidentes de EU, Canadá y México, como un acuerdo ejecutivo, sin pasar por los congresos de los respectivos países.

¹⁷ En la primera etapa del PPP estaban programados 100 proyectos (61 proyectos, 20 estudios y 19 programas), con unos requerimientos de inversión de 8 mil millones de dólares (MMMUS\$), de los cuales sólo se aplicaron 4.02 MMMUS\$, 85% en la iniciativa de Integración vial y 11% en Interconexión energética. A la llegada de Calderón se fijaron sólo 22 proyectos. Gasca y Torres, 2004. Morejón, 2007.

proporcionar una vivienda digna y de mejorar la oferta de servicios de salud, educación y empleo, pero realmente para mitigar la presión migratoria y facilitar el combate a las insurgencias y las resistencias sociales al proyecto estratégico. (Vollante, 2012),^{18,19}

No obstante los esfuerzos en esto último, el PIDM ha venido enfrentando inevitablemente un fuerte, creciente y generalizado desgaste político entre los pobladores del SSE mexicano y del resto de CA.

Como refuerzo a los intereses de EE.UU. en la región, en abril de 2009, en el marco de la V Cumbre Ministerial de la Organización de Estados Americanos, Barack Obama lanzó una invitación a trabajar en el continente en materia de energía y CC. Pocos meses después esto se concreta vía la creación de la ECPA y un año después, la Secretaria de Estado, Hillary Clinton, presentaría la agenda de trabajo. (Office of the Spokesman, 2010).

Con base en la prioridad de atender la seguridad energética regional, habla de eficiencia energética, de uso de fuentes renovables, de impulso a centros de investigación, de utilización de cuerpos de paz capacitando en el tema de financiamiento de proyectos, de explotación de crudo pesado y de gas de esquisto, de avanzar en la interconexión eléctrica y por supuesto, el despliegue de los BC. Éste último proyecto asociado además a la lucha contra el CC y a la promoción del desarrollo rural.

Como resultado de tal iniciativa, a la fecha se encuentran operando 25 proyectos, de los cuales 3 se relacionan de manera directa con los BC, cada uno a cargo de EE.UU., Colombia y Costa Rica respectivamente: el de Avance en la Energía Renovable de Biomasa (Advancing Renewable Biomass Energy), la Iniciativa Colombiana de Biomasa (Colombia Biomass Initiative), el de Mejora del acceso a energías limpias en el sector rural centroamericano utilizando generación solar y bio-

eléctrica in situ (Improving Access to Clean Energy in Rural Central America Using On-site Solar Bio-Power Generation. (ECPA).

ESTRATEGIA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO

En México, el desarrollo de los BC se presentó programáticamente en el marco de la transición energética y de la lucha contra el CC, para coadyuvar además con el desarrollo rural y el aprovechamiento de *tierras ociosas*.²⁰

Los BC, más precisamente el bioetanol, se plantearon primero como un oxigenante de las gasolinas (en sustitución del MTBE: metil-terbutil-éter) y posteriormente en mezcla con éstas, a introducirse en las tres principales zonas metropolitanas del país: Valle de México, Guadalajara, Monterrey, y eventualmente para exportar al mercado norteamericano. Desde el primer análisis del tema (SENER, 2007), las vías tecnológicas contempladas eran las de recurrir a la caña de azúcar y el maíz; el biodiesel se abordaba entonces marginalmente, contemplando materias primas como la colza, la soya, la jatropha, el girasol y el cártamo, pero posteriormente se vislumbra la posibilidad de mezclarlo con el pe-

trodiesel, en una proporción entre 2 y 5% para después del 2012.

Una acción reguladora concreta se dio con la emisión de *Ley de promoción y desarrollo de los bioenergéticos* (en vigor a partir de febrero de 2008) y de su Reglamento (DOF: 18.06.09), en el que en principio se cancela recurrir a la vía del maíz -debido al fuerte déficit que presenta el país- y se definen las instituciones y sus funciones, necesarias para la promoción de los BC.

En el ínterin se desarrollaron estrategias estatales, como la de Chiapas (producir biodiesel a partir de jatropha, aunque también se contempla la palma de aceite y la higuerilla, y hasta grasas recicladas) y la de Veracruz (obtener bioetanol de caña de azúcar), que se integran luego al PIDM.

En el último caso, se insiste en revitalizar la industria azucarera del estado, que es donde se encuentran el mayor número de ingenios: 22 de un total de 57 que había en 2010. En cuanto a Chiapas, se anuncia la plantación de miles de hectáreas de jatropha y la construcción de una planta de fabricación de biodiesel, lo primero como parte del muy publicitado programa de reconversión

¹⁸ Como ejemplo se tiene el proyecto de integración eléctrica SIEPAC (Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central), que tiene como objetivo esencial la creación de un mercado regional, estructurado por empresas privadas de generación y reguladas con los estándares estadounidenses; la tecnología preferente será la de ciclo combinado (a base de gas natural), al igual que en México, propuesta que coincide puntualmente con los criterios de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte y que por cierto, se ubica en una región deficitaria en ese combustible: México y Centroamérica.

¹⁹ Se contemplaba y aún se considera, utilizar de manera intensiva una reserva de mano de obra joven, abundante, barata, desorganizada y empobrecida, a la que básicamente había que mover del campo a la ciudad rural, sitio con poder de control, que no se tiene en las urbes propiamente dichas, que por el contrario, propician la organización en grupos que luchan por derechos sociales.

²⁰ En 2011, el sector residencial representó el 25.8% de la demanda total vs. 58% del industrial, con tarifas promedio de este último de tan sólo 21% más que la doméstica, es decir, 143.39 centavos/Kwh vs. 118.32 ¢/kwh respectivamente.

productiva y junto con éste, el de las ciudades rurales. Éstas son una experiencia que es referencial para las autoridades federales, pero también para las organizaciones sociales, pues se tiene documentado que en los primeros 5 proyectos en Chiapas (en Nuevo Juan Grijalva, Santiago el Pinar, Jaltenango, Ixhualtán y la Villa Emiliano Zapata), estos modelos de vivienda están fracasando, porque no corresponden ni a la idiosincrasia ni a las costumbres de los habitantes de esas regiones, de ahí que muchos hayan retornado a sus lugares de origen, los que pudieron conservar sus tierras, que no es el caso de la mayoría, que fue obligada a renunciar a ellas, vía renta o venta. (González, 2011). Pero no obstante los reveses, estos proyectos se siguen impulsando en otros estados, como en Puebla y Veracruz, sin mucho éxito hasta la fecha, debido a que las comunidades han empezado a exigir sus derechos a información abundante y clara, así como a la participación amplia y democrática en la construcción de las políticas públicas, y sobre todo, se han negado a ser despojadas y convertidas en simples consumidores controlados mediante políticas asistencialistas y carentes de fuerza para resistir

el despliegue de proyectos mineros, agrícolas, energéticos y turísticos.

Si tenemos en cuenta lo anterior, cabe preguntarnos cuál es la base real del desarrollo de los BC en el país. En cuanto a la caña de azúcar para la producción de etanol, se trata de una industria en constantes conflictos financieros, con múltiples rescates a cargo de las finanzas públicas, pero además, con una superficie de cultivo prácticamente constante en la última década, pues oscila entre un valor mínimo de 602 mil hectáreas (m-ha) en 2001 y un máximo de 683 m-ha en 2008, con una balanza comercial del azúcar fluctuante entre ocasionales déficit y superávit, y con una industria alcohólica en decadencia (produciendo de 67 millones de litros (MML) en 2000 a 19.3 MML en 2011. (SAGARPA, 2012; SENER, 2007).

Esta situación contrasta con las condiciones requeridas en el plan metropolitano, de contar con 800 m-ha de siembra de caña y 411.9 MML de alcohol,²¹ sin considerar que este último entraría en competencia, por un lado, con la misma producción de azúcar, y por el otro, con su destino actual más importante, que es la industria farmacéutica y de be-

bidas, en el que por cierto se presenta un déficit. Y hay que añadir que dicho plan requiere que PEMEX haga pruebas de la mezcla gasolina-bioetanol para determinar sus especificaciones y posteriormente licitar la compra del alcohol, lo que a la fecha no ha prosperado. (PEMEX, 2009; SENER, 2010). No obstante todo lo anterior y que es nulo el avance de los programas impulsados a raíz de la Ley de Bioenergéticos y su reglamento, lo que en realidad dibuja un contexto productivo adverso, la Secretaría de Energía continúa haciendo pronósticos favorables de penetración del bioetanol, *ver Cuadro 1*.

En cuanto a la palma de aceite, ésta se siembra en Chiapas, Veracruz, Tabasco y Campeche, destacando el primer estado con cerca de 60% de la superficie y 79% de la producción, aunque en realidad operando con importación de prácticamente la totalidad de la semilla, además de que la cosecha conjunta de todos los estados está lejos de abastecer la

demanda nacional, proveniente sobre todo de la industria alimentaria y de la farmacéutica. Y ello también, pese al impulso oficial dado recientemente a este cultivo en Chiapas, a través del Programa de Reconversión Productiva, que buscaba pasar de la ineficiente siembra de maíz y frijol para autoconsumo, a productos de exportación: palma de aceite y frutas. (Sabines, 2007-2011).

Por lo que se refiere a la jatropha, se trata de un proyecto muy publicitado al inicio de la administración del gobernador de Chiapas Juan Sabines (2006-2012) y que con el tiempo se fue diluyendo, al menos en cuanto a su mención en los informes de gobierno. (Sabines, 2007). En adición a la siembra de dicho cultivo y el desarrollo de una planta de fabricación de biodiesel, se planteaba el uso de éste en el transporte público de Tuxtla Gutiérrez -el Conejobus- y en Tapachula -el Tapachulteco-. Ciertamente, éstos últimos están en servicio desde 2010, pero el combustible usado es

CUADRO 1. ETANOL EN GASOLINAS (MILLONES DE LITROS)

Zona Metropolitana	2012	2013	2015	2020	2025
Valle de México	493	478	495	513	520
Guadalajara	184	190	207	259	298
Monterrey	135	116	124	142	148
Total	812	785	826	915	967

Fuente. Elaboración propia con base en: SENER, Pronóstico de petrolíferos 2010-2025. México. 2010.

²¹Volumen planteado en el estudio de la Sener de 2006, para la primera etapa de penetración del bioetanol a mezclar con la gasolina, que aumentaría progresivamente a 1,110.6 miles de metros cúbicos (Mm3) en el 2012, y posteriormente, en fecha no especificada, a 4,406.3 Mm3.

importado, dado que la *jatropha* aún no sale de los viveros y la planta de biodiesel inició realmente operaciones apenas a finales de 2011. De aquí que el también publicitado vuelo de prueba de noviembre de 2010, empleando bioturbosina de *jatropha chiapaneca*, en realidad se efectuó con carburante estadounidense.

Por último, la mencionada higuera, de la que se extrae el aceite de ricino, de amplio uso actual en la industria farmacéutica (médica y cosmética), pero sobre todo en la de plásticos, pinturas, barnices, lacas, lubricantes y líquidos para frenos, no se cuenta con información suficiente para realmente considerarla como una alternativa. Y aquí citamos también las grasas recicladas que, aun contando con un gran potencial en el país, no por el lado de la industria restaurantera sino de la de frituras, podemos asegurar que no se ha hecho acción alguna en este terreno. Y en cuanto a la soya y la colza, mencionadas en algún momento, se descartan de principio por su uso principal alimentario (humano y pecuario), además de que el país es deficitario en estos productos.

Si recordamos de nuevo el maíz, aunque la citada Ley y su Reglamento específicamente prohíben la producción de BC a partir de este

grano, está a criterio de la SAGARPA mantener los permisos otorgados antes de la publicación de esta normatividad, además de que en ésta se habla de la posibilidad de poder utilizarlo en caso de haber excedentes, sin especificar si se trata de los de un estado, una región o del país, pues en éste último caso, no hay forma de poder fabricar etanol a base de este producto alimenticio, en creciente déficit nacional.

En los mismos términos de prohibición normativa se encuentra el cambio en los usos del suelo para poder expandir los cultivos de BC, aunque sólo se habla del paso de tierras forestales a agrícolas, pero no del paso de cultivos tradicionales en tierras agrícolas a cultivos energéticos, lo que es otro vacío legal; en cualquier caso, es un hecho que tal proscripción no se ha acatado, como lo muestran los programas de reconversión productiva, que incluyen a los cultivos para BC.

De todas las materias primas para BC consideradas a la fecha, ciertamente ninguna parece tener posibilidades reales de concretarse, sea por deficiencias en su ciclo de producción (caña de azúcar), por competir con usos de mayor rentabilidad (palma de aceite), por no haberse domesticado aún la especie adecuada para usarla como materia prima para BC (*jatropha* e *higueri-*

lla) o por no atender la opción (grasas recicladas); y en todos los casos, no se tiene infraestructura industrial ni comercial para completar el ciclo de vida de estos BC.

CONCLUSIÓN: ES URGENTE RECONSIDERAR A FONDO LAS RUTAS TECNOLÓGICAS, PARA ESCOGER LAS MÁS CONVENIENTES PARA MÉXICO

Si recapitulamos sobre la situación actual de México en materia de BC, es claro que el panorama es poco alentador, dado que el único avance concreto ha sido la emisión de la Ley de bioenergéticos y su Reglamento, y las escasas experiencias estatales -Chiapas y Veracruz- revelan que han sido más aspiraciones que objetivos y metas realmente alcanzables.

En términos del impulso que EE.UU. ha dado a los patrones de especialización agrícola (hortofrutícola-energética), ligados a la integración de México con esa nación, al parecer no están resultando del todo de acuerdo a lo establecido, en especial en la región SSE del país; tanto en el caso de las hortalizas como de las frutas, la producción en esta zona se ha mantenido prácticamente constante en la década, con fluc-

tuaciones dentro de un rango relativamente estrecho; lo mismo pasa con las siembras tradicionales como el café y el cacao, y como se señaló, los cultivos energéticos no han progresado, ni los BC y tampoco los asociados al programa REDD+.

Pero lo que sí ha avanzado es la problemática socio-económica y ambiental ya descrita,²² que ha venido enfrentando a varios niveles de gobierno y a empresas con las comunidades, mismas que con sobrada razón han organizado protestas en las que, entre otras cosas, solicitan la cancelación de los acuerdos que respaldan las iniciativas de inversión para los proyectos justificados en el marco de desarrollo rural (impulso de los BC, despliegue de la infraestructura de comunicación y energía, creación de las ciudades rurales, etc.). Dichos proyectos han reforzado el caciquismo y la corrupción, han ocasionado daños ecológicos sobre los territorios, fomentado el abuso de las fuerzas públicas contra los comuneros que se rebelan, y han favorecido la voracidad empresarial a través de los amaños contratos de arrendamiento de las tierras, que pagan rentas muy bajas que solo alcanzan para malvivir, pese a lo cual no la actualizan tal como se ofreció originalmente a los propietarios de las tierras.

²²O dada por medios electrónicos como Internet, a una población con baja alfabetización y con alta por no decir total carencia de dispositivos electrónicos de comunicación.

El marco normativo presenta también deficiencias (caso del maíz y del cambio en el uso del suelo), además de que no se tiene la fuerza institucional ni la voluntad política para hacerla cumplir. Las materias primas anunciadas, ya vimos que no tienen perspectivas reales a corto plazo e incluso a mediano su futuro es aún cuestionable, y todas ellas corresponden a las rutas tecnológicas de 1.^a generación y esencialmente de BC líquidos para transporte, dado que, aunque se citan en la normatividad, prácticamente nada se ha desarrollado en técnicas más avanzadas: los BC de 2.^a y 3.^a generación.

En términos de infraestructura industrial, en la bibliografía disponible se citan hasta hace poco desarrollos diversos, pero no existe información que permita conocer el estado real de tales proyectos; entre los más notables están:

- BioFields: en Puerto Libertad, Sonora;
- Propalma: en Lázaro Cárdenas, Michoacán, en colaboración con Daimler Chrysler;
- Biocyclos: en Sinaloa;
- Destilmex: en Sinaloa;
- Proyecto Manhattan: en Sonora,

cooperación entre el gobierno de México y la empresa Origin Oil Inc. (California);

- Universidad Vasconcelos, en Oaxaca: en 2004 se puso en operación una planta piloto a partir de aceite usado y diseñada por consultores de EE.UU.;
- Biodiesel de México: instaló una planta en el estado de Hidalgo que inició operaciones a mediados de 2004 y utiliza soya como materia prima;
- Grupo Energéticos: en 2005 contaba con una planta comercial en Cadereyta, N.L., usando sebo de res;
- Destilería Argentina de Petróleos, S.A. de C.V., Biodiesel Industries Inc. (California), Entaban Ecoenergéticas y BM Bioingeniería Medioambiental (España): interesadas en las acciones que está llevando a cabo el gobierno de Chiapas;
- JathroBioFuels (Alemania): propuso en abril 2008 invertir en la siembra de jatropha en el país y en una planta de BC una vez que se tenga el volumen suficiente para producción;
- Más una diversidad de universidades públicas del país que señalan que están trabajando en distintos

campos de los BC, en las tres generaciones de rutas conocidas.

En cuanto a la investigación-desarrollo y demostración (I&DD) en el país, de acuerdo a la SAGARPA, “En México se llevan a cabo cientos de proyectos de investigación en materia de biocombustibles. En marzo de 2010, la Red Mexicana de Bioenergía A. C. (REMBIO) dio a conocer una lista de 561 proyectos, de los que 372 correspondían a biocombustibles”.

Con base en dicho inventario, que en principio está en proceso de actualización, podemos decir que la clasificación de los proyectos dificulta ubicar cuánto de los casi 361 millones de pesos (MM\$) presupuestados para el conjunto se destina efectivamente a BC. Además, se detecta del análisis de tal listado una gran heterogeneidad de subtemas, con desproporción en el presupuesto asignado; así se tiene que van desde la conformación de grupos de investigación (Vg., el Polo tecnológico nacional para el desarrollo de investigación y pruebas analíticas en biocombustibles, con 43.4 MM\$ de presupuesto asignado), hasta el desarrollo de tecnología de vanguardia como son los sistemas de producción de biohidrógeno (Vg. la generación de hidrógeno por diges-

tión anaeróbica de desechos sólidos, proyecto que aparece con la fabulosa cantidad de 35 mil pesos);²³ esto claramente habla de una carencia de prioridades y hasta de cierta discrecionalidad en las asignaciones presupuestarias.

Se ratifica entonces que los planes del gobierno federal siguen sin corresponder a la realidad nacional y no obstante eso, la estrategia continúa inalterada, al menos en el discurso y en el papel: la promoción de los BC de 1.^a generación y el despliegue marginal de la I&DD en los BC de 2.^a generación, no obstante que éstos últimos, a base de materiales celulósicos (agrícolas y forestales), podrían ser efectivos para el desarrollo rural, a partir de pequeñas plantas de procesamiento modulares y móviles, que permiten aprovechar in situ estos residuos. Así, tenemos que los BC de 3.^a generación, que sí tendrían porvenir en el país y al mismo tiempo podrían fomentar un desarrollo tecnológico propio, parecen no estar presentes en la estrategia gubernamental.

Lo anterior muestra con creces cuáles son las tareas pendientes: la revisión de la estrategia actual de desarrollo de los BC en el país, con el establecimiento de prioridades realistas y considerando integralmente

²³<http://www.bioenergeticos.gob.mx/index.php/programas/proyectos-de-investigacion.html>.

los aspectos técnicos, económicos y sobre todo sociales. En este sentido se requiere por lo menos redirigir los esfuerzos en I&DD, para que atiendan más alternativas que la de los BC líquidos para el transporte privado, público y de mercancías; se debería reestructurar el esquema de permisos de producción de BC, para que se den con transparencia y que sean acordes con las la normatividad vigente; además, habría que actualizar la ley y su reglamento, al tiempo de fortalecer los esquemas de rendición de cuentas y de supervisión; y finalmente, se debe reformar el modelo institucional, a fin de garantizar la coordinación de acciones.

Bibliografía

- Álvarez, (2007). *The Puebla Panamá Plan, A Strategy for Regional Development?*, en Jessica Perkins and Karen Campbell, Editors, Across Borders, Diverse Perspectives on México, ISC-México, Toronto, Canadá, 2007, pp. 57-59.
- ----- (2007). *The Puebla Panamá Plan, A Strategy for Regional Development?*, en Jessica Perkins and Karen Campbell, Editors, Across Borders, Diverse Perspectives on México, ISC-Mexico, Toronto, Canada, 2007, pp. 57-59.
- Álvarez, A, Montes, N. (2007, noviembre). *El papel de México en la estrategia energética estadounidense de los agro-combustibles*, en Congreso de la Red de la Economía Mundial, Los nuevos paradigmas de la globalización neoliberal y desarrollo contrahegemonico. La Habana, Cuba.
- ----- (2008, 22-24 de octubre). *México en el siglo XXI: ¿una transición de la integración a la dependencia energética con América del Norte?*, en Ponencia al IV Coloquio Internacional de la Sociedad de Economía Política y Pensamiento Crítico Latinoamericano, Buenos Aires, Argentina.
- Álvarez, B., Piñeyro A. (2012, 9 de marzo) *¡Ahora o nunca!*, en La Jornada, México, 9 de Marzo de 2012, pp.23.
- Banco de México. *Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos*, 2002 – 2010.
- Banks Ferdinand E. *In the Head of U.S. Energy Secretary Chu*. 13.03.12. http://www.energy-pulse.net/centers/article/article_display.cfm?a_id=2515.
- Bellinghausen, H. 12-diciembre-2011, *Gobiernos de Chiapas y federal amagan la integridad de pueblos indígenas: ONG*, en La Jornada, México, pp.13.
- Boletín de Tendencias Económicas y Financieras. (2012). *La globalización llega a la agricultura*, Informe Especial, publicación de SATELINET, S.A. de C.V., México, 5 de Marzo de 2012, año 26, núm. 1267, sección C.
- British Petroleum. (2012, junio). *Statistical Review of World Energy*.
- Cámara de Diputados. (2005, 15 de marzo). *Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados*.

- ----- *Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas*, DOF.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), www.cna.gob.mx.
- Coraggio, J. (2000, 15-17 de marzo). *La relevancia del desarrollo regional en un mundo globalizado*, ponencia al IADAP, Quito.
- Departamento de Agricultura de Estados Unidos (2012). recuperado en marzo y abril de 2012 en www.usda.gov.
- Eisenstein, P. (2012). *We waste 1.9 billion gallons of gas sitting in traffic*. Recuperado el 26 de marzo de 2012 en http://bottomline.msnbc.msn.com/_news/2012/03/26/10871475-we-waste-19-billion-gallons-of-gas-sitting-in-traffic.
- ECPA: Energy and Climate Partnership of the Americas, <http://www.ecpamericas.org/>.
- ----- http://www.ecpamericas.org/Data/Files/News/ECPA_Fact_Sheet_20100415_eng.pdf.
- Gasca, J. Torres, F. (2004, julio-septiembre) *El Plan Puebla-Panamá, una perspectiva del desarrollo regional en el contexto de los procesos de la economía mundial*. Revista Problemas del Desarrollo. Vol. 35, núm. 138.
- Gobierno Federal, Secretaría de Relaciones Exteriores, (2012). *Acuerdo entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América, relativo a los yacimientos trans-fronterizos de hidrocarburos en el Golfo de México*, firmado en Los Cabos, Baja California Sur, el 20 de febrero de 2012.
- González, L. (2011, 7 de septiembre). *Ciudades rurales sustentables: ¿políticas incluyentes?*, en periódico La Jornada de Oriente, México, pp. 13.
- GTI. (2001, junio). *Plan Puebla-Panamá. Iniciativas y Proyectos Mesoamericanos*. BCIE-BID-CEPAL-INCAE. Grupo Interinstitucional para el Plan Puebla-Panamá.
- Hartung, J. (2012). *Energy Strategy*. Recuperado el 6 de marzo de 2012 en http://www.energy-pulse.net/centers/article/article_display.cfm?a_id=2513.
- Honty, G. (2012). *Alimentos y agricultura frente a la crisis energética*. ALAI AMLATINA. Recuperado el 3 de abril de 2012 en <http://alainet.org>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía: INEGI, www.inegi.org.mx, consultado en marzo y abril de 2012.
- *La globalización llega a la agricultura*, Boletín de Tendencias Económicas y Financieras, Informe Especial, publicación de SATELINET, S.A. de C.V., México, 5 de Marzo de 2012, año 26, núm. 1267, sección C.
- Lechuga, J., García de Cruz, F. (2011, mayo). *Biocombustibles: el debate internacional y el caso de México*, en: Coloquio: Biocombustibles en México: un balance de su viabilidad frente al cambio climático CEIICH-UNAM (Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades). México.
- Montes, N., Álvarez A. "Regionalización y estrategias de diversificación energética: una perspectiva desde México". Ponencia al VI Encuentro Internacional do Fomercio. Aracaju, Sergipe. Brasil.
- Montes, N., Álvarez A. (2012). *México: ¿transición o integración energéticas?*, en Seminario: La última gota de petróleo, Facultad de Economía - Instituto de Geofísica, UNAM, México, Agosto 28 de 2008.
- Morejón, R. (2007). *Trabajosa resurrección del PPP*, Recuperado el 12 de abril de 2007 en www.radiohc.cu.
- Palacios, A. (2003). *Cadena agroalimentaria e industrial de palma de aceite*. COFUPRO, FUPROCAM, INIFAP. Campeche. Mayo-2003. pp.10, 18, 25
- *Pronunciamiento de los asistentes al 1er. Encuentro sobre Ciudades Rurales Sustentables*, en periódico La Jornada de Oriente, México, 7 septiembre de 2011, pp.21.
- Van Dijck, P. (2008). *Troublesome Construction: The Rationale and Risks of IIRSA*, en European Review of Latin American and Caribbean Studies 85, October, 2008.
- Office of the Spokesman. (2010). *Secretary Clinton Announces New Initiatives Under the Energy and Climate Partnership of the Americas*. Washington, DC. Recuperado el 15 de abril de 2010 en http://www.ecpamericas.org/Data/Files/News/ECPA_Fact_Sheet_20100415_eng.pdf.
- Pemex. Iniciativas PEMEX, (2009). *Uso de biocombustibles*. Recuperado el 7 de octubre de 2012 en http://www.pemex.com/files/content/biocombustibles_091008.pdf.

- Red Mexicana de Bioenergía, A.C., Recuperado en marzo y abril de 2012 en <http://www.rembio.org.mx/>.
- Robledo, J. (2012, 27 de marzo) *Comisión Quinta rechaza altos precios de la gasolina y que se aumenten los del gas*. Bogotá, Colombia.
- Román, J., (2012, 27 de febrero). *Calderón: el petróleo seguirá como palanca del desarrollo nacional*, en periódico La Jornada, México. pp. 20.
- Sabines, J. (2007, 2008, 2009, 2010, 2011). *1º, 2º, 3º, 4º, 5º Informes de Gobierno*. Gobierno del Estado de Chipas.
- SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2012). Recuperado en abril del 2012 en <http://www.campomexicano.gob.mx>.
- ----- (2012). Recuperado en abril de 2012 en <http://www.sagarpa.gob.mx>.
- ----- (2012). Recuperado en abril de 2012 en <http://www.bioenergeticos.gob.mx/>.
- ----- (2005). SAGARPA, Tecnológico de Monterrey, INCA-Rural. *Plan Rector. Sistema Nacional. Palma de Aceite*. Veracruz, Veracruz. Febrero-2005.
- SENER: Secretaría de Energía, (2007). *Potenciales y Viabilidad del Uso del Bioetanol y Biodiesel para el Transporte en México*, SENER-BID-GTZ, México, 2007.
- ----- (2012). *Prospectiva de petrolíferos 2010-2025*. México. 2010.
- ----- Sistema de Información Energética: www.sie.energia.gob.mx
- Volante, E. (2012). *Meso América Project: Obama's Message to the Latin American Governments*, Recuperado el 4 de enero de 2012 en <http://upsidedownworld.org/main/international-archives-60/3388-mesoamerica-project-ob>.

• GIAN CARLO DELGADO RAMOS •
CENTRO DE INVESTIGACIONES INTERDISCIPLINARIAS
EN CIENCIAS Y HUMANIDADES. UNAM



**Biocombustibles en México.
Un balance crítico de sus
impactos socioambientales.**

INTRODUCCIÓN

DE CARA AL AMPLIAMENTE RECONOCIDO FENÓMENO DE CAMBIO CLIMÁTICO DE TIPO ANTROPOGÉNICO (IPCC, 2007) Y EN UN CONTEXTO EN EL QUE LAS RESERVAS DE PETRÓLEO DE MÁS FACIL ACCESO COMIENZAN A PRESENTAR UN PEAK (WWW.ASPOUSA.ORG), LA SEGURIDAD ENERGÉTICA SE COLOCA HOY Y CIERTAMENTE EN EL FUTURO, COMO UN ASUNTO DE LA MAYOR IMPORTANCIA.

CONSIDERANDO EL IMPACTO QUE GENERA EL SECTOR TRANSPORTE EN EL CLIMA, PERO TAMBIÉN EN LA CALIDAD DEL AIRE, ENTRE OTRAS IMPLICACIONES DE CARÁCTER SOCIO-AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD ENERGÉTICA, SE HA PROPUESTO COMO ALTERNATIVA, NO SÓLO EL USO DE TECNOLOGÍAS PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA, SINO TAMBIÉN EL DESARROLLO DE NUEVOS COMBUSTIBLES, EN PRINCIPIO MÁS SUSTENTABLES: LOS BIOCOMBUSTIBLES. SE TRATA DE UNA APUESTA DE PESO, SOBRE TODO SI SE CONSIDERA QUE EL SECTOR TRANSPORTE FUE RESPONSABLE EN 2009 DEL USO DE 96 EXAJOULES DE ENERGÍA, CASI TODA DE TIPO FÓSIL. ADEMÁS, NO PUEDE OBIVIARSE LA TENDENCIA EXPANSIVA DEL PARQUE VEHICULAR MUNDIAL, MISMO QUE PASARÁ DE 1,200 MILLONES A 2,600 MILLONES DE UNIDADES EN 2050 (UN-HABITAT, 2011:42).

LO DESCRITO SIN DUDA COMPLEJIZA EL PANORAMA DE ACCIÓN PARA REDUCIR LAS EMISIONES NETAS DE GEI PUESTO QUE, AÚN CONSIDERANDO AUMENTOS EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS VEHÍCULOS, LA TENDENCIA DE LA GENERACIÓN DE EMISIONES ASOCIADAS

AL SECTOR TRANSPORTE APUNTA A SER CRECIENTE: EN UN 50% MÁS PARA EL 2030 Y EN UN 80% MÁS PARA EL 2050 EN EL MEJOR DE LOS CASOS, PUES PODRÍA INCLUSIVE LLEGARSE A UN INCREMENTO DE 130% PARA EL 2050 (AIE, 2009: 29, 43). PERO, DADO QUE SE ASUME QUE LOS BIOCOMBUSTIBLES EMITEN MENOS GEI, SE COLOCAN COMO UNA POTENCIAL SOLUCIÓN. DICHA NOCIÓN, SIN EMBARGO, HA SIDO AMPLIAMENTE CUESTIONADA NO SÓLO EN CUANTO A LA CANTIDAD DE ENERGÍA QUE SE REQUIERE PARA PRODUCIR TAL VECTOR ENERGÉTICO (ETANOL O BIODIÉSEL), SINO TAMBIÉN EN TANTO A LAS EMISIONES QUE SE ASOCIAN AL CICLO DE VIDA DEL MISMO, DÍGASE DESDE EL ES LABÓN DE LA PRODUCCIÓN, AL DE LA DISTRIBUCIÓN Y SU QUEMA. SE AÑADEN OTROS SEÑALAMIENTOS COMO EL QUE REFIERE A LA DELICADA COMPETENCIA POR LA TIERRA Y EL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS VERSUS DE BIOCOMBUSTIBLES; EL ESTÍMULO DE CAMBIO DE USO DE SUELO A COSTA DE LOS ECOSISTEMAS Y CON ELLO LA PÉRDIDA DE SU CAPACIDAD DE CAPTURA DE CARBONO; ENTRE OTRAS IMPLICACIONES.

CON TODO Y EL IMPULSO QUE SE LE VIENE DANDO A LOS BIOCOMBUSTIBLES (POR EJEMPLO EN EL MARCO DE LA “INICIATIVA DE ENERGÍA SUSTENTABLE PARA TODOS” DE RÍO+20), SU POTENCIAL ES LIMITADO SI SE MIRA DESDE LA PERSPECTIVA DE SU APORTE A LA MATRIZ ENERGÉTICA GLOBAL. Y ES QUE SE HA ESTIMADO QUE EL POTENCIAL MÁXIMO PODRÍA SITUARSE EN 20-30% DEL TOTAL DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS UTILIZADOS POR EL SECTOR TRANSPORTE (SANHUEZA, 2009). AL 2010, LOS BIOCOMBUSTIBLES SÓLO REPRESENTARON EL 2.7% DEL TOTAL (REN21, 2011: 31).

LA PRODUCCIÓN DE ETANOL EN 2010 Y EN 2011 FUE DE 86 MIL MILLONES DE LITROS, 17% MÁS QUE EN 2009 Y CINCO VECES MÁS CON RESPECTO AL AÑO 2000. LA PRODUCCIÓN DE ETANOL ACAPARADA POR EUA Y BRASIL. LOS DATOS DE 2011 CORROBORAN QUE SE CONTINUA AHONDÁNDOSE LA BRECHA ENTRE ESOS DOS PAÍSES E INVIRTIÉNDOSE CLARAMENTE LA RELACIÓN EXISTENTE HASTA HACE UNOS AÑOS CUANDO BRASIL ERA EL MAYOR PRODUCTOR DE ETANOL DEL

1 El presente texto se deriva del informe final del proyecto CEIICH-PINCC sobre “Indicadores de sistemas de transporte y de la viabilidad socio-ecológica del uso de biocombustibles” (Fecha de cierre: Julio de 2012), mismo que si bien ha sido preparado por el firmante, debe notarse que en el proyecto participaron los siguientes estudiantes: Leslie Cristina Campos Chávez†, Lilia De Diego Correa y Emiliano Castillo Jara.

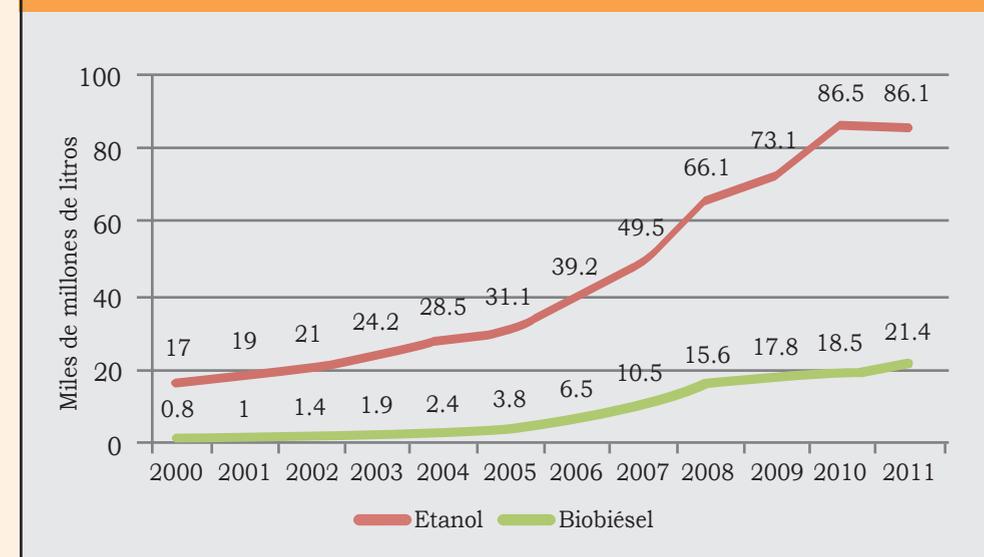
2 Economista egresado de la UNAM con estudios de maestría y doctorado en “Ciencias Ambientales” por la Universidad Autónoma de Barcelona, España. Investigador titular del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM. Integrante del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT. Correo: giandelgado@unam.mx

MUNDO. Y ES QUE DE 2010 A 2011, EUA INCREMENTÓ SU CUOTA DE 60% A 63%, MIENTRAS QUE BRASIL LA MANTUVO PRÁCTICAMENTE ESTABLE AL PASAR DE 31% A 30% (REN21, 2011 Y 2012).³ POR SU PARTE, CHINA SE COLOCÓ COMO EL TERCER PRODUCTOR DE ETANOL MUNDIAL CON UN CIFRA QUE RONDÓ EN 2011 LOS 2,100 MILLONES DE LITROS, SEGUIDO MUY DE CERCA POR CANADÁ CON 1,800 MILLONES DE LITROS (REN21, 2012: 36).

POR SU LADO, LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL HA AUMENTADO CASI 27 VECES DESDE EL 2000, TOTALIZANDO 18.5 MIL MILLONES DE LITROS PARA EL AÑO 2010 Y 21.4 MIL MILLONES DE LITROS EN 2011 (REN, 21, 2012: 36). EN 2010, LOS PRIMEROS 10 PRODUCTORES MUNDIALES DE BIODIÉSEL SE ADJUDICARON EL 75% DE LA PRODUCCIÓN EN 2010, SIENDO ENTONCES LA UNIÓN EUROPEA LÍDER CON EL 53% DE LA PRODUCCIÓN TOTAL, MIENTRAS QUE ASIA (INDONESIA Y TAILANDIA, SOBRE TODO) SE HIZO DEL 12% (REN21, 2011: 32). EN PARTICULAR DESTACABAN ALEMANIA QUE PRODUJO 2.9 MIL MILLONES DE LITROS (MMML), BRASIL CON 2.3 MMML, Y ARGENTINA CON 2.1 MMML (IBID). PARA 2011 LAS CORRELACIONES SE MODIFICABAN PUES EE.UU., A PARTIR DE UN MANDATO GUBERNAMENTAL DE MEDIADOS DE 2010, AUMENTÓ SU PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL DE SOYA EN 159%, POSICIONÁNDOSE EN PRIMER LUGAR CON 3.2 MIL MILLONES DE LITROS. DE ESTE MODO, LA UNIÓN EUROPEA DISMINUYÓ SU PARTICIPACIÓN AL ANOTAR EL 43% DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL (IBID). ALEMANIA, CON LA SEGUNDA POSICIÓN A NIVEL MUNDIAL, PRODUJO 3.2 MIL MILLONES DE LITROS. ARGENTINA SIGUIÓ CON 2.8 MIL MILLONES Y BRASIL CON 2.7 MIL MILLONES DE LITROS (IBID). VÉASE FIGURA 1.

³ EUA produjo en 2011 unos 54 mil millones de litros de etanol base maíz. Pese a que Brasil redujo su participación en 2011, debe precisarse que de 2009 a 2010, ese país había aumentado su producción en 7% (Ren21, 2011 y 2012). El freno a la producción de etanol en Brasil tiene dos explicativos clave. Por un lado, la especulación económica en el mercado del azúcar o de etanol, según sea más conveniente (recién el precio del azúcar ha aumentado y Brasil optó por aumentar su cuota de producción al tiempo que disminuyó la de etanol). Por otro lado, debido al aumento de las reservas probadas y probables de esa nación. De ahí que se explique la disminución de la mezcla gasolina-etanol, según se dio a conocer en Septiembre de 2011, de un 75%-25% a un 80%-20%.

FIGURA 1. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ETANOL Y BIODIÉSEL (2000-2011)



AHORA BIEN, DEBE PRECISARSE QUE LOS BIOCMBUSTIBLES SON SÓLO UNA MODALIDAD DE BIOENERGÍA. PARA PROPÓSITOS ANALÍTICOS, EL IPCC SUGIERE QUE LA BIOENERGÍA O EL USO DE LA BIOMASA COMO FUENTE ENERGÉTICA, SE PUEDE CLASIFICAR EN DOS GRUPOS: LA BIOMASA TRADICIONAL DE BAJA EFICIENCIA Y LA BIOENERGÍA MODERNA DE ALTA EFICIENCIA.

MIENTRAS QUE LA PRIMERA SE REFIERE AL USO DE MADERA, PAJA O RESIDUOS AGRÍCOLAS PARA LA COCCIÓN DE ALIMENTOS, ILUMINACIÓN Y CALEFACCIÓN; LA SEGUNDA SE REFIERE AL USO MODERNO DE BIOMASA PARA GENERAR CALOR, PRODUCIR ELECTRICIDAD O AMBOS, ASÍ COMO PARA LA PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS TALES COMO EL ETANOL O BIODIÉSEL PARA SU USO EN EL TRANSPORTE. EN ESTA SEGUNDA MODALIDAD, LA MAYOR CONVERSIÓN DE BIOMASA SE OBSERVA PRINCIPALMENTE EN LA GENERACIÓN DE CALOR Y LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA DEL PAPEL, DE PRODUCTOS FORESTALES, ALIMENTOS Y QUÍMICOS, CON UN APOORTE DE 7.7 EXAJOULES/AÑO (IBID: 217). AUNQUE, COMO YA SE DESCRIBIÓ, EL ROL DE LOS BIOCMBUSTIBLES SIGUE EN AUMENTO.

DATOS OFRECIDOS POR EL INFORME ESPECIAL DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS DEL IPCC INDICAN QUE LA BIOMASA REPRESENTÓ EN 2008 EL 10% DE LA ENERGÍA GLOBAL PRIMARIA PRODUCIDA O UNOS 50 EXAJOULES, SIENDO LA MADERA LA MODALIDAD MÁS RELEVANTE CON CERCA DEL 80% DEL TOTAL (IPCC, 2012: 214 Y 216). REN21 ACTUALIZA TAL DATO PARA EL AÑO 2011, APUNTANDO QUE TAL POTENCIAL AUMENTÓ A 53 EXAJOULES (REN 21, 2012: 37).

AHORA BIEN, EL POTENCIAL TÉCNICO DE LA BIOENERGÍA PARA EL 2050 HA SIDO ESTIMADO EN UN PROMEDIO DE 500 EXAJOULES/AÑO (40-170 EXAJOULES/AÑO DERIVADOS DE DIVERSOS RESIDUOS; VÉASE CUADRO 1), PERO ELLO DEPENDE DE DIVERSAS VARIABLES, INCLUYENDO EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA, LOS PATRONES ALIMENTICIOS FUTUROS Y EL TAMAÑO DE LA POBLACIÓN, LA APERTURA DE NUEVAS TIERRAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÍA MODERNA (POR EJEMPLO, TIERRAS DEGRADADAS Y MARGINALES), LA DISPONIBILIDAD DE AGUA, EL USO DE NUEVOS INSUMOS (PASTOS COMO EL *MISCANTHUS*⁴, CELULOSA, ALGAS, ETCÉTERA), EL DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS TALES COMO NUEVAS GENERACIONES DE BIOCOMBUSTIBLES⁵; ASÍ COMO DIVERSAS CONSIDERACIONES SOCIO-AMBIENTALES, EN ESPECIAL EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TANTO QUE PUEDE SER FACTOR DE MAYORES EMISIONES GEI (POR EJEMPLO, LA CONVERSIÓN DE BOSQUES A MONOCULTIVOS).

DEBE ADVERTIRSE EL FUERTE OPTIMISMO TECNOLÓGICO QUE EN UNO U OTRO GRADO PERMEA TALES ESTIMACIONES. Y ES QUE LA COMPE-

⁴ Se trata de una especie invasiva, aparentemente carente de plagas o enfermedades y de crecimiento rápido. La apuesta es no sólo seleccionar especies más aptas para la producción de biocombustibles sino incluso hacer nuevas variedades por medio de ingeniería genética, como las que ya explora la empresa CERES (www.ceres.net).

⁵ La primera generación de biocombustibles se limita al uso de insumos agrícolas como el maíz, la caña, la palma africana o el piñón. La segunda generación precisa el uso de pastos y celulosa o bien de residuos de los cultivos (tallos, hojas, etcétera), acompañada del uso de la biotecnología, sea para modificar las plantas de cultivo o las propias enzimas que intervienen en el proceso catalítico de producción de etanol. La tercera generación se restringe, por el momento, a la producción de etanol a partir de algas.

TENCIA POR TIERRA ENTRE ALIMENTOS Y BIOENERGÍA REDUCIRÍA EL POTENCIAL TÉCNICO AL 2050 EN 81 EXAJOULES/AÑO PARA LOS CULTIVOS; EN 27 EXAJOULES/AÑO PARA LOS RESIDUOS FORESTALES Y EN 100 EXAJOULES PARA LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS Y ORGÁNICOS; PERO AÚN MÁS, EN UN ESCENARIO CON UN RÁPIDO AUMENTO POBLACIONAL, UN DESARROLLO TECNOLÓGICO LENTO Y UN ESTANCAMIENTO EN LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA, LA DISPONIBILIDAD DE TIERRA PARA BIOENERGÍA SERÍA PRÁCTICAMENTE NULA (IPCC, 2012: 227).

OTRA CUESTIÓN QUE DEBEN CONSIDERARSE ES LA SOBREEXPLOTACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS Y FORESTALES PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN TANTO QUE SE REFLEJARÍA EN UN DECREMENTO DE LOS NUTRIENTES DEL SUELO, LO QUE A SU VEZ LLEVARÍA PARA EL CASO DE LA AGRICULTURA A UN AUMENTO EN EL USO DE AGROQUÍMICOS Y POR TANTO EN LA EMISIÓN DE GEI.

NO SOBRA PRECISAR QUE EL ALTO POTENCIAL EN EL RUBRO DE CULTIVOS RESPONDE A UN ESCENARIO EN EL QUE SE AUMENTA LA PRODUCTIVIDAD DE MUCHAS DE LAS TIERRAS CULTIVABLES DE ÁFRICA Y AMÉRICA LATINA Y EN EL QUE SE PRESUME EL EMPLAZAMIENTO MASIVO DE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN, LA SELECCIÓN DE CULTIVOS Y EL USO DE FERTILIZANTES (IPCC, 2012: 230). EN EL CASO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO, ES CLARO QUE ELLO, NO SIEMPRE ES TÉCNICA NI ECOLÓGICAMENTE FACTIBLE DE CARA A LOS DISTINTOS USUARIOS Y LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN TALES O CUALES REGIONES Y AÚN MÁS, CONTAR CON LOS RECURSOS ECONÓMICOS NECESARIOS USUALMENTE SIGNIFICA AUMENTAR LA CONCENTRACIÓN DE TIERRAS E INDUSTRIALIZAR LA PRODUCCIÓN, PROCESO QUE HISTÓRICAMENTE HA DEMOSTRADO ESTAR LLENO DE IMPLICACIONES SOCIALES Y AMBIENTALES. A TODO LO ANTERIOR, ENTRE OTRAS CUESTIONES, DEBE SUMARSE EL FUTURO IMPACTO DEL PROPIO CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCTIVIDAD DE BIOMASA PUES UN AUMENTO EN LA TEMPERATURA DE MÁS DE 2°C PODRÍA AFECTARLA, SOBRE TODO EN LOS ECOSISTEMAS DE LOS TRÓPICOS (IPCC, 2012: 232). DE MODO SIMILAR, UNA MAYOR PRE-

SENCIA DE CO₂, BIEN PUEDE CONTRIBUIR A PROCESOS FOTOSINTÉTICOS MAYORES, PERO TAL POSIBILIDAD DEPENDE DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA Y NUTRIENTES, POR LO QUE EL CAMBIO EN LOS PATRONES DE LLUVIA Y OTROS USOS DEL AGUA SE TORNAN CUESTIONES CLAVE, TODO AL TIEMPO QUE LA EVENTUAL REDUCCIÓN DEL USO DE AGROQUÍMICOS QUEDARÍA EN TAL ESCENARIO RELEGADA.

DE CARA A TAL CONTEXTO, LO QUE SÍ ES UN HECHO ES LA INTENSA APROPIACIÓN DE BIOMASA POR EL SER HUMANO, PUESTO QUE LA ESPECIE SÓLO REPRESENTA EL 0.5% DE LA BIOMASA HETERÓTROFA DEL PLANETA PERO SE ADJUDICA POR LO MENOS UN 24% DE LA BIOMASA TOTAL NETA (HABERL ET AL., 2007; PELLETIER Y TYEDMERS, 2010). Y SI BIEN NO SE TIENE AÚN CLARO CUÁL ES EL PUNTO DE INFLEXIÓN O DÓNDE TRAZAR LA FRONTERA ECOLÓGICA CON RELACIÓN A LA APROPIACIÓN DE BIOMASA NETA POR LA HUMANIDAD, ES EVIDENTE QUE EXISTE Y QUE CONFORME AUMENTA, LA PRESIÓN SOBRE OTRAS ESPECIES ES MAYOR.

EL IMPULSO MUNDIAL DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

El impulso de los biocombustibles deriva especialmente de la implementación de diversas iniciativas y regulaciones a nivel mundial, el grueso atendiendo las demandas finales de automovilistas estadounidenses y europeos. La UE, por ejemplo, estableció que un 10% del combustible utilizado por su sector transporte en 2020 sería biocombustible. De modo similar lo hizo Sudáfrica, fijando su meta en 2%. EE.UU. por su parte, ha establecido que 136 MMl de biocombustibles serán producidos para el 2022, y China ha fijado 13 MMl de etanol y 2.3 MMUS\$ de biodiésel por año hasta el 2020 (Ren21, 2011: 60). Los porcentajes de mezcla de etanol-gasolina varía de país a país pues mientras en Finlandia de E6 (6%), en Etiopía es E10. Lo mismo sucede en el caso del biodiésel donde las mezclas van de B3 y B5 en Tailandia a B6 en España y donde se espera en 2012 se llegue a B7.

Según Ren21, al cierre de 2010 se tenían identificadas 31 iniciativas nacionales y 29 estatales o provinciales alrededor del mundo, así como 19 lineamientos nacionales de exención fiscal (Ren 21, 2011: 61). Para 2011 ya se registraban 46 iniciativas nacionales, 26 estatales o provinciales y 19 lineamientos na-

cionales de exención fiscal (Ren21, 2012: 15).

Los subsidios totales al etanol por litro de combustible fósil reemplazado se estima entre 1 y 1.40 dólares en EE.UU. y 1.64 y 4.98 dólares en la Unión Europea. En el caso del biodiésel el rango va de 66 a 90 centavos de dólares en EE.UU. y de 77 centavos y 1.53 dólares en la Unión Europea (Ren21, 2011: 38).

A las medidas señaladas se suman las acciones y cabildeo de la Global Bioenergy Partnership, así como los paquetes de préstamos del BM (Rothkopf, 2006; Cushion et al., 2010) y bancos regionales similares en América Latina (BID), Asia (ADB) y África (AFDB). El BID, por ejemplo, ha abierto una línea de crédito superior a los 3 mil mdd, el grueso canalizado a través de su Fondo de Energía Sostenible y Cambio Climático (SECCI) (véase: Kojima y Johnson, 2005).

Y es que se asume, como lo precisa Luis Alberto Moreno, presidente del BID y exministro de desarrollo económico de Colombia (impulsor de la firma del TLC de ese país con EE.UU y de encausar diversos programas de asistencia militar y económica de EE.UU), que: "...los biocombustibles pueden atraer inversión, desarrollo y trabajo a zonas rurales con altos niveles de pobreza,

reduciendo a la vez la dependencia de combustibles fósiles importados” (BID, 2007). Desde tal visión, que la realidad no ha corroborado a lo largo de diversas experiencias de “reconversión productiva” (dígase plátano, café o, asociado al boom de los biocombustibles, de palma africana), el BID ha abierto una línea de crédito superior a los 3 mil mdd, el grueso canalizado a través de su Fondo de Energía Sostenible y Cambio Climático (SECCI). Sólo 2 mil mdd se gastarían en diversos proyectos para ayudar a triplicar la

producción anual de etanol de Brasil en 2020, panorama en el que se triangulan fondos de capital privado de Carlyle-Riverstone, Goldman Sachs, SiMaio Capital y Captial and Global Foods⁶.

No sobra precisar que Moreno fue de los actores, junto con Jeb Bush y el entonces ministro brasileño de agricultura Roberto Rodrigues, que fundaron la American Ethanol Commission (Delgado, 2009: 79). Véase algunos otros ejemplos de proyectos financiados por el BID en Cuadro 1.

CUADRO 1. PROYECTOS DEL BID PARA IMPULSAR LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

País	No. Proyecto	Nombre de Proyecto	Año de inicio Estatus	Monto Total del proyecto (dólares)*
Brasil	BR-L1170	Itumbiara Bioenergy Project (planta con capacidad de 2.5 millones de toneladas de caña al año o 55 millones de galones de etanol y 338 mil toneladas de azúcar)	Julio de 2008 (completado)	348,000,000
Brasil	BR-L1107	Ituiutaba Bioenergy Project (planta con capacidad de producción de 55 millones de galones al año y desarrollo de 30 mil hectáreas de monocultivos de caña)	Julio de 2008 (completado)	387,100,000
Brasil	BR-M1110	Generación de bioenergía y créditos de carbono en base de residuos de acai	Marzo de 2012 (implementando)	2,166,100
Brasil	BR-L1113	Moema Biofuel Project	Agosto 2007 (completado)	120,000,000
Brasil / Regional	BR-T1086	Feasibility Studies for Biofuel Production in Central America and the Caribbean	Febrero de 2008 (completado)	1,637,000

Chile	CH-T1096	FOREENERGY – Biofuels of Second Generation for Chile	Octubre de 2009 (completado)	1,250,000
Colombia	CO-T1059	Expanding Innovation, Science and Technology in Bioenergy	Abril de 2008 (implementando)	680,000
Colombia	CO-T1118	Expanding Innovation, Science and Technology in Bioenergy	Abril de 2008 (implementando)	500,000
El Salvador	ES-T1096	Biofuels Action Plan Development	Julio de 2008 (completado)	937,500
El Salvador	ES-T1057	Feasibility or Producing Biodiesel	Septiembre 2006 (completado)	88,360
Guatemala	GU-T1095	Biofuels Action Plan	Julio, 2008 (completado)	510,000
Haití	HA-T1077	Bioenergy Action Plan (financiado junto con la OEA - COFAB)	Agosto, 2010 (implementando)	686,250
Haití	HA-X1017	Bioenergy Action Plan (COFAB component)	Agosto, 2010	150,000
Honduras	HO-T1101	Bioenergy Action Plan	Octubre, 2008	937,500
México	ME-T1162	Feasibility of Biomass Cogeneration Projects in the Sugar Cane Industry in Mexico	2010 – 2012 (completado)	164,000
Panamá - Regional	PN-X1005	Strengthening of the Mesoamerican Biofuels Program – Part I.	Agosto, 2010 (cancelado)	1,450,000
Perú	PE-L1082	Maple Ethanol Project (Destilería para producción de 35 millones de galones/año)	Marzo de 2010 (implementando)	245,500,000
Perú	PE-T1146	Strategic Plan of Sustainable Energy and Biofuels to Peru	Enero, 2009 (implementando)	1,250,000
Regional	RG-T1554	Exploring Alternatives in Bioenergy in Latin American and the Caribbean	Enero, 2009	1,250,000
Regional	RG-L1019	Regional Sugar and Bioenergy Program (enfocado sobre todo en la región noreste de Brasil, Centro América y México)	Enero, 2009	150,000,000
Regional	RG-T1278	Development of Biofuels Value Chains under DR-CAFTA	Septiembre, 2007 (completado)	140,000

⁶ <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=1543505>

Regional	RG-T1297	Technical Standards for Biofuels Production in Central America	Mayo, 2008 (completado)	180,000
Regional	RG-T1904	Sustainable Aviation: Biojet fuels in LAC	Mayo, 2011 (implementando)	150,000
República Dominicana	DR-T1036	Support to Renewable Energy and Bioenergy Programs	Sep, 2011 (aprobado)	937, 500
Suriname	SU-T1042	Support to Energy Sector: Renewable and Bioenergy (producción de etanol base caña de azúcar)	Enero, 2010	505,000

* Suma del financiamiento del BID y de las contrapartes nacionales

Fuente: elaboración propia con base en datos de la página del BID (www.iadb.org).

LOS BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO

La Secretaría de Energía con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), encomendó la realización de una evaluación sobre la la viabilidad de producción y aprovechamiento de los biocombustibles en el sector transporte. El informe resultante, “Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiésel para el Transporte en México”, concluyó que la caña de azúcar es el cultivo más prometedor para la producción de etanol en el corto plazo (SENER/GTZ/BID, 2006: 8). En cuanto al biodiésel, después de haber estudiado diversos insumos, se llegó al resultado de que: “... en todos los casos los precios de producción del biodiésel son mayores que el costo de oportunidad del diésel comercializado por PEMEX” (Ibid: 10 – 11). Precisó que en todo caso, los cul-

tivos más competitivos dadas las condiciones del país son la palma, el girasol y la soya (Ibidem).

Con tales antecedentes y valoraciones, el 26 de abril de 2007, la Cámara de Diputados aprobó la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos que prevé, después de varias modificaciones, la creación de una Comisión de Bioenergéticos, un Programa de Introducción de Bioenergéticos y Programas Sectoriales y Anuales relativos a la producción, almacenamiento, transporte, distribución, comercialización y uso eficiente de bioenergéticos (Ley, 2008a).

La Ley supone y se presenta como un esfuerzo para mitigar la emisiones de GEI al tiempo que permite detonar el desarrollo regional por la vía de la reactivación del sector agrícola por medio de la inversión privada, tanto nacional como extranjera (Sin autor, 2007).

Las autoridades encargadas de impulsar medidas o programas de fomento a los biocombustibles, tal y como se explicita, son el gobierno federal en coordinación con los gobiernos estatales y municipales y, en especial, la Comisión de Bioenergéticos integrada por la Secretaría de Energía (SENER); la de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); la de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); y la de Hacienda y Crédito Público (SHCP) (Ley 2008a:11).⁷

Ahora bien, como se indicó, la aprobación definitiva (por todas las partes) no se daría tras el primer intento. Y es que el visto bueno por parte de la Cámara de Diputados en 2007 causó polémica entre diversos sectores, ello debido a inconsistencias, ambigüedades, contradicciones y vacíos. En especial, se señalaba la falta de consenso sobre las oportunidades y riesgos e implicaciones asociadas a la producción de biocombustibles, sobre todo en lo que respecta a la competencia directa con la producción de alimentos por el uso del suelo y el agua. Ante tal situación y el cuestionable

conflicto entre biocombustibles y seguridad alimentaria, el 1 de septiembre de 2007, el presidente Felipe Calderón Hinojosa, vetaría la Ley de Bioenergéticos bajo el argumento de que se enfocaba demasiado en el uso de maíz y la caña de azúcar (Barba, 2007). Se propuso entonces incluir el uso de algas marinas, procesos bacteriológicos, enzimáticos, y de desdoblamiento celulósico, como otros potenciales insumos para la producción de biocombustibles.

El 16 de octubre de 2007, la Comisión de Agricultura y Ganadería de la Cámara de Diputados volvería a aprobar la nueva versión de Ley, incluyéndose ahora en el artículo 11 fracción VIII la prohibición de utilizar el grano de maíz, a menos de que existan excedentes para satisfacer el consumo nacional (Merlos y Gómez, 2007). Debe precisarse que en el proceso, el 22 de julio de 2008, la Comisión intentó excluir al maíz blanco utilizado en la elaboración de la tortilla con el fin de evitar su encarecimiento (Sin autor, 2008). A pesar de ello, la versión final de la Ley, publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 1 de febrero de 2008, establece que es posible

⁷ De acuerdo con el artículo 8 de la Ley de Bioenergéticos, dicha Comisión tiene como función participar en el diseño y evaluación de “...programas de producción, comercialización de insumos, almacenamiento, transporte y distribución de biocombustibles” (Ley 2008a: 11), así como en la definición de los mecanismos para la realización de acuerdos de coordinación entre diversas autoridades. En este punto, cabe señalar que tanto la SAGARPA como la SENER son las entidades encargadas de determinar la viabilidad de los proyectos sobre biocombustibles (Ibid:19).

utilizar de manera parcial o total maíz importado para la producción de biocombustibles. En este caso, el Reglamento de la Ley de Bioenergéticos, expedido el 18 de junio de 2009, señala que no se requieren permisos previos para la producción de biocombustibles a partir de las diversas modalidades del maíz por parte de la SAGARPA, sino que únicamente se le "...notificará para que verifique la congruencia entre las importaciones de maíz y la producción de bioenergéticos del interesado" (Reglamento de Ley de Bioenergéticos, 2009: 20). De esta forma, la Ley no establece mecanismos claros para garantizar la seguridad alimentaria de México, tal y como señala su Artículo 1.

La Ley de Bioenergéticos señala en materia ambiental que la SEMARNAT es la instancia encargada de prevenir y evitar la contaminación de la atmósfera, aguas y suelos a través de la "...autorización en materia de impacto ambiental de las instalaciones para la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución y la comercialización de biocombustibles" (Ley, 2008a:13). Otros aspectos se detallan en el Capítulo VIII, Art 50 de la mencionada Ley relativos a la limitación para producir insumos a partir de un cambio de uso de suelo (de forestal a agrícola) o por medio de la expansión de la frontera agrícola.

Asimismo se indica la necesidad de conservar las aptitudes naturales de las tierras, de evitar la erosión y degradación del suelo y la afectación a los ecosistemas. Además se indica el imperativo de proteger las áreas naturales y la necesidad de un uso informado de agroquímicos y de organismos genéticamente modificados de tal manera que se garantice la protección al ambiente (Capítulo VIII, Art 50, fracción II, incisos a, b y c).

Con el fin de que la estrategia de transición cumpla su objetivo se formuló la "Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética" (Ley, 2008b) publicada en el Diario de la Federación el 28 de noviembre del 2008. Esta ley además de regular las condiciones en las que se daría la transición, apoya la investigación en vertientes de eficiencia energética y energías renovables. Para este último objetivo se creó el "Fondo Sectorial CONACYT-SENER de Sustentabilidad Energética" y el "Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía" (SENER, 2011: 21).

Pese a tal andamiaje regulatorio (véase resumen en Tabla 2), los actores involucrados en el negocio de los biocombustibles o con interés de hacerlo, han precisado que las ac-

ciones concretas en materia de escalamiento industrial de los resultados de investigación y en sí de proyectos productivos, seguían siendo relativamente limitadas, en buena medida porque los apoyos financieros gubernamentales son prácticamente inexistentes.

CUADRO 2. POLÍTICAS PÚBLICAS DIRECTAS E INDIRECTAS EN APOYO A LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO

Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, 2011 (www.sener.gob.mx/res/0/Estrategia.pdf)
Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, 2011 (www.energia.gob.mx/portal/..%5Cres%5C0%5CPortal_Enero2012.pdf)
Fondo Sectorial CONACYT-SENER de Sustentabilidad Energética, 2011. (www.conacyt.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/conacyt-sener-sustentabilidad-energetica) Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2006. (www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/inf_inegei_desechos_2006.pdf)
Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos, 2008. (www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/doc/LPDB.doc) Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, 2008. www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAERFTE.pdf
Política Pública "Pro Árbol" de la CONAFOR que otorga subsidios a quien opta por la reconversión productiva del uso de tierra para plantar <i>Jatropha Curcas</i> L.
Política Pública: Subsidio de Financiera Rural con el "Programa Trópico Húmedo", es parte del "Proyecto Estratégico para el Desarrollo Sustentable de la Región Sur-Sureste-Trópico Húmedo" que otorga subsidios a quien opta por la reconversión productiva del uso de tierra para plantar Palma Africana. (Véase: www.inforural.com.mx/spip.php?article66969)
Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos (www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Documents/PROINBIOS_20091013.pdf)
Reglamento de la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos, 2009 (www.cre.gob.mx/documento/1570.pdf)

La experiencia mexicana hasta el momento precisa que los biocombustibles de primera generación son relativamente inviables si se trata de esquemas, por un lado, a gran escala y como producción única, es

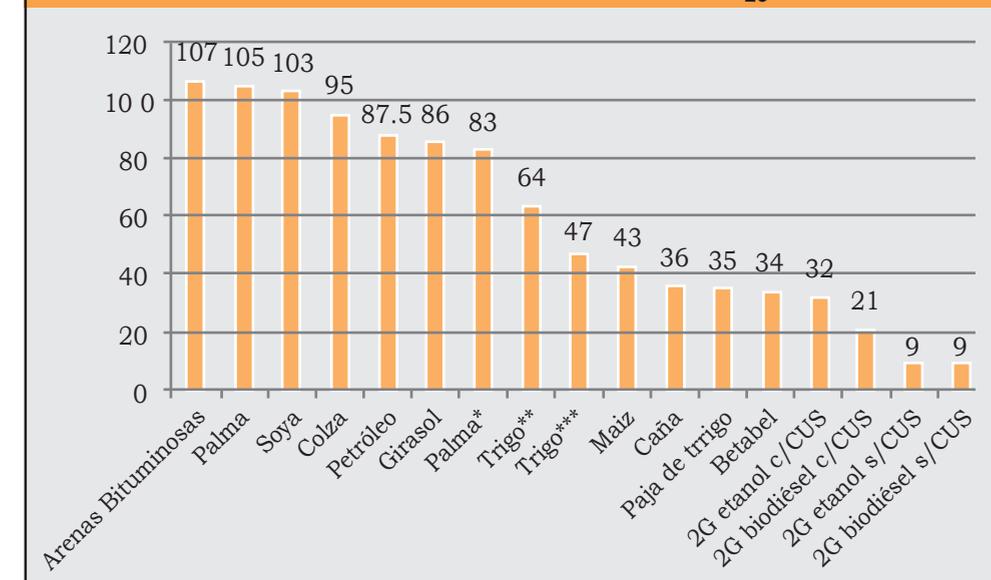
decir cuando no se apuesta por la figura del ingenio termoeléctrico multipropósito, y por el otro, que carecen de apoyo político y económico por el Estado, lo que desde el punto de vista de los propios interesados debería incluir la incorporación del etanol en las líneas de producción, almacenamiento, distribución y venta de PEMEX así como la posibilidad de alguna modalidad de venta de energía eléctrica generada por los ingenios. Aún así, más allá de las implicaciones que abre la posibilidad del negocio de cogeneración de electricidad tanto en lo jurídico como en lo que refiere a la propia seguridad energética nacional⁸, como ya se dijo, los biocombustibles enfrentan fuertes críticas, sobre todo por sus potenciales impactos al medio ambiente, entre otras cuestiones como lo es su huella de carbono y que según estimaciones recientes de la Unión Europea (UE), filtradas por EurActiv (2012), no son positivas para el grueso de biocombustibles de pri-

mera generación si se considera en el análisis de ciclo de vida el cambio de uso de suelo: el biodiésel de palma, soya y canola o colza, resultan ser incluso más contaminantes que el petróleo crudo (véase Figura 2)⁹.

El balance de huella de carbono anterior en efecto no está libre de relativas disputas metodológicas de diversa índole (por ejemplo: Hammerschlag, 2006; Timilsina y Mevel, 2011), ello en tanto que algunos estudios suponen entusiastamente que la huella no es tan elevada y que en consecuencia los biocombustibles de primera generación podrían seguir siendo viables pese a su limitada ventaja sobre el uso de combustibles fósiles (Farrell et ál., 2006). A lo dicho se suma un contexto similar en torno el balance energético (energía invertida por energía obtenida) y que mientras algunos lo observan negativo o nulo (por ejemplo: Fargione et ál., 2008; Giampietro y Mayumi, 2009; Pimentel et ál., 2008 y 2009; entre

otros), otros como los estudios entusiastas arriba indicados, precisan un balance bajo para el caso del etanol base maíz y el relativamente alto balance de la caña (en ese caso, se indica, en gran medida viable gracias al uso del bagazo como combustible de los ingenios pero que, sin embargo, emite contaminantes atmosféricos). Véase los factores de rendimiento y balance energético más aceptados en la Tabla 3.

FIGURA 2. EMISIONES DE CO₂ DIRECTAS E INDIRECTAS DE LOS BIOCOMBUSTIBLES (GRAMOS DE CO_{2e}/MJ)



* C/Captura de metano

En todo caso, la gran mayoría de referencias precisan que cuando menos los biocombustibles de primera generación no son viables como solución energética a gran escala; en cambio no resulta así de clara la lectura para el caso de los biocombustibles de segunda generación y cuya discusión trasciende el presente trabajo. En este contexto, no deja de llamar la atención que casi la totalidad de biocombustibles

que hoy día se producen son de primera generación.

Se suma además el señalamiento de que la lógica de detonar el desarrollo rural por la vía del impulso a los biocombustibles es desatinada, pues más bien, ése debería centrarse en la producción sustentable de alimentos básicos tanto por cuestiones de seguridad como de soberanía alimentaria. Y es que mientras la

⁸ En México la producción o generación de energía es una actividad reservada al Estado, no obstante se han abierto espacios, para algunos especialistas, de manera inconstitucional, para la participación de la iniciativa privada, sea por medio de contratos de servicios múltiples (terciarización de las actividades) o, para el caso de la energía eléctrica de los esquemas de co-generación y autoabastecimiento. Se trata de mecanismos para abrir la posibilidad de venta de energía eléctrica excedente generada en pequeña escala bajo el supuesto de abastecer las necesidades de la propia industria. El resultado ha sido que a la fecha México tiene una capacidad eléctrica instalada ociosa del 47%, precisamente el porcentaje de energía eléctrica generada por los privados bajo esquemas de co-generación y autoabastecimiento y que "comprometen" al Estado a comprarles su excedente (Rodríguez, 2010).

⁹ Los datos que se presentan en la Figura 2 asumen datos basados sobre diversas publicaciones científicas, muchas de las cuales para el caso de los biocombustibles de segunda generación son producto de estudios preliminares o piloto, de ahí que para esos casos, los números deben tomarse con cierta reserva.

producción de alimentos puede tener como fundamento el bienestar general de la población, los biocombustibles en contraste benefician de facto y mayormente a consumidores privados, nacionales o extranjeros (en caso de que sean exportados).

CUADRO 3. RENDIMIENTO ENERGÉTICO ANUAL Y BALANCE ENERGÉTICO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES.		
Cultivo	Rendimiento energético (GJ/ha)	Balace energético (EROEI)
Maíz	70	1.5
Caña de azúcar (etanol)	120	8 (mejor de los casos)
Betabel (etanol)	140	2
Yuca (etanol)	80	---
Trigo (etanol)	---	2
Palma aceitera (diesel)	193	9
Colza (diesel)	42	2.5
Soya	14	3
Celulosa	---	2 – 36 (teórico)

Fuente: Sanhueza, 2009B.

El caso del biodiesel de palma, se inserta en el escenario previamente descrito, con la adición de que el país sólo produce el 0.1% del aceite de palma a nivel mundial, al tiempo que, de acuerdo con la Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas Comestibles A.C. (ANIAME, 2006: 2), nuestro país ha incrementado su dependencia respecto al mercado internacional de productos oleaginosos. Sus importaciones de aceite de palma representan el 1% del total mundial. Ello entre otros elementos indican que la viabilidad de la apuesta es pues altamente cuestionable y, por

el momento inviable a gran escala por la razones similares a las antes señaladas para el caso del etanol y, sobre todo, por el importante uso del aceite de palma en la industria procesadora de alimentos.

AGUA Y TIERRA, LIMITANTES CLAVE DEL USO DE BIOCOMBUSTIBLES EN EL MÉXICO DEL 2025.

El consumo de combustibles líquidos en el país ha sido creciente y las expectativas al 2025 según la SENNER (2010), dibujan un incremento de 57% en las gasolinas y 43% en el diésel. Ello precisa que el eventual

uso de etanol y biodiesel obligadamente tendría que ser creciente de tal modo que su uso fuese significativo, al menos en términos de mitigación climática. Estimaciones realizadas en el marco del proyecto de investigación CEIICH-PINCC sobre la “Viabilidad socio-ecológica del uso de biocombustibles: una revisión desde el sector transporte terrestre del país”, coordinado por el que escribe, concluyen que la implementación a nivel nacional de una mezcla E10 (mezcla al 10%) implicaría destinar el 3.2% del total de tierra cultivable del país sólo al cultivo de la caña. Asumiendo un aumento en el rendimiento de los cultivos del orden del 32% (como lo sugiere la SAGARPA), la misma mezcla en 2025 requeriría el 3.9% de la superficie cultivable del país. Sin embargo, considerando las características del cultivo, las estimaciones sobre el potencial cultivable limitan la superficie a no más de 2.9 millones de hectáreas de las cuales sólo 1.2 pueden ser de riego. Considerando que el rendimiento en cultivos de temporal se ubica en torno a las 60 – 65 toneladas por hectárea, sembrar 1.7 millones de hectáreas de temporal cubriría en 2025 una mezcla máxima de E11. Por el contrario, las siembra de 1.2 millones de hectáreas con sistemas de riego, que bien podrían alcanzar eventualmente rendimientos de 100 toneladas por hectárea, serían suficientes para una mezcla de E12. Lo

dicho significa que la totalidad del potencial cultivable de caña en el país a penas lograría desplazar el 23% de las gasolinas demandadas en 2025.

La misma estimación para el caso de la ZMVM, precisa que una una mezcla E20 requeriría para 2025 una superficie sembrada equivalente al 44% de la superficie territorial de dicho asentamiento urbano si es que aumentan los rendimientos por hectárea. Tal es la dimensión de la demanda de tierra de un vector energético como el etanol. En lo que respecta al agua, el costo del etanol es claramente alto. Basta precisar que la disponibilidad natural de agua en la ZMVM asciende a unos 4,224 giga-litros, lo que significa que con tal cantidad de agua a penas se cubriría hoy día una mezcla E20 para ese asentamiento pero se quedaría ligeramente corta (en 5%) para esa misma mezcla en 2025. Dicho de otro modo, para cubrir el la quinta parte del consumo de gasolina de la ZMVM con etanol, base caña, se requeriría invertir alrededor de la mitad de la superficie territorial y toda la disponibilidad natural de agua de esa misma área. Desde luego el argumento es sólo para propósitos comparativos pues los impactos concretos se darán en las zonas productoras de caña donde bien se podrían originar o intensificar disputas por el uso del suelo y del líquido.

Ahora bien, en lo que respecta a la producción de biodiésel de palma, los resultados obtenidos sugieren que si la producción actual de palma a nivel nacional se destinara por completo a la producción de biodiésel (anulando consecuentemente todo consumo por parte de la industria alimentaria), ésa alcanzaría para cubrir a penas una mezcla B11 sólo para la ZMVM pues a nivel nacional no representaría ni siguiera el 1% de la mezcla. Para lograr una mezcla nacional B5, se necesitaría aumentar la extensión del cultivo de palma seis veces, agudizando con ello la demanda de tierra y agua. En el caso de la última, el requerimiento de una mezcla B7 a nivel nacional sería equivalente a la disponibilidad natural del líquido de toda la ZMVM.

Considerando que el rendimiento actual de palma por hectárea es bajo, se estima que ése se duplicará al 2025, alcanzando estándares como los de los principales países productores de palma de Asia. Ello explica que las proyecciones a 2025 muestren un aumento en la huella hídrica mientras que la superficie territorial inclusive se reduce prácticamente en una tercera parte. No obstante, si en tal escenario los rendimientos no se alcanzan, la demanda de tierra aumentaría, ciertamente encontrando límites importantes de cara a otros usos del

suelo, incluyendo aquellos de conservación o de equilibrio ecológico tal y como ha sucedido en los países productores de palma más relevantes a nivel internacional (fenómeno que ya comienza también a ser una amenaza en zonas de alta biodiversidad en el estado de Chiapas).

Dicho lo anterior, se precisa que la superficie requerida para una mezcla nacional B20, sería equivalente a la superficie total del estado de Tlaxcala y Morelos, pero, si el rendimiento por hectárea se mantiene sin cambio alguno, la superficie se duplicaría; es decir a la equivalente a Querétaro, Morelos y el Distrito Federal. Y más aún, si los datos de la Unión Europea (EurActiv, 2012,) antes indicados, son correctos, el ahorro de emisiones en México sería entonces inexistente y, por el contrario, se aportarían más contaminantes en la medida en que la mezcla aumente.

La apuesta por el uso de biocombustibles en el país con base en tecnologías de primera generación es entonces, en el mejor de los casos, en extremo limitada, esencialmente debido al uso intensivo de tierra y agua. En tal sentido, el potencial de los biocombustibles, en el mejor de los casos, sólo se podría desplazar el 20% de las gasolinas con etanol de caña (mezcla máxima que pueden usar los motores convencionales a gasolina) y no más del 5% del diésel

con biodiésel de palma. Desde luego se pueden sumar otros tipos de insumos que, sin embargo, tendrán que competir no sólo por tierra, sino por agua.

El eventual ahorro de emisiones (sólo para el caso del etanol, pues en el caso del biodiésel resultaría lo contrario) no parece por sí mismo ser un punto que justifique a cabalidad tal apuesta. Tampoco lo es la supuesta reactivación del campo mexicano pues se trata de una medida mal enfocada. Ello no sólo debido a los tipos de insumos que se requieren para la producción de biocombustibles y que se distancian de cualquier intento por garantizar la seguridad alimentaria en un contexto de cambio climático, sino también por la modalidad agroindustrial de los cultivos que, lejos de favorecer al campesinado, tienden a beneficiar al gran productor.

CONCLUSIONES

La apuesta por el uso de biocombustibles en México más que beneficios claros, dibuja un escenario complejo de múltiples impactos que ya no se limitan a lo atmosférico y a los costos socioambientales propios de la industria petrolera, sino también al ámbito productivo rural, al uso y abuso del agua y suelo, a la potencial pérdida de biodiversidad, así como la relativa erosión de la seguridad y soberanía alimentaria.

Los impactos ambientales y la agudización de las desigualdades socioeconómicas son evidentes, desde la producción de biocombustibles con altos costos y subsidios para su uso en el transporte mayormente privado, hasta la promoción de la concentración de la tierra y de la producción agrícola desligada de las necesidades nacionales, entre otras cuestiones vinculadas a la preservación del negocio agroindustrial, químico-petrolero y automotriz.

Las alternativas para México están entonces en otras soluciones, no necesariamente de tipo tecnológico. Y es que resulta de mayor importancia la reducción del despilfarro de energía (eficiencia), el desarrollo de energías renovables como la solar, la planeación de largo plazo del uso del suelo, la conservación de la biodiversidad, el rescate de ríos y suelos, la mejora en la gestión de los residuos, el replanteo del sistema de transporte urbano, regional y nacional, entre otras cuestiones asociadas a la reducción de la vulnerabilidad de los pueblos y por tanto de las desigualdades socioeconómicas. En resumen, la construcción de una ruta alternativa, de mirada integral y socio-ambientalmente más armónica está en el replanteo de lo que entendemos por desarrollo, para qué, para quiénes, a costo de qué y por cuánto tiempo.

Bibliografía

- AIE - Agencia Internacional de Energía (2009), *World Energy Outlook 2009*, Francia.
- ANIAME (2006), *La palma de aceite en el sureste mexicano*. Reportaje/Métodos Globales Respuestas Locales/ Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas Comestibles, A.C ANIAME.
- Barba, A. (2007) *Presidencia de México veta Ley de Bioenergéticos*. México. 13 de septiembre. Disponible en: www.scidev.net/es/south-east-asia/news/presidencia-de-mxico-veta-ley-de-bioenergéticos.html
- BID (2007). "BID apoyará proyectos privados de biocombustibles con valor total de US\$3.000 millones". Comunicado de Prensa, BID. 2 de Abril. En: <http://www.iadb.org/es/noticias/comunicados-de-prensa/2007-04-02/bid-apoyara-proyectos-privados-de-biocombustibles-con-valor-total-de-us3000-millones,3779.html>
- Cushion, E., Whiteman, A., y Dieterle, G. (2010). *Bioenergy Development*. The World Bank. Washington, D.C. EUA.
- Daiber, B. y Houtart, F. (2012). *Un paradigma poscapitalista: el bien común de la humanidad*. Ruth Casa Editorial. Panamá/Cuba.
- Delgado C. (2009). Sin energía. *Cambio de paradigma, retos y resistencias*. Plaza y Valdés, México.
- EurActiv (2012). "Biodiesels pollute more than crude oil, leaked data show". EurActiv. 27 de Enero.
- Fargione et ál. (2008). "Land clearing and the biofuel carbon debt." *Science*. Vol. 319. No. 5867. pp. 1235 – 1238.
- Farrell et ál. (2006). "Ethanol can contribute to energy and environmental goals". *Science*. Vol. 311. No. 5760. pp. 506 -508.
- Giampietro, M. y Mayumi, K. (2009). *The biofuel delusion. The fallacy of large-scale agro-biofuel production*. Earthscan. EUA/Reino Unido.
- Haberl et ál. (2007). "Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems". *PNAS*. Vol. 104. No. 31. pp. 12942-12947.
- Hammerschlag, Roel (2006). "Ethanol's energy return on investment: a survey other the literature 1990-present." *Environmental Science & Technology*. No. 40. EUA. Pp. 1744-1750.
- IPCC - Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático (2007) *AR4-Climate Change 2007 The Physical Science Basis*. Cambridge, Reino Unido-Nueva York, Estados Unidos.
- IPCC - Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático / Edenhofer, Pichs y Sokona (editores) (2012). *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Reino Unido.
- Kojima, M. y Johnson, T. (2005). *Potential for Biofuels for Transport in Developing Countries*. Energy Sector Management Assistance Programme. Banco Mundial. Washington, D.C., EUA. Octubre.
- Ley (2008). *Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos*, en: www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPDB.pdf
- Ley (2008b): *Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética*, en: www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAERFTE.pdf
- Merlos, Andrea Merlos, y Gómez Ricardo. 2007. "Regresa Calderón al Congreso Ley de Bioenergéticos". *El Universal*. México, 16 de Octubre. Disponible en: www.elgrafico.mx/notas/455537.html
- Pelletier, Nathan y Tyedmers, Peter (2010). "Forecasting potential global environmental costs of livestock production 2000 – 2050". *PNAS*. Vol. 107. No. 43. pp. 18371 – 18374.
- Pimentel et ál. (2008). "Biofuel Impacts on World Food Supply: Use of Fossil Fuel, Land and Water Resources." *Energies*. Vol. 1: 41 – 78.
- Pimentel et ál. (2009). "Food versus biofuels: environmental and economic costs". *Human Ecology*. Vol. 37. No. 1: 1 – 12.
- Reglamento de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (2009). Cámara de Diputados. México Disponible en: www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LPDB.doc
- Ren21 (2011). *Renewables 2011. Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st

- Century. Paris, Francia.
- Ren21 (2012). *Renewables 2012. Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. Paris, Francia.
 - Rodríguez, I. (2010). "Productores de energía eléctrica privados general 46% de la capacidad de CFE". *La Jornada*. 21 de Mayo. En: www.jornada.unam.mx/2010/05/21/index.php?section=economia&articulo=023n1eco&partner=rss
 - Rothkopf, G. (2006). *A Blueprint for Green Energy in the Americas. Featuring: The Global Biofuels Outlook 2007*. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C., EUA
 - Sanhueza, E. (2009). "Agroetanol ¿un combustible ambientalmente amigable?" *Interciencia*. No. 34. Vol. 2. Caracas, Venezuela:106-112.
 - SENER (2010). *Prospectiva de petrolíferos 2010 – 2025*. Gobierno Federal. México.
 - Sener (2011). *Estrategia nacional para la transición energética y el desarrollo sustentable de la energía*, en: <http://www.energia.gob.mx/webSener/res/0/Estrategia.pdf>
 - SENER/GTZ/BID (2006). *Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiesel para el Transporte en México*. Proyectos ME-T1007 – ATN/DO-9375-ME y PN04.2148.7-001.00. México.
 - Sin autor (2007). "México puede ser potencia en etanol", *CNN Expansión*, 4 de abril, en: www.cnnexpansion.com/economia/2007/4/mexico-puede-ser-potencia-en-etanol-bid
 - Sin autor (2008). "Impulsan los proyectos de etanol en Tamaulipas". *El Mañana*. 1 de Marzo. En: www.elmanana.com.mx/notas.asp?id=44101
 - Timilsina, G., Mevel, S. (2011). *Biofuels and Climate Change Mitigation*. The World Bank Development Research Group Environment and Energy Team. Policy Research Working Paper No. 5672. EUA. Junio. En: www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2011/06/02/000158349_20110602160352/Rendered/PDF/WPS5672.pdf
 - UN-HABITAT (2011). *Cities and Climate Change*. Londres, Reino Unido- Washington- Estados Unidos: Earthscan.

**INÉS NAVARRO • BLANCA JIMÉNEZ •
MARÍA EUGENIA HARO • RALPH THOMPSON**

GRUPO INVESTIGACIÓN: REÚSO Y TRATAMIENTO,
INSTITUTO DE INGENIERÍA, UNAM



**Evaluación del impacto de la
producción de biocombustibles
en el recurso agua**

INTRODUCCIÓN

LOS TIPOS DE BIOCOMBUSTIBLES BÁSICOS, CONOCIDOS COMO DE PRIMERA GENERACIÓN, SON EL BIOETANOL Y BIODIÉSEL PRODUCIDOS A PARTIR DE CULTIVOS COMERCIALES. EL ETANOL SE PRODUCE A PARTIR DE AZÚCARES Y ALMIDONES, LOS CUALES SE EXTRAEN DE BIOMASA DE CULTIVOS COMO EL MAÍZ, LA CAÑA DE AZÚCAR, YUCA, SORGO Y REMOLACHA AZUCARERA. EL BIODIÉSEL SE ELABORA A PARTIR DE ACEITES VEGETALES QUE SE EXTRAEN DE PLANTAS OLEAGINOSAS COMO LA PALMA, ASÍ COMO DE GRASAS ANIMALES, ACEITES Y GRASAS RECICLADAS.

LAS VENTAJAS DEL USO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN EL TRANSPORTE PARA LA REDUCCIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (PRINCIPALMENTE CO_2) Y PARA REDUCIR EL ALTO CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES, COMO PARTE DE UNA ESTRATEGIA DE SEGURIDAD ENERGÉTICA, HAN SIDO AMPLIAMENTE DOCUMENTADAS. LOS ESTUDIOS DISPONIBLES HASTA AHORA, SE HAN ENFOCADO EN SU MAYORÍA AL BALANCE NETO DE ENERGÍA O EN EL IMPACTO EN EL EFECTO INVERNADERO NETO. SIN EMBARGO, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UNA ESTRATEGIA DE SEGURIDAD HÍDRICA, LOS ESTUDIOS AÚN MUESTRAN LIMITACIONES EN EL CONOCIMIENTO Y DISCUSIÓN SOBRE EL IMPACTO DE LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES Y LA CRISIS DEL AGUA EN MUCHAS NACIONES. EN ESTE SENTIDO, LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN QUE SE REPORTA EN ESTE CAPÍTULO BUSCAN CONTRIBUIR AL CONOCIMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS POSIBLES EFECTOS EN EL RECURSO AGUA, EN EL CONTEXTO DE LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE CAÑA DE AZÚCAR, EN UN PAÍS COMO MÉXICO CON BAJA DISPONIBILIDAD DE AGUA.

LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL Y EL CONSUMO DE AGUA

La producción de etanol combustible a partir de diversos cultivos ha crecido significativamente en los últimos años. Para 2007 se reportó una producción mundial total de 39 mil millones de litros (REN21, 2008), con una producción de los principales productores de etanol combustible en el mundo de 18.3 mil millones de litros en EUA y en Brasil de 17.5 mil millones de litros. Para el año 2011, la producción total se incrementó a 84.360 mil millones de litros (Maluenda, 2011), aproximadamente, con 21.637 mil millones en Brasil y 54.765 mil millones de litros en EUA (GRFA, 2011); la Unión Europea contribuyó con 4.429 mil millones de litros. En Europa Occidental, el etanol se produce en menor escala a partir de remolacha y trigo con un costo mayor, dos a cuatro veces más, que el costo del etanol brasileño (SENER, 2010).

Las diferencias entre los dos principales productores de bioetanol para el transporte, EE.UU. y Brasil, además de producirlo a partir de maíz y caña de azúcar, respectivamente, Brasil tiene más plantas en operación (335 vs. 97), rendimientos más altos (66.2 ton/ha vs. 8.4 ton/ha) y mayor productividad (6,880 L/ha vs. 3,000 L/ha). En 2006, Bra-

sil destinó solo 1% de su área cultivable para producir etanol, mientras que Estados Unidos destinó un 3.7% del total de las tierras cultivables; además, el mayor porcentaje de la producción brasileña se destina para el transporte (40% vs. 3.8%) y con menores costos de producción (0.22 dlls/L vs. 0.40 dlls/L) (Jank et ál., 2007; Goettemoeller & Goettemoeller, 2007).

Esos datos ejemplifican que la estrategia actual de desarrollo de los biocombustibles se enfoca a una intensa explotación de monocultivos de granos como la caña de azúcar y el maíz. De hecho, uno de los argumentos que han apoyado el crecimiento del sector de biocombustibles es que son una alternativa de energía renovable a la dependencia de los combustibles fósiles. Sin embargo, los biocombustibles no son estrictamente renovables como lo son las fuentes de energía solar o eólica, ya que dependen para su producción de recursos finitos, en cantidad y calidad. Además, la práctica agrícola del monocultivo lleva asociada el uso intensivo de pesticidas, fertilizantes y uso de agua. De manera que el acelerado crecimiento de la producción de biocombustibles no sólo sugiere la posibilidad de futuros conflictos en la competencia por el uso de la tierra y el agua, sino que hay disponibles algunos estudios que analizan estos posibles eventos.

En este sentido, el estudio de Fresco (2007) discute principalmente el dilema entre la producción de biomasa para obtener alimentos o biocombustibles, sin embargo aborda brevemente las implicaciones en el recurso agua. No obstante, en otros estudios se reporta que actualmente la producción agrícola de biomasa para la alimentación requiere de cerca del 86% del agua dulce empleada a nivel mundial (Hoekstra, 2007). En muchas partes del mundo, este uso compite ya fuertemente con otros usos, como el abastecimiento urbano o el industrial. Un aumento en la demanda de agua para generar alimentos en combinación con un cambio de la energía fósil a energía de biomasa ejercerá una presión adicional sobre el recurso agua. Basado en esto, las Naciones Unidas señalan que para el año 2050 habrá motivos de preocupación por la falta de agua en varios países y regiones con recursos hídricos limitados (Gerbens-Leenes et ál., 2009), y que esta situación se puede agravar a causa del uso de biocombustibles.

De acuerdo con un estudio reciente de la CEPAL (Saulino, 2011) el aumento en la producción de biocombustibles requerirá incrementar considerablemente la cantidad de biomasa producida a través de la intensificación del uso de la tierra y la expansión de las áreas cultivadas, y

advierte que estos cambios en el uso de la tierra pueden tener un impacto significativo en los recursos hídricos. En ese estudio se señala que la producción de biocombustibles a base de cultivos bajo riego requiere mayores volúmenes de agua en comparación con la agricultura de temporal, cuya influencia en la disponibilidad de recursos hídricos a nivel local y regional es normalmente mucho menor. Por ello recomienda que debiera evaluarse a nivel local, regional y de cuencas las diferencias en la demanda y productividad del agua entre las distintas combinaciones de cultivo, región geográfica y la tecnología utilizada en la producción de biocombustibles.

Sin embargo, en pocos estudios (Varghese, 2007; Hughes et ál., 2007) se documentan los impactos por la producción de los biocombustibles en la disponibilidad de agua a nivel local o regional. Un ejemplo es el estudio realizado por la FAO para evaluar la viabilidad de la producción de biocombustibles en una región andina del Perú (Ramos, 2010); estudios similares se han realizado en Tailandia y Tanzania (Felix & Rossell, 2010).

En EUA se han realizado estudios para estimar las necesidades de agua para la producción primaria de energía, incluyendo estimaciones para carbón, petróleo, gas y biomasa

(Elcock, 2008) e identifican a los biocombustibles como los mayores consumidores de agua dentro del sector energético. Efectivamente, varios estudios se han realizado sobre el impacto de la producción de etanol a partir del cultivo de maíz en EUA donde analizan los posibles efectos por la expansión de la producción de biocombustibles y la reducción en el agua disponible (Roberts et ál., 2007; NRC, 2008). Un caso se refiere a la sobreexplotación del acuífero de Ogallala, identificado como uno de los más grandes del mundo; este acuífero es la fuente de suministro de la agricultura de riego en las grandes planicies del sur de EUA. En las zonas donde se ha observado la mayor reducción en el nivel freático operan 5 plantas con una producción anual de 71.5 millones de galones de etanol y están en construcción 9 más con una capacidad anual de 639 millones de galones. Se estima que las nuevas plantas demandarán anualmente un volumen de agua equivalente a 2.6 billones de galones y si se incrementa la extensión de riego para la producción de maíz, se podrá incrementar la demanda entre 59 y 210 billones de galones por año, agravando aún más el actual nivel de estrés hídrico en la región (Roberts et ál., 2007).

Otro estudio realizado en EUA reporta que la mayoría de la producción de maíz para la producción de

bioetanol se realiza bajo riego y el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento (Chiu et ál., 2009). Los resultados reportados del consumo de agua presentan una gran variabilidad ya que hay sitios donde equivale a 5 L/L etanol con un consumo máximo de 2,138 L/L etanol. El estudio muestra que la mayor demanda de agua en 2007 corresponde al agua para riego; por ejemplo, en el estado de Iowa, se consume en promedio 17,288 millones de litros de agua para riego y 24,745 millones de litros en el proceso para obtener etanol; en el estado de Minnesota la demanda para riego es de 34,589 millones de litros anuales, mientras que en el proceso se emplean 8,286 millones de litros; en California la demanda para riego se incrementa hasta 549,240 millones de litros de agua, mientras que en el proceso se emplean solo 929 millones de litros. Estos datos ejemplifican la variabilidad regional que no se consideró en otros estudios previos que reportaban un uso entre 263 y 784 litros de agua por cada litro de etanol (Pimentel, 2003; de Fraiture et ál., 2008; NRC, 2008). Por ello es importante señalar que los requerimientos de agua dependen de la región, las condiciones climáticas, la variedad de maíz y la eficiencia en las destilerías.

En el caso de Brasil, segundo productor de bioetanol a partir de caña

de azúcar, la producción ha sido tradicionalmente de temporal para la cual se estima que el consumo de agua de lluvia varía entre 1,500 – 2,500 mm/año. Sin embargo, Moreira (2007) reporta que está presente la tendencia a abrir campos de cultivo en zonas de riego. En general se reconoce que hay un uso eficiente de agua, tanto en la producción de caña como en las destilerías o ingenios donde se procesa la melaza para producir etanol y tiene un consumo promedio de agua de 21 m³ por tonelada de caña.

Las evidencias hasta aquí presentadas conducen a explicar cómo se usa el agua y principalmente a cómo estimar el volumen empleado en toda la cadena de producción de los biocombustibles. La producción de biocombustibles requiere del uso de agua en dos etapas primordiales: en el crecimiento de las materias primas en los campos agrícolas y en el proceso de producción industrial de los biocombustibles. Si se considera solamente el uso del agua en los ingenios o destilerías, donde se procesa la materia prima para obtener los biocombustibles, la producción de biocombustibles da la impresión de tener un impacto mínimo sobre el consumo de agua, especialmente cuando se les compara con las plantas convencionales de producción de derivados del petróleo (Gleick, 2000). Sin em-

bargo, la situación cambia cuando se estima el total de agua usada por galón de etanol producido ya que el mayor consumo está asociado a la demanda para la producción de la materia prima.

El consumo de agua en la producción agrícola de la materia prima varía de acuerdo a si la selección de las zonas de cultivo corresponde a: a) conversión de la vegetación natural local a zona agrícola, b) aumento de las prácticas actuales de producción del cultivo seleccionado, c) introducción de cultivos diferentes en suelo agrícola existente, o d) en el uso de la vegetación natural existente como materia prima. A esta variable que corresponde al tipo de uso del suelo previo, se suman otros factores importantes que influyen en la variación del volumen de agua necesario para la producción de la materia prima, tales como: el tipo y método de cultivo, las características agroclimáticas específicas, la evapotranspiración en los diferentes estadios del crecimiento del cultivo y la demanda de agua para irrigación. Este último puede ser un factor relevante en aquellas zonas donde se cuenta con poca agua disponible y en donde los sistemas de riego operen con bajas eficiencias.

Con respecto a la etapa de la producción de bioetanol a partir de la caña de azúcar en los ingenios,

esta consiste de tres fases: extracción de la melaza, fermentación y destilación. De la caña de azúcar se extrae la melaza, que contiene entre 35% y 40% de azúcares, para luego ser diluida y combinada con levaduras. Con la fermentación de dicha solución se genera dióxido de carbono (CO₂) y licor fermentado (técnicamente denominado mieles); este último, que sólo contiene 10% de alcohol, se somete a una serie de destilaciones sucesivas con el fin de obtener un alcohol de mayor pureza. En estos procesos, se presenta un elevado consumo de agua principalmente en el lavado de la caña de azúcar tan pronto llega de los campos de cultivo, así como en la generación de vapor para las diferentes etapas del proceso.

HUELLA HÍDRICA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

El concepto para evaluar los requerimientos de agua para la producción de un producto se conoce como la huella hídrica (Hoekstra & Hung, 2002; Hoekstra & Chapagain, 2007); ésta se define como el volumen total de agua usado para la producción de bienes y servicios. A partir del año 2002 el profesor holandés Arjen Y. Hoekstra (Hoekstra & Hung, 2002) desarrolla el concepto de huella hídrica. La huella hídrica puede estimarse en términos de la fuente de agua y se identifican como la huella hídrica azul, verde o gris.

La huella de agua azul es el volumen de agua dulce consumida de los recursos hídricos disponibles del planeta (agua superficial y/o subterránea) la cual corresponde a estimar la empleada a través de algún sistema de irrigación. La huella del agua verde es el volumen de lluvia almacenada en el suelo como humedad que corresponde al aprovechamiento de agua en las plantaciones de temporal. La huella de agua gris se refiere al volumen de agua que se requiere para asimilar la carga de contaminantes que rebasan las concentraciones naturales del lugar y las normas de calidad del agua establecidas (Hoekstra et ál., 2009).

Actualmente es posible encontrar entre la bibliografía internacional relacionada al tema, estudios que aplican el concepto de la huella hídrica. Por ejemplo, Van Meekeren (2008) analizó la huella hídrica de los biocombustibles con el objeto de cuantificar la relación entre el agua dulce y los biocombustibles. Hoekstra & Chapagain (2008) identifican la estrecha relación que la globalización impone entre el manejo de agua y el comercio internacional a partir del análisis del uso del recurso hídrico a nivel de países. Mekonnen & Hoekstra (2010) estimaron la huella hídrica de varios cultivos (trigo, maíz, arroz, manzana, soya, caña de azúcar, café y algodón) con base en datos de producción del pe-

riodo 1996-2005; encontraron que el cultivo de trigo, arroz y maíz requieren de un volumen mayor de agua para su crecimiento que el cultivo de la caña de azúcar (Fig. 1). Además estimaron la huella hídrica global bajo condiciones de riego y de temporal; la Cuadro 1 muestra sus resultados para los principales cultivos que se producen bajo riego y se observa que la demanda de riego para la caña de azúcar es menor al 50% de la requerida para el cultivo de maíz.

CUADRO 1 HUELLA HÍDRICA DE DIFERENTES CULTIVOS BAJO RIEGO	
Cultivo	Huella hídrica azul [m ³ /ton]
Caña de azúcar	104
Maíz	294
Arroz	464
Trigo	926
Algodón	2227

(Fuente: Mekonnen y Hoekstra, 2010)

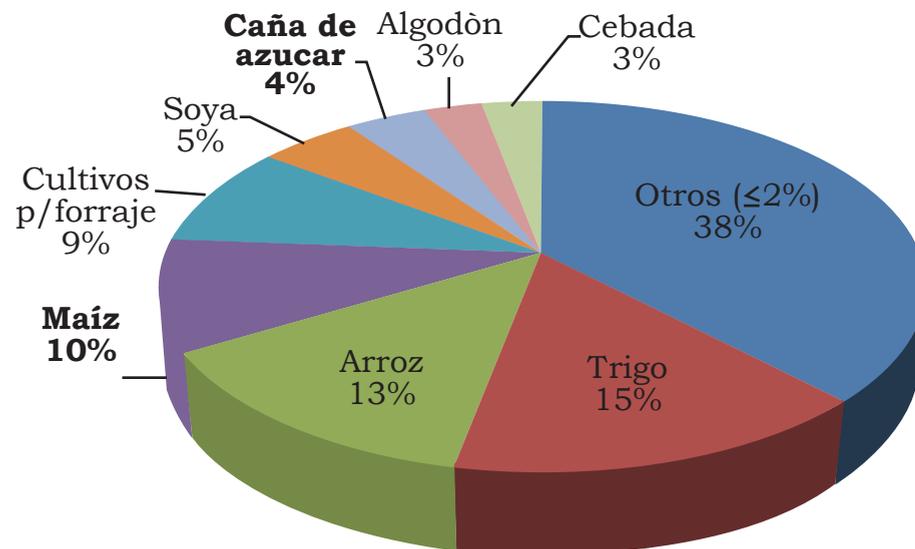


Figura 1 Contribución de varios cultivos a la huella hídrica (Elaborado con datos de Mekonnen & Hoekstra, 2010)

En el estudio realizado por Gerbens-Leenes et ál. (2009) se analizó la huella hídrica de 13 cultivos: cebada, yuca, maíz, papa, colza, arroz, centeno, sorgo, soya, remolacha azucarera, caña de azúcar, trigo y jatropha. Éstos en conjunto representan el 80% de la producción a nivel mundial, siendo la más importante la de caña de azúcar con 1,258 millones de ton/año, seguida por el maíz, trigo y arroz con cerca de 600 millones de ton/año cada uno. El estudio incluye estimaciones del consumo total de agua en la producción de biocombustibles y reportan que la huella hídrica del bioetanol es menor

que la del biodiésel (29.7 kJoule/g y 37.7 7 kJoule/g, respectivamente). Asimismo, identifican que la huella hídrica de los biocombustibles muestra una gran variación que depende de tres factores: el cultivo utilizado, el clima del lugar de producción y la práctica agrícola. Además concluyen que la huella hídrica de los biocombustibles es muy grande en comparación con otras formas de generar energía, lo cual confirma lo reportado en otros estudios.

En otro estudio, Gerbens-Leenes et ál. (2009a) también estiman la huella hídrica total de los principa-

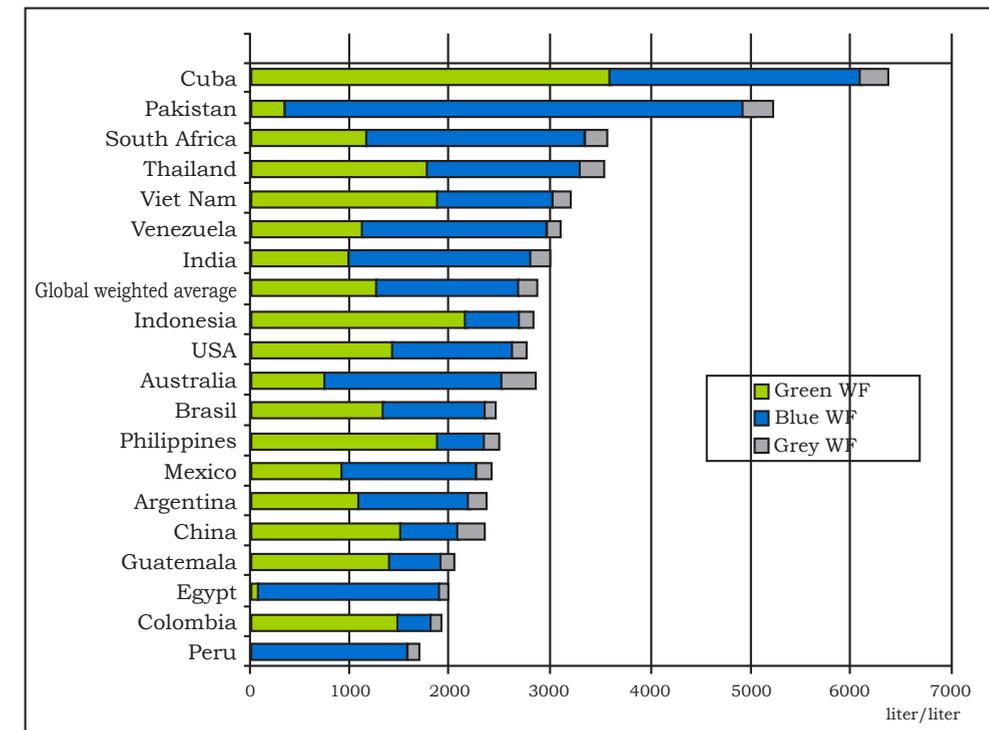


Figura 2 Huella hídrica del etanol de caña de azúcar en los principales países productores (Fuente: Gerbens-Leenes et ál., 2009a)

les países productores de caña de azúcar en el mundo (Fig. 2), independientemente de si parte de esa producción se emplea para producir biocombustibles.

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA

La metodología propuesta por Hoekstra et ál. (2009) y formalmente compilada en un manual, comprende la estimación de la huella hídrica del proceso completo de crecimiento de un cultivo (HH en m³/ton). Este procedimiento, para el cálculo de la huella hídrica, se basa en estimar la cantidad de agua que se requiere para el crecimiento de un cultivo (CWU en m³/ha) dividido entre el rendimiento del cultivo (Y en ton/ha) (Ecuación 1). El volumen de agua que requiere el cultivo para su crecimiento (CWU) se calcula a partir de la estimación de la evapotranspiración (ET en mm) desde el primer día de la siembra hasta el día de la cosecha, considerando las condiciones agroclimáticas del sitio en estudio (Ecuación 2). Esta evapotranspiración diaria (ET) se calcula a partir de la estimación de la evapotranspiración de referencia del cultivo (ET_o en mm), multiplicada por el factor del cultivo (K_c) para las diferentes etapas de su ciclo de crecimiento (Brouwer & Heibloem, 1986); el parámetro K_c representa características tales como la altura del cultivo, la cobertura del suelo y el albedo, aspectos que distinguen a un cultivo de la superficie agrícola del sitio en estudio (Allen et ál., 1998).

$$HH = \frac{CWU}{Y} \dots\dots\dots(Ecuación 1)$$

$$CWU = 10 \sum_{d=1}^{gp} ET \dots\dots\dots(Ecuación 2)$$

La componente más importante en la estimación de la huella hídrica de cualquier cultivo es la evapotranspiración de referencia diaria, tanto en términos del peso que tiene en el volumen de agua estimado, como en la información de datos agroclimáticos específicos al sitio en estudio que se requieren para su cuantificación. Esto se debe a que la evapotranspiración es la consideración conjunta de dos pro-

cesos diferentes: la evaporación y la transpiración. La evaporación es el proceso por el cual el agua es transferida desde la superficie terrestre hacia la atmósfera. Incluye tanto la evaporación de agua directamente desde el suelo o desde las superficies vegetales vivas o muertas (rocío, escarcha, lluvia interceptada por la vegetación), como las pérdidas de agua a través de las superficies vegetales, particularmente las hojas.

La transpiración es el agua absorbida por medio de las raíces, que se transfiere a la atmósfera fundamentalmente a través de las estomas en las hojas. Por tanto, la evapotranspiración constituye la transferencia total de agua desde una superficie vegetal a la atmósfera (Domingo et ál., 2002).

Cabe señalar, que la mayoría de los estudios que estiman la huella hídrica de los biocombustibles utilizan el método de Hoekstra et ál. (2009), expuesto aquí brevemente. En algunos estudios se utiliza otro enfoque, como el que presentan Fingerman et ál. (2010), quienes estiman el impacto en el recurso agua a partir del cálculo de la evapotranspiración de varios cultivos y la incorporan al análisis del ciclo de vida del consumo de agua del etanol. Además, en todos los estudios revisados para esta investigación se observó que al evaluar la huella hídrica para los biocombustibles, los autores calcularon la evapotranspiración de referencia de los cultivos (ET_o) con base en el método de Pennman-Monteith (Allen et ál., 1998) recomendado por la FAO. La estimación de la evapotranspiración por este método permite caracterizar los efectos climáticos específicos del sitio de estudio, debido a que se calcula considerando parámetros como temperatura, radiación solar, velocidad del viento y humedad relativa.

Por ello, en el estudio de caso para México que se detalla en las siguientes secciones, se aplicó la metodología de Hoekstra et ál. (2009) y el método de Pennman-Monteith (Allen et ál., 1998) para las condiciones de producción que se presentaron durante la zafra 2010-2011; la huella hídrica estimada se compara posteriormente con la estimada para escenarios futuros con cambio climático, siguiendo los mismos procedimientos. Para poner en contexto el sitio de estudio seleccionado y los resultados obtenidos, se parte con una breve descripción de la producción cañera en el país y una rápida visión de la disponibilidad de agua.

REGIONES CAÑERAS EN MÉXICO Y LA DISPONIBILIDAD DE AGUA

En el país hay cinco regiones cañeras (Centro, Huastecas, Occidente, Sureste y Golfo) y 54 ingenios azucareros en operación. La actividad cañera se localiza en 15 estados (Veracruz, Jalisco, San Luis Potosí, Oaxaca, Chiapas, Tamaulipas, Nayarit, Puebla, Morelos, Quintana Roo, Tabasco, Sinaloa, Colima, Michoacán y en Campeche) donde se cultivaron 672,658 hectáreas para la zafra 2010-2011 (UNC, 2012), superficie que representa menos del 0.35% del territorio nacional.

De acuerdo a datos disponibles de la zafra 2005-2006 y 2006-2007, la

producción de caña de azúcar en México depende del riego en aproximadamente 40% del área destinada a este cultivo y el 60% es de temporal; con un rendimiento promedio de 89 ton/ha bajo riego y de 63 ton/ha para temporal (SAGARPA, 2009). En términos de la contribución a la producción de caña de azúcar que se cultiva bajo riego, destacan los estados de Veracruz, Jalisco, Tamaulipas y Sinaloa (Cuadro 2).

CUADRO 2 PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE CAÑA DE AZÚCAR 1998-2008				
Estado	Riego (%)	Temporal (%)	Total (%)	RHA dominante
Veracruz	24.6	50.1	38.4	X
Jalisco	21.9	2.6	12	VIII
Tamaulipas	9.8	2.1	5.8	IX
Sinaloa	9	0	4.3	III
Morelos	7.4	0	3.6	IV
Chiapas	6.5	2.9	4.7	XI
San Luis Potosí	4.3	9.2	6.9	IX
Nayarit	1.9	6.6	4.4	VIII
Oaxaca	0.5	12	6.6	X
Tabasco	0.1	6.5	3.5	XI
Total	86	92	90.2	

Aportación porcentual al total nacional (Fuente: SAGARPA, 2009)

En el contexto de esta investigación es importante recordar que el mayor volumen de agua disponible en el país se emplea en la actividad agrícola (76.7%) (Fig. 2) (CONAGUA, 2011) a través de la irrigación de los terrenos en los distritos de riego y en las denominadas unidades de riego. Este porcentaje del volumen de agua empleado en la agricultura se asemeja al promedio global mundial que se reporta en 70% (FAO, 2012a). Sin embargo, el

volumen de agua que representa ese porcentaje depende de la disponibilidad de agua en cada país. Si comparamos los datos de disponibilidad promedio anual de los dos principales países productores de etanol en el mundo, con valores de 8,233,000 millones de m³ y 3,069,000 millones de m³, para Brasil y EUA, respectivamente (FAO, 2012b), con el promedio nacional de 460,237 millones de m³ anuales (CONAGUA, 2011), se advierte que contamos en total con

bastante menos agua y coloca al país en una situación de desventaja importante en el mercado de biocombustibles.

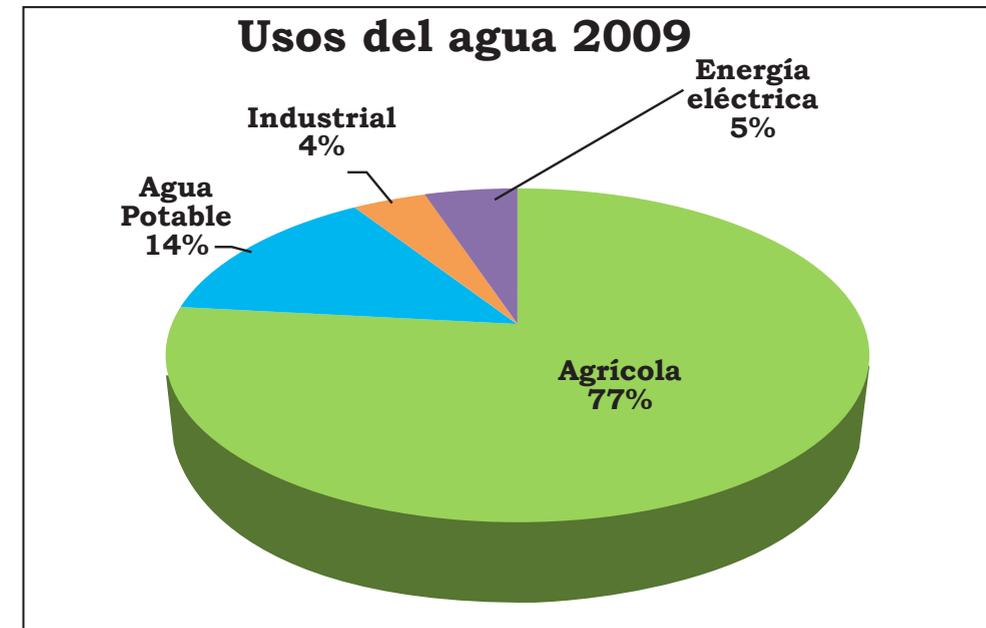


Figura 3 Distribución de los volúmenes concesionados para los usos consuntivos del agua (CONAGUA, 2011)

Además habrá que considerar que la disponibilidad natural media de agua per cápita en México ha ido disminuyendo con los años, pasando de 18,000 m³ por habitante al año en 1950 a menos de 4,000 m³ por habitante al año en el 2010 (CONAGUA, 2011). A causa del impacto del cambio climático, esta disponibilidad se verá afectada así como la demanda de la misma para los distintos usos consuntivos (Bates et ál., 2008). CONAGUA estima que para el año 2030 el agua renovable per cápita alcanzará niveles cercanos o incluso inferiores a los 1,000 m³/hab-año en algunas de las trece Regiones

Hidrológicas Administrativas (RHA) en las que divide al país, lo que se califica como una condición de escasez grave (Cuadro 3).

En la Figura 5 se puede observar la localización de las cuatro Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA) con menor disponibilidad de agua per cápita en el 2010 (Cuadro 3): la situación más grave se presenta en la Región XIII que comprende al DF y parte de los estados de Hidalgo, Tlaxcala y Estado de México; la Región VI que comprende a los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y la parte norte de Ta-

CUADRO 3 DISPONIBILIDAD NATURAL MEDIA DE AGUA EN MÉXICO

Región Hidrológica Administrativa	Agua renovable promedio (millones m ³ /año)	Agua renovable per cápita	
		2010 (m ³ /hab/año)	2030 (m ³ /hab/año)
I Península de Baja California	4,667	1,234	789
II Noroeste	8,499	3,225	2,920
III Pacífico Norte	25,630	6,475	6,754
IV Balsas	21,680	2,033	1,948
V Pacífico Sur	32,824	7,945	8,162
VI Río Bravo	12,163	1,094	918
VII Cuencas Centrales del Norte	7,898	1,873	1,729
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	34,533	1,633	1,469
IX Golfo Norte	25,564	5,132	5,013
X Golfo Centro	95,866	9,907	9,659
XI Frontera Sur	157,754	23,637	21,041
XII Península de Yucatán	29,645	7,151	5,105
XIII Aguas del Valle de México	3,513	163	148
Total	460,237	4,230	3,800

Fuente: CONAGUA (2011)

maulipas; la Región I que abarca a toda la península de Baja California, y la Región VIII, conocida como Lerma-Santiago-Pacífico, con los estados de Jalisco, Colima, Aguascalientes, Guanajuato y parte de Nayarit y Michoacán.

En las Regiones Hidrológicas VIII y IV con baja disponibilidad

de agua en el 2010 se localiza el 20% de la superficie cañera sembrada durante la zafra 2010-2011. En las regiones con mediana disponibilidad, que corresponde a la Regiones IX, XII y X, se encuentra el 70% de la superficie sembrada; y en la región con suficiente agua, la Región XI, sólo se cultivó el 10% de la superficie total.



Figura 5 Localización de la Regiones Hidrológicas Administrativas

ESTUDIO DE CASO: INGENIO TAMAZULA

Para la realización de esta investigación se logró tener contacto con la administración del Ingenio Tamazula A.C., perteneciente a la región cañera de Occidente. Esto brindó la oportunidad de visitar sus instalaciones (Octubre 2011), recorrer la zona agrícola y obtener que proporcionaran la información disponible, solicitada para este estudio.

DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

La zona cañera asociada al ingenio azucarero Tamazula A.C. del Grupo

Sáenz se localiza en el centro-oeste del país; en la región sur del Estado de Jalisco en el municipio Tamazula de Gordiano (Fig. 5) ubicado entre la latitud norte a 19 grados 41 minutos, longitud oeste a 103 grados y 15 minutos y a una altitud de 1,120 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una extensión territorial de 1,326.44 km²; colinda al norte con los municipios de Gómez Farías, Concepción de Buenos Aires, al noreste con Mazamitla, al este con Valle de Juárez, Manuel Diéguez, al oeste con Ciudad Guzmán, al sur oeste con Zapotiltic y al sur con Teacalitan y Jilotlán de los Dolores.

El Municipio de Tamazula tiene una población de 109,166 habitantes; la región concentra el 1.62% de la población total del Estado de Jalisco, correspondiéndole en razón de su superficie una densidad de 15.32 habitantes por km² (CEA, 2011). El municipio presenta un clima templado cálido y semicálido, con temperatura media anual de 20.9° C y precipitación media anual de 897 mm (CEA, 2011). Sostiene principalmente comunidades vegetativas como selva mediana, pastizales, y bosques de pino y encino.



Figura 5 Ubicación de Tamazula en el Estado de Jalisco (CEA, 2011)

La zona cañera abarca aproximadamente 15,500 hectáreas donde toda la producción se obtiene bajo el sistema de riego. Típicamente se aplica anualmente de febrero a septiembre, ya que el periodo de estiaje se presenta de octubre a junio y se observa una precipitación promedio histórica entre 0.2 y 32 mm/d. En los campos de cultivo hay infraestructura para aplicar el riego a través de tres sistemas: rodado (por inundación), por aspersión y

por goteo (Fig. 6). La mayor parte de los terrenos agrícolas actualmente son regados por inundación (50%); en los últimos años se ha incrementado el área regada por goteo de tal forma que cubre aproximadamente el 25% del área cultivada y un porcentaje igual por aspersión. Estos sistemas de riego, aspersión y por goteo, son más eficientes en el uso de agua porque permiten el ahorro entre 30 y 40% de agua, respectivamente (Narayanamoorthy, 2005).



Figura 6 Sistemas de riego rodado y por aspersión en la zona cañera de Tamazula

El cambio tecnológico en los sistemas de irrigación también representa cambios en la fuente de abastecimiento de agua; ya que para los sistemas de riego por goteo y aspersión recurren a la extracción de agua subterránea, mientras que el riego rodado se realiza a través del bombeo de agua superficial procedente del Río Tamazula. La administración del ingenio Tamazula cuenta con infraestructura instalada en algunas secciones de ese río para represar el agua y bombear a los canales de riego, lo cual permite el manejo integral del agua superficial en la zona irrigada.

Además del nivel de tecnificación del sistema de riego en los campos

de cultivo, la administración del ingenio tiene acceso a datos de temperatura y precipitación que obtienen de dos estaciones meteorológicas (Contla (14034) e Ingenio (14141)) localizadas dentro de las tierras cultivadas; así como con información a través de tres estaciones agro-climatológicas también ubicadas dentro de la zona de estudio (Tamazula, Tezontel y el Ovejo). Éstas cuentan con datos de precipitación, temperatura, velocidad del viento, radiación solar, humedad relativa, entre otros, y comenzaron a funcionar a partir de 2008.

Esta zona cañera destaca por lograr altos rendimientos agrícolas, del orden de 110 ton, de caña por

hectárea en promedio, comparados con el promedio nacional de 72 ton/ha (UNC, 2012). En términos de la capacidad industrial instalada, el ingenio cuenta con instalaciones para la producción de alcohol etílico, y produjo 1,944,155 L de alcohol, en el año 2010-2011, durante los 75 días que estuvo en operación. El volumen de producción de alcohol corresponde al uso del 30% promedio de las mieles producidas en el proceso de fabricación de azúcar. Es uno de los cinco ingenios del país que mantiene la producción de alcohol, ya que otros cuentan con instalaciones pero no lo producen (UNC, 2012).

Otros aspectos a destacar del ingenio Tamazula son el área de investigación para el mejoramiento de semillas y el aprovechamiento de desechos. Cuenta con un laboratorio experimental donde desarrollan distintas variedades de caña y realizan pruebas para encontrar las más eficientes. El volumen de residuos y desechos que se producen en el ingenio son aprovechados casi en su totalidad y generan beneficios sociales, económicos y ambientales. Por ejemplo, el porcentaje de mieles que no se procesa tiene un importante mercado en la zona ya que se comercializa para la industria alimentaria; lo mismo ocurre con el volumen de melaza que se usa como alimento para el ganado. En

términos de los beneficios ambientales, cabe señalar que las vinazas producidas en el ingenio son aprovechadas en la fertilización de los suelos agrícolas y cuentan además con instalaciones para la práctica de la lombricultura con el fin de utilizar el producto también como abono. Una reciente innovación en el ingenio fue la inauguración en 2011 de una planta de cogeneración de energía, que destaca al Grupo Sáenz como los primeros dentro del sector azucarero.

CONSUMO DE AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

La estimación de la demanda de agua para la producción de bioetanol en el caso de estudio comprende el cálculo del agua necesaria para el cultivo de la caña de azúcar bajo las características específicas del sitio, así como el volumen de agua requerida en el ingenio para obtener el etanol a partir del procesamiento de las mieles. Estos cálculos se presentan para los datos del año 2010, y considerando proyecciones futuras de precipitación y temperatura bajo condiciones de cambio climático, se estimó el valor que podría esperarse en los requerimientos de agua, para el año 2020 y 2050.

A partir del análisis de los datos obtenidos y consistentes todos para el año 2010, se estimaron las varia-

bles necesarias para el cálculo de la huella hídrica (HH) para ese año. La estimación de la evapotranspiración de referencia (ET_0) que es la variable más importante en las ecuaciones 1 y 2 (ver sección 3), presentó una variación entre 2 y 6 mm/d (Fig. 7) y los valores más altos se observaron en los meses de abril a septiembre. Para su estimación se empleó el método de Penman-Monteith; la descripción detallada de las estimaciones así como los valores de todas las variables usadas puede consultarse en Jiménez et ál. (2012). En la figura 7 puede observarse la correspondencia entre la variación de la temperatura en la zona de estudio y la evapotranspiración. Con la aplicación del factor del cultivo de caña de azúcar (k_{ca}) en las diferentes etapas de su ciclo de crecimiento como se describe por Brouwer & Heibloem (1986), se observa en la Figura 8 el comportamiento de la evapotranspiración asociada al cultivo.

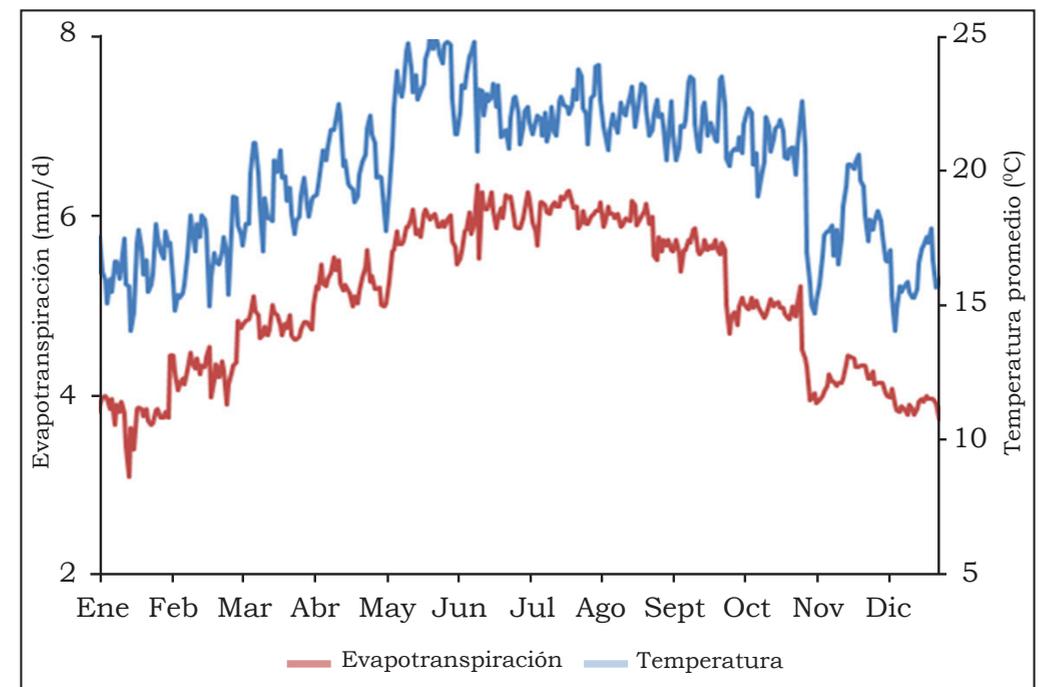


Figura 7 Evapotranspiración diaria estimada y temperatura en el año 2010

Una vez obtenidos los resultados de la evapotranspiración, se estimó la huella hídrica de la caña de azúcar (HH) cuyo resultado fue de 98 m³/ton, considerando un rendi-

miento del cultivo de 110 ton/ha. En la Cuadro 4 se muestra la evapotranspiración acumulada del cultivo, así como la huella hídrica de la caña de azúcar acumulada en los

meses de riego, también se puede observar que la huella hídrica varía mes con mes, siendo febrero el mes que menor huella hídrica tiene.

La huella hídrica de 98 m³/ton es un valor sobreestimado, ya que se estimó considerando que las 15,500 hectáreas se regaron por inundación (rodado), cuando en la región de Tamazula utilizan riego rodado en un 50% de la superficie cultivada, en 25% aproximadamente de suelo agrícola se emplea riego por aspersión y en el 25% restante el riego es por goteo. Si se toman en cuenta estos dos últimos sistemas de riego, el área regada y la proporción de agua que se ahorra con ellos - el ahorro de riego por aspersión en comparación con inundación es del

30% y por goteo es del 44% (Naranamoorthy, 2005)-, el valor de la huella hídrica que se aproxima mejor a las condiciones de cultivo de la caña de azúcar en Tamazula varía entre 55 m³/ton con riego por goteo, 69 m³/ton para aspersión y 98 m³/ton bajo el sistema de riego rodado, considerando el mismo rendimiento para la caña de azúcar. Tomando en cuenta esta variación en el requerimiento de agua, el volumen total estimado para regar las 15,500 ha, durante los 8 meses que dura el ciclo de riego, es de 136.3 millones de m³ de agua. De tal manera que en Tamazula hay un ahorro neto de agua de 20% que representa 31 millones de m³ de agua aproximadamente por los sistemas de riego instalados.

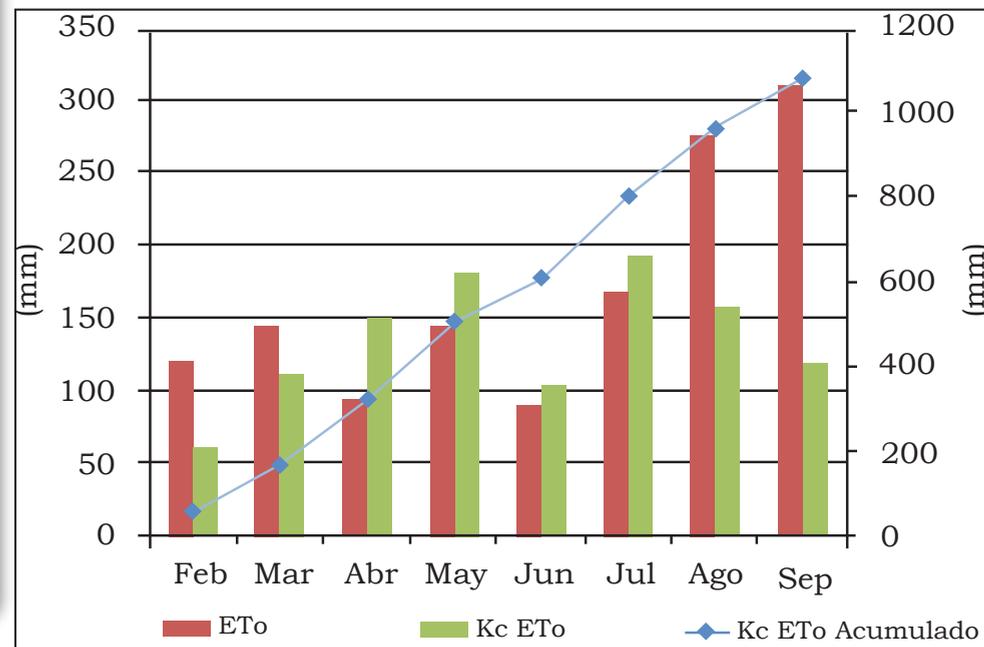


Figura 8 Comportamiento mensual de la evapotranspiración de referencia para la caña de azúcar

CUADRO 4 EVAPOTRANSPIRACIÓN Y HUELLA HÍDRICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR ESTIMADA PARA EL AÑO 2010

Mes	*Kca	Evapotranspiración acumulada[mm]	Huella Hídrica [m3/ton]	Huella Hídrica acumulada [m3/ton]
Febrero	0.50	60	5.5	5.5
Marzo	0.650	173	10.2	15.7
Abril	0.90	324	13.7	29.4
Mayo	1.0	506	16.5	45.9
Junio	1.025	610	9.5	55.4
Julio	1.050	802	17.5	72.9
Agosto	0.925	960	14.4	87.3
Septiembre	0.80	1078	10.7	98

Fuente: * Brower y Heibloem (1986)

La otra componente importante en la demanda de agua para la producción de biocombustibles a partir de caña de azúcar es la cantidad de agua necesaria para el procesamiento de las melazas para obtener etanol. Actualmente, en ninguno de los ingenios del país se produce etanol de forma comercial, sólo se han realizado pruebas piloto, por lo que no hay datos disponibles sobre el consumo de agua para esta etapa de la producción del biocombustible. Por ello, no fue posible medir esta componente de la huella hídrica con datos específicos del ingenio Tamazula. Sin embargo, para tener una estimación se consideraron datos reportados en la literatura con base en el volumen de agua requerido por cada tonelada de caña procesada (1.8 m³/ton). Con esta tasa de con-

sumo se estimó un volumen de agua de 2,105,301 m³ en total, necesario para el procesamiento en el ingenio Tamazula de las 1,169,612 toneladas de caña de azúcar (UNC, 2011) reportadas para el año 2010. Ese volumen sólo representa el 1.5 % de la demanda de agua estimada para el cultivo de la caña de azúcar bajo las condiciones de riego analizadas.

Se reconoce que la tasa de consumo aplicada podría ser una subestimación, ya que es el resultado de años de experiencia en obtener mejores eficiencias en la industria azucarera brasileña. No obstante, el uso de agua durante la producción de caña es mucho mayor que la necesaria en el proceso de obtención del etanol en los ingenios, por lo que la demanda de agua agrícola es la

componente más importante en la estimación de la huella hídrica y por tanto en el impacto en el recurso del agua.

Bajo condiciones de cambio climático es de esperarse que la evapotranspiración y por tanto la demanda de agua para el crecimiento de la caña de azúcar se vean afectadas por cambios en la temperatura y la precipitación, entre otros factores. Por ello, para el cálculo de la huella hídrica futura en la zona cañera de Tamazula, se consideraron proyecciones de precipitación y temperatura para dos horizontes, el año 2020 y 2050. Estos datos climatológicos se obtuvieron de la plataforma PCIC (2012) correspondientes a los escenarios de cambio climático A2 y B1 y proyectados con los modelos de circulación general ECHAM y GFDL, lo cuales fueron seleccionados por que mejor se ajustan al comportamiento histórico del clima en México (Conde et ál., 2011). Dichos valores de precipitación y temperatura se usaron en las ecuaciones 1 y 2, así como en el modelo de Penman-Monteith, para obtener las estimaciones de la huella hídrica. Además, se supuso que prevalecen las condiciones actuales del área cultivada, la tasa de rendimiento y los parámetros locales para estimar la evapotranspiración. El detalle de la investigación puede consultarse en Haro et ál. (2013).

Para los escenarios futuros con cambio climático se encontró que la demanda de agua para la producción de caña de azúcar se incrementa de 98 m³/ton a casi 103 m³/ton (Cuadro 5). Estos resultados muestran que si no cambian las condiciones de producción, la huella hídrica se incrementará a futuro entre un 2 y 5%. Este incremento poco significativo puede explicarse si se considera que las proyecciones de los modelos GFDL y ECHAM estiman que se incrementará la precipitación durante los meses de lluvia y disminuirá en el estiaje, de manera que durante los últimos cuatro meses del periodo de riego se contará con mayor cantidad de agua. Estos valores futuros estimados para la huella hídrica de la caña de azúcar se considera que son conservadores ya que podrán presentarse cambios en el rendimiento del cultivo y esperar que la demanda de agua para riego se incremente; por ejemplo la huella hídrica futura podría llegar a ser de 150 m³/ton, si el rendimiento en Tamazula disminuyera a valores equivalentes al promedio nacional histórico de 72 ton/ha. También puede esperarse que para compensar la caída en el rendimiento se incremente el área cultivada, en cuyo caso la huella hídrica no cambia pero la demanda de agua para riego total aumentará; se estimó que para un 10% más de hectáreas cultivadas, la demanda de agua para riego crecería en un 8%.

CUADRO 5. HUELLA HÍDRICA Y DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO PARA ESCENARIOS CON CAMBIO CLIMÁTICO

Año	Huella Hídrica futura estimada (m ³ /t)				Demanda Total de agua (Millones m ³ /año)			
	A2		B1		A2		B1	
	GFDL	ECHAM	GFDL	ECHAM	GFDL	ECHAM	GFDL	ECHAM
2020	100.5	100.3	100.5	99.7	147.6	147.3	147.6	146.5
2050	102.5	102.5	101.2	102.1	150.3	150.3	148.6	149.8

Fuente: * Brower y Heibloem (1986)

IMPACTO EN EL RECURSO HÍDRICO

Los resultados de esta investigación muestran que la producción del biocombustible etanol a partir de la caña de azúcar presenta una huella hídrica que varía entre 55 y 98 m³/ton con una demanda importante de agua en la región de Tamazula del orden de 136.3 millones de m³ por ciclo agrícola. Estas estimaciones que muestran que el mayor consumo de agua está en el riego de la caña (98%). Sin embargo, hay un ahorro de casi 31 millones de m³ durante cada ciclo agrícola, gracias a que cuentan con instalaciones de sistemas más eficientes de riego, comparados con el tradicional por inundación (rodado).

Un factor importante en estos resultados es la tasa de rendimiento del cultivo de la caña de azúcar en la región (ver Ecuación 1). Si ese ren-

dimiento bajara, por ejemplo de 110 a 100 ton/ha y considerando sólo riego rodado, entonces la huella hídrica de 98.1 se incrementa a 108 m³/ton; más aún, si se considera el rendimiento promedio histórico del país de 72 ton/ha, la huella hídrica se incrementa hasta 150 m³/ton. Estos datos indican que el sistema de riego y el rendimiento del cultivo son claves en la demanda de agua y por tanto en el ahorro de la misma.

De tal manera que en Tamazula hay un ahorro neto de casi 20% que representa aproximadamente 31 MMm³ de agua por los sistemas de riego instalados. Volumen de agua que no es despreciable ya que esa cantidad es equivalente a dotar 150 l diarios (Aparicio et ál., 2006) a más de 850 mil personas durante los 8 meses de riego o de dotar de agua potable a seis veces la población del municipio de Tamazula, la cual es cercana a 127,000 habitantes.

Es claro que la metodología de la huella hídrica es una valiosa herramienta que permite analizar los requerimientos de agua para la producción de cultivos, principalmente si se planea destinarla para la producción de biocombustibles; como ocurre en el caso de México. Permite, además, evaluar opciones de ahorro que dependen de la práctica agrícola; sin embargo, la dimensión del impacto en el recurso, como es saber si hay suficiente agua para atender esos requerimientos, queda fuera del alcance de esa metodología. Por ello en esta investigación se realizó un balance hidrológico de carácter general en la región para tener una aproximación a la magnitud del impacto en el recurso. El balance se analizó a partir de estimaciones de la disponibilidad de agua en la región y tres usos consuntivos: uso municipal (el volumen de agua necesario para cubrir la demanda de agua potable para la población en el municipio), uso agrícola (el agua para riego de la caña de azúcar) y el industrial (demanda de agua en el ingenio).

La disponibilidad de agua en una región, o cantidad de agua natural renovable depende de la cantidad de agua de lluvia anual, del volumen que se evapotranspira, y de la que finalmente escurre superficialmente o se infiltra a los acuíferos. De estas variables, la que más im-

pacto tiene en el volumen de agua disponible es la evapotranspiración, ya que se estima que llega a ser del orden del 75% de la precipitación anual (CONAGUA, 2011).

A partir de los datos de precipitación y temperatura correspondientes al año 2010, 2020 y 2050, se estimó la disponibilidad de agua renovable en la superficie del municipio de Tamazula. Los resultados mostraron que la cantidad de agua disponible en 2010 fue de 364 millones de m³, y para los escenarios futuros con cambio climático es posible que varíe entre 234 y 352 millones de m³ entre el año 2020 y el 2050. Es decir, la posible variabilidad climática podría impactar la reducción del recurso en la región entre 4 y 36% en el futuro. Aún cuando es necesario estimar detalladamente el volumen del agua renovable, los resultados indican que es necesario considerar la planeación de los usos del agua de manera integral, incluso a nivel mensual para advertir la probabilidad de escasez temporal o prolongada del recurso.

En cuanto a la estimación de la demanda de los usos consultivos de agua, se obtuvo que para el suministro de agua potable a la población municipal durante el año 2010 se requiere un volumen de 6.9 millones de m³, suponiendo una dotación de 150 l/hab-día (Aparicio et ál., 2006).

Este volumen, sumado a la demanda de agua para riego de la caña de azúcar (136.3 millones de m³) y la correspondiente en el ingenio (2.1 millones de m³), indica una demanda total de 145.3 millones de m³ al año, donde el riego representa el 94%. Estos valores son representativos para la región en cuanto a que la caña es el principal cultivo, lo cual no excluye la existencia del riego a otros, y también el ingenio es la principal industria en la zona.

El volumen de agua para los usos consuntivos de 145.3 millones de m³ corresponde al 39.8% del agua renovable en la región. Este porcentaje, denominado índice de estrés hídrico, indica que hay en la región un grado de presión medio sobre el recurso al encontrarse dentro del rango de 20% y 40% (CONAGUA, 2011). Resultado que es congruente con el índice de estrés hídrico reportado por CONAGUA (2011) de 43% para la región hidrológica a la que corresponde la zona de estudio (Fig. 9).

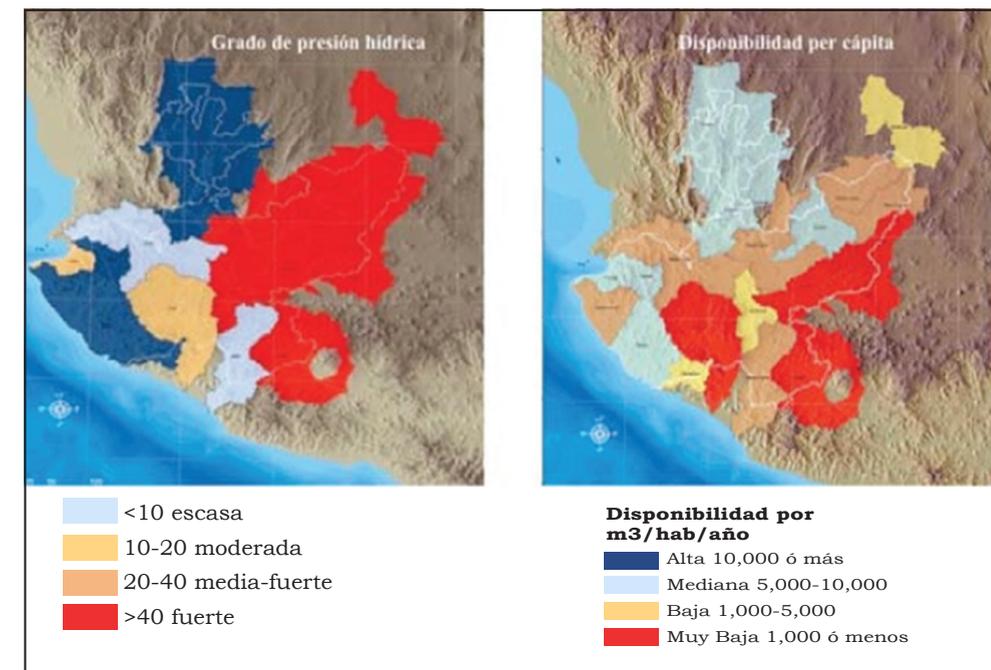


Fig. 9 Disponibilidad y presión hídrica en el estado de Jalisco (CONAGUA, 2009)

El análisis de estos últimos resultados indica que la tendencia de ir incrementado la extensión de riego por goteo, observada en la zona ca-

ñera de Tamazula, es acertada frente a la situación de estrés hídrico en la región, ya que contribuirá a incrementar el ahorro de agua. Más

aún, se advierte como una medida relevante, dado que pueden presentarse limitaciones serias a la producción de caña de azúcar ante la posible reducción del recurso en la región entre 4 y 36% en el futuro.

REFLEXIÓN FINAL

A partir de la experiencia en el estudio de caso reportado en este capítulo, se obtuvieron recomendaciones de carácter técnico para afinar las estimaciones realizadas, así como sugerencias para futuras investigaciones vinculadas a la planeación de opciones energéticas en el país.

Los resultados para el caso Tamazula no se pueden generalizar a otras zonas cañeras o ingenios del país. Es necesario realizar estudios específicos a las condiciones de cada zona para analizar tanto la magnitud de la huella hídrica local como evaluar otros usos consuntivos de agua y comparar con el comportamiento del volumen de agua renovable actual y futuro.

Cada opción energética orientada a la producción de alternativas a los combustibles de origen fósil para el transporte, como lo es el bioetanol a partir de la caña de azúcar, deberá de contar con el análisis a nivel local de su viabilidad, para que garantice

tanto la seguridad energética como la seguridad hídrica del país.

Los estudios específicos a nivel local deberán incorporar el análisis de las variables económicas para dimensionar adecuadamente su viabilidad. En el caso concreto de la caña de azúcar es necesaria la definición de una política de precios clara que haga atractiva la producción de bioetanol frente a la comercialización del azúcar y la gasolina.

Actualmente sólo se han realizado pruebas a escala piloto de la producción de bioetanol en el país, y ha quedado en el papel y en los discursos gubernamentales, la sustitución de la gasolina por bioetanol a partir de caña de azúcar en el transporte urbano; como se pretendió marcar metas para las zonas metropolitanas de la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara (SENER, 2008).

La producción de bioetanol para sustituir un porcentaje (6%) de gasolina en el transporte urbano como una opción ecológica, pareciera más atractiva que como una opción energética y medida de mitigación, frente a los efectos del cambio climático. Sin embargo, debería de evaluarse esta opción y establecer la viabilidad del bioetanol como sustituto del MTBE (Menthyl Tertrary Butyl Ether) en la gasolina, para reducir la emisión de gases contaminantes

en las grandes ciudades del país.

Finalmente, los biocombustibles de primera generación, bioetanol y biodiésel a partir de cultivos comerciales, podrían rápidamente ser superados por los denominados biocombustibles de segunda generación. Estos se producen de productos agrícolas y forestales, distintos de los cultivos alimentarios, que aprovechan la lignina, la celulosa y la hemicelulosa de la planta (FAO, 2008). Los avances tecnológicos están evolucionando rápidamente a nivel internacional y México no puede perder esa perspectiva de desarrollo. Por lo que es recomendable invertir en investigaciones sobre la viabilidad de ellos, así como de otras opciones energéticas, antes de derrochar recursos en el cumplimiento de metas parcialmente evaluadas.

Bibliografía

Allen, R., Pereira L., Raes D., Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration—Guidelines for Computing Crop Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper 56 (Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations).

Aparicio, M., Lafragua, C., Gutiérrez, L., Mejía, Z., Aguilar, G. (2006). Evaluación de los recursos hídricos. UNESCO.

Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof (Eds.) (2008). Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. Secretariat, Geneva.

Brouwer, C., Heibloem, M. (1986) Irrigation Water Management: Irrigation Water Needs. Training Manual No. 3. Rome. FAO.

CEA (2011) Región 05 Sureste. Sistema de Información del Agua. Comisión Estatal del Agua Jalisco <http://www.ceajalisco.gob.mx/> [consultada 15 Diciembre 2011]

Chiu, Y., Walseth, B., Suh, S. (2009) Water Embodied in Bioethanol in the United States. Environmental Science and Technology, 43(8), pp. 2688-2692.

CONAGUA (2009)

CONAGUA. (2011). Estadísticas del Agua en México 2011. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Conde, C., Estrada, F., Martínez, B., Sánchez, O., Gay, C. (2011) *Regional climate change scenarios for México*. *Atmósfera* 24(1), pp. 125-140.

De Fraiture, C.; Giordano, M., Liao, Y. (2008). *Biofuels and implications for agricultural water use: Blue impacts of green energy*. *Water Policy*, 10(S1), pp. 67-81.

Domingo, F., Villagarcía, L., Were, A. (2002) ¿Cómo se puede medir y estimar la evapotranspiración?: estado actual y evolución. *Ecosistemas* 2003/1, <http://www.aeet.org/ecosistemas/031/informe1.htm> [consultada 15 Agosto 2011]

Elcock, D. (2008). Baseline and Projected Water Demand Data for Energy and Competing Water Use Sectors. Environmental Science Division, Argonne National Laboratory, Oak Ridge, TN: U.S. Department of Energy.

FAO (2008)

FAO (2012a) Usos del Agua. AQUASTAT Sistema de información global sobre el agua y la agricultura

de la FAO, http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/indexesp.stm [consultada Marzo 2012]

FAO (2012b) Water resources. AQUASTAT FAO's Information System on Water and Agriculture, http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/indexesp.stm [consultada Marzo 2012]

Felix Erika y Rosell Cadmo (Eds.) (2010) Bioenergía y seguridad alimentaria BEFS. El análisis de BEFS para el Perú. Compendio técnico. Volumen II. Metodologías. FAO – Technical Papers: Ambiente Cambio Climático Bioenergía. Seguimiento y Evaluación. pp.170.

Fingerman, K.R.; Torn, M.S.; O'Hare, M.H., Kammen, D.M. (2010) Accounting for the water impacts of ethanol production. *Environmental Research Letters*, 5(10), pp. 1-7.

Fresco Louise O. (2007). Biomass, food & sustainability: Is there a dilemma? University of Amsterdam. Member of the Supervisory Board of Rabobank Nederland with Daan Dijk and Wouter de Ridder, Rabobank, The Netherlands, pp. 52

http://www.rabobank.com/content/images/Biomass_food_and_

[sustainability_tcm43-38549.pdf](http://www.rabobank.com/content/images/Biomass_food_and_sustainability_tcm43-38549.pdf) [consultada Mayo 20, 2012]

Gerbens-Leenes, W., Hoekstra, A.Y., Van Der Meer, T.H. (2009). The water footprint of bioenergy, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(25), 10219-10223.

Gerbens-Leenes, W., Hoekstra, A. Y. (2009a). The water footprint of sweeteners and bio-ethanol from sugar cane, sugar beet and maize. Value of Water Research Report Series No. 38, UNESCO-IHE.

Gleick, P. (2000). *The World's water*. Island Press.

Goettemoeller Jeffrey & Adrian Goettemoeller (2007). Sustainable Ethanol: Biofuels, Biorefineries, Cellulosic Biomass, Flex-Fuel Vehicles, and Sustainable Farming for Energy Independence, Praire Oak Publishing, Maryville, Missouri, ISBN 978-0-9786293-0-4, pp. 196.

GRFA (2011) Global Renewable Fuels Alliance <http://www.globalrfa.org/>

Haro M.E., Navarro I., Thompson R., and Jimenez B. (2013). Estimation of the water footprint of sugarcane in Mexico: is ethanol production an environmentally feasible fuel option? *Journal of Climate Change*, (en revision)

Hoekstra, A., Hung, P. (2002). *Virtual Water Trade: A Quantification of Virtual Water Flows Between Nations in Relation to International Crop Trade*. Value of Water Res Report Series No. 11. UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.

Hoekstra, A. (2007). *Human Appropriation of Natural Capital: Comparing Ecological Footprint and Water Footprint Analysis*. Institute for Water Education. Ecological Economics, 68; 1963-1974.

Hoekstra, A., Chapagain, A. (2007). Water footprints of nations: *Water use by people as a function of their consumption pattern*. Water Resour Manag 21:35-48.

Hoekstra, A., Chapagain, A. (2008). *Globalization of Water. Sharing the Planet's Freshwater Resources*. Blackwell Publishing, Oxford, UK. ISBN 978-1-4051-6335-4, 224 pp.

Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., Mekonnen, M., (2009). *Water Footprint Manual. State of the Art 2009*. Enschede, Netherlands: Water Footprint Network.

Hughes, S., Partzch, L., Gaskell, S. (2007). *The development of biofuels within the context of the global water crisis*. Sustain Dev Law & Policy 62:58-62.

Marcos, J., Kutas, G., Do Amaral, L., Nassar, A. (2007). *EU and U.S. Policies on Biofuels: Potential Impacts on Developing Countries*. The German Marshall Fund of the United States. Washington DC, 28 Pp. [Consultada Mayo 2011]. http://www.gmfus.org/galleries/ct_publication_attachments/GMF_USEU_Final.pdf

Jiménez, B., Navarro, I., Haro, M., Thompson, R. (2012). *Evaluación de la disponibilidad de agua y los costos asociados a la producción de cultivos para la manufactura de biocombustibles*. Informe Final del Proyecto "Biocombustibles en México: una alternativa para la reducción de la dependencia de los hidrocarburos y para la mitigación de los gases efecto invernadero". Convenio Instituto de Ingeniería-PINC-UNAM.

Maluenda, G. (2011). *Bioetanol. Perspectivas 2012*. [consultada 2 Julio 2012]. <http://www.agrodigital.com/Documentos/bioetanol-mz12.pdf>

Mekonnen, M., and Hoekstra, A., (2010), *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products*, Volume 1: Main Report. Value of Water Research Report Series No. 47, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands

Moreira, J. (2007). *Water use and*

impacts due ethanol production in Brazil. http://www.iwmi.cgiar.org/EWMA/files/papers/Jose_Moreira.pdf [Recuperado en abril de 2011].

Narayanamoorthy, A. (2005) Potential for Drip and Sprinkler Irrigation in India. <http://nrlp.iwmi.org/.../12.%20Water%20Savings%20Technologies%20-%20Narayanamoorthy.pdf> [consultada 20 Mayo 2011]

NRC (2008) Water Implications of Biofuels Production in the United States. National Research Council, National Academies Press: Washington, D.C., 2008; pp. 19-25.

PCIC (2012) Pacific Climate Impacts Consortium Regional Analysis Tool (BETA). Available online at: <http://pacificclimate.org/tools-and-data> [consultada 13 June 2012].

Pimentel, D. (2003) Ethanol fuels: Energy balance, economics, and environmental impacts are negative. *Nat. Resour. Res.*, 12(2), pp. 127-134.

Ramos Taipe Cayo L. (2010) Análisis de los Efectos de la Producción de Cultivos Bioenergéticos sobre la Disponibilidad de los Recursos Hídricos: El Caso del Sistema Chira. Capítulo 4 en: Erika Felix y Cadmo Rosell (Eds.), *Bioenergía y seguridad alimentaria BEFS*. El análisis

de BEFS para el Perú. Compendio técnico. Volumen II. Metodologías. FAO pp. 53-69. [consultada Octubre 27, 2012]. En <http://www.fao.org/docrep/013/i1712s/i1712s04.pdf>

REN21 (2008) Renewables 2007 Global Status Report. Recuperado en <http://www.ren21.net>

Roberts, M., Male, T., Toombs, T. (2007). *Potential Impacts of Biofuels Expansion on Natural Resources. A Case Study of the Ogallala Aquifer Region*. Environmental Defense. [consultada Agosto 2011]. <http://www.globalwarming.org/wp-content/uploads/2010/12/edf-study-of-ethanol-water-impacts.pdf>

SAGARPA (2009). *Estudio de gran visión para la identificación de necesidades de riego y drenaje en las zonas de abasto cañeras y propuestas de tecnificación en zonas potenciales como base para el desarrollo de proyectos de inversión*. Etapa I. SAGARPA-PRONAC-SIAP, pp. 83.

Saulino, F. (2011). *Implicaciones del desarrollo de los biocombustibles para la gestión y el aprovechamiento del agua*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

SENER (2008). Ley de promoción y desarrollo de los bioenergéticos.

Secretaría de Energía. [consultada 11 Marzo 2011]. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPDB.pdf>

SENER (2010). Recomendaciones de especificaciones técnicas para el etanol y sus mezclas (E6) y la infraestructura para su manejo en México. Secretaría de Energía. [consultada 15 Marzo 2011]. http://www.energia.gob.mx/res/169/sp_RecomendacionesTecEtanolMezclas.pdf

UNC (2011). *Estadísticas de la Agroindustria de la caña de azúcar*. Unión Nacional de Cañeros, A.C.–CNPR [consultada 7 Diciembre 2011]. http://www.caneros.org.mx/site_caneros/estadisticas/ingenios/tamazula.pdf

UNC (2012). *Estadísticas de la Agroindustria*. Unión Nacional de Cañeros A.C. <http://www.caneros.org.mx/estadisticas.html> [Recuperado en agosto de 2012].

Van Meekeren, B.T. (2008). *The Water Footprint of Bio-energy. Master Thesis Report*. Department Water Engineering and Management. University of Twente. Enschede. <http://essay.utwente.nl/BA20CB7F-8B9E-48C1-BFCF-A96C0A2785D6/FinalDownload/DownloadId-5154D99B72857E-76C34D82DD7263FF21/>

BA20CB7F-8B9E-48C1-BFCF-A96C0A2785D6/58132/1/scriptie_B_van_Meekeren.pdf

Varghese, S. (2007). *Biocombustibles y desafíos globales para el agua*. Trade and Global Governance, Institute for Agriculture and Trade Policy (IATP). DKA Austria. [consultada 21 Marzo 2012]. http://www.iatp.org/files/451_2_105551.pdf

• LILIA REBECA DE DIEGO CORREA •

GREEN MOMENTUM, INC.

• GIAN CARLO DELGADO RAMOS •

CENTRO DE INVESTIGACIONES INTERDISCIPLINARIAS

EN CIENCIAS Y HUMANIDADES, UNAM

AGOSTO DE 2012



La apuesta del biodiésel de palma en el estado de Chiapas, México

INTRODUCCIÓN

ANTE EL IMPACTO QUE GENERA EL SECTOR TRANSPORTE EN MATERIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO, PERO TAMBIÉN EN LA CALIDAD DEL AIRE, ENTRE OTRAS IMPLICACIONES DE CARÁCTER SOCIOAMBIENTAL Y DE SEGURIDAD ENERGÉTICA, SE HA PROPUESTO COMO ALTERNATIVA, NO SÓLO EL USO DE TECNOLOGÍAS PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA, SINO TAMBIÉN EL DESARROLLO DE NUEVOS COMBUSTIBLES, EN PRINCIPIO MÁS SUSTENTABLES; DÍGASE BIOETANOL Y BIODIESEL. SE TRATA DE UNA APUESTA DE ORDEN MAYOR, SOBRE TODO SI SE CONSIDERA QUE EL SECTOR TRANSPORTE FUE RESPONSABLE EN 2009 DEL USO DE 96 EXAJOULES EN COMBUSTIBLES FÓSILES. RETO AL QUE SE SUMA, DE MANTENERSE LA ACTUAL TENDENCIA, EL AUMENTO DEL PARQUE VEHICULAR EN TANTO QUE AL DÍA DE HOY SE ESTIMAN UNOS 1,200 MILLONES DE UNIDADES PERO PARA EL 2050 SE CREE QUE HABRÁ MÁS DE 2,600 MILLONES DE UNIDADES (UN-HABITAT, 2011:42).

LO ANTES DESCRITO SIN DUDA COMPLEJIZA EL PANORAMA DE ACCIÓN PARA REDUCIR LAS EMISIONES NETAS DE GEI PUESTO QUE, AÚN CONSIDERANDO AUMENTOS EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS VEHÍCULOS, LA TENDENCIA DE LA GENERACIÓN DE EMISIONES ASOCIADAS AL SECTOR TRANSPORTE (ST) APUNTA A SER CRECIENTE: EN UN 50% MÁS PARA EL 2030 Y EN UN 80% MÁS PARA EL 2050 EN EL MEJOR DE LOS CASOS PUES PODRÍA INCLUSIVE LLEGARSE A UN INCREMENTO DE 130% PARA EL 2050 (AIE, 2009: 29, 43). PERO, DADO QUE SE ASUME QUE LOS BIOCMBUSTIBLES EMITEN

¹ El presente texto se deriva del informe final del proyecto CEIICH-PINCC sobre “Indicadores de sistemas de transporte y de la viabilidad socio-ecológica del uso de biocombustibles” (Fecha de cierre: Julio de 2012).

² Internacionalista por la UNAM con estudios de maestría en “Estudios Regionales” por el Instituto Mora (México).

³ Economista por la UNAM con estudios de maestría y doctorado en “Ciencias Ambientales” por la Universidad Autónoma de Barcelona (España). Investigador titular de tiempo completo, definitivo, del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM. Integrante del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT.

MENOS GEI, ÉSTOS SE COLOCAN COMO UNA SOLUCIÓN. ESTA NOCIÓN, SIN EMBARGO, HA SIDO AMPLIAMENTE CUESTIONADA NO SÓLO EN CUANTO A LA CANTIDAD DE ENERGÍA QUE SE REQUIERE PARA PRODUCIR EL VECTOR ENERGÉTICO, SEA ETANOL O BIODIESEL, SINO TAMBIÉN EN TANTO A LAS EMISIONES QUE SE ASOCIAN AL CICLO DE VIDA DE LOS BIOCMBUSTIBLES (PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y QUEMA). SE AÑADEN OTROS SEÑALAMIENTOS COMO EL QUE REFIERE A LA DELICADA COMPETENCIA POR LA TIERRA Y EL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS VERSUS DE BIOCMBUSTIBLES; EL ESTÍMULO DE CAMBIO DE USO DE SUELO A COSTA DE LOS ECOSISTEMAS Y CON ELLO LA PÉRDIDA DE SU CAPACIDAD DE CAPTURA DE CARBONO; ENTRE OTRAS IMPLICACIONES NEGATIVAS DE TIPO ECONÓMICO, AMBIENTAL Y SOCIOCULTURAL Y QUE MÁS ADELANTE SE DETALLAN EN TORNO A LA EXPERIENCIA DE PRODUCCIÓN DE BIODIESEL DE PALMA EN CHIAPAS, MÉXICO.

PESE AL CONSIDERABLE IMPULSO OTROGADO A LOS BIOCMBUSTIBLES, SU IMPACTO SIGUE SIENDO LIMITADO, ELLO SI SE MIRA DESDE LA PERSPECTIVA DE SU APORTE ACTUAL Y POTENCIAL A LA MATRIZ ENERGÉTICA GLOBAL. HOY DÍA, LOS BIOCMBUSTIBLES REPRESENTARÍAN SÓLO EL 2.7% DE TOTAL DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS UTILIZADOS POR EL ST (REN21, 2011: 31) Y, SU POTENCIAL ESTIMADO, SE INDICA, PODRÍAN SITUARSE COMO MÁXIMO ENTRE EL 20 Y 30% (SANHUEZA, 2009); ELLO CON FUERTES VARIACIONES DE PAÍS A PAÍS.

LA PRODUCCIÓN TOTAL DE ETANOL EN 2010 FUE DE 86 MIL MILLONES DE LITROS, 17% MÁS QUE EN 2009 Y CINCO VECES MÁS CON RESPECTO AL AÑO 2000. LA PRODUCCIÓN DE ETANOL FUE ACAPARADA POR EUA (57%) Y BRASIL (31%), AHONDÁNDOSE CADA VEZ MÁS LA BRECHA ENTRE ESOS DOS PAÍSES E INVIRTIÉNDOSE CLARAMENTE LA RELACIÓN EXISTENTE HASTA HACE UNOS AÑOS CUANDO BRASIL ERA EL MAYOR PRODUCTOR DE ETANOL DEL MUNDO. VÉASE FIGURA 1. DEBE ADVERTIRSE QUE PESE A ELLO, BRASIL SIGUIÓ INCREMENTANDO SU PRODUCCIÓN (EN 7% CON RESPECTO AL AÑO 2009). LA PRODUCCIÓN DEMANDÓ CUANDO MENOS EL USO DE 3% DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE GRANOS, GENERANDO 32.5 MILLONES DE TONELADAS DE ALI-

MENTO PARA EL GANADO COMO CO-PRODUCTO (LO QUE NO SIEMPRE ES POSITIVO PUES CUANDO EL CO-PRODUCTO SOBREPASA LA CAPACIDAD DE CONSUMO LOCAL-REGIONAL, LAS DISTANCIAS PARA SU USO EFECTIVO AUMENTAN, DEMANDÁNDOSE ASÍ MÁS ENERGÍA EN SU TRANSPORTACIÓN, LO QUE CUANDO NO ES VIABLE ENTONCES EL CO-PRODUCTO SE VUELVE DESECHO QUE HABRÁ QUE ARROJAR AL AMBIENTE.

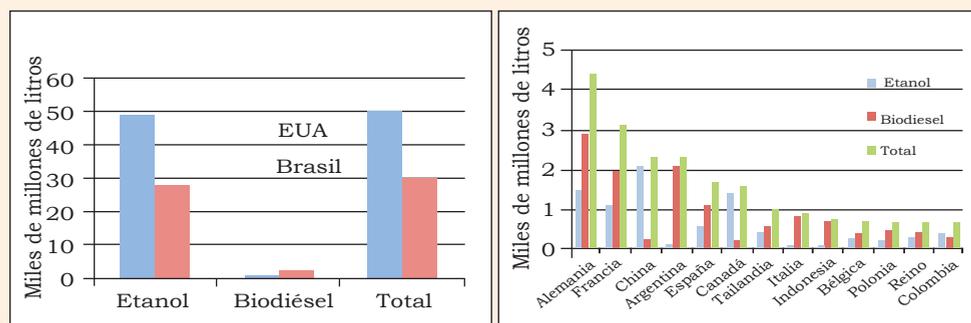


Figura 1. Producción de biocombustibles - 2010

LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL AUNQUE SE HA INCREMENTADO CASI 24 VECES DESDE EL AÑO 2000, EN LOS ÚLTIMOS AÑOS SE HA ESTANCADO, TOTALIZANDO 19 MIL MILLONES DE LITROS (MMML) PARA EL AÑO 2010. EL GRADO DE CONCENTRACIÓN EN LA PRODUCCIÓN, COMO EN EL CASO DEL ETANOL, TAMBIÉN ES OBSERVABLE. LOS PRIMEROS 10 PRODUCTORES MUNDIALES DE BIODIÉSEL SE ADJUDICARON EL 75% DE LA PRODUCCIÓN EN 2010, SIENDO LA UNIÓN EUROPEA LÍDER CON EL 53% DE LA PRODUCCIÓN TOTAL, MIENTRAS QUE ASIA (INDONESIA Y TAILANDIA, SOBRE TODO) SE HIZO DEL 12% (REN21, 2011: 32). EN PARTICULAR DESTACAN ALEMANIA QUE PRODUJO 2.9 MMML, BRASIL CON 2.3 MMML, Y ARGENTINA CON 2.1 MMML (IBID).

LOS PRINCIPALES INSUMOS DE PRODUCCIÓN DE ETANOL SON POR LA CANTIDAD DE LITROS PRODUCIDOS, EL MAÍZ Y LA CAÑA DE AZÚCAR. EN EL CASO DEL BIODIÉSEL, LOS INSUMOS MÁS RELEVANTES SON LA PALMA ACEITERA O AFRICANA Y LA SOYA. PESE A SU RELEVANCIA, CADA VEZ MÁS SE EXPLORA LA POSIBILIDAD DE OTROS INSUMOS, SEA EL SORGO, LA REMOLACHA DULCE O BETABEL, EL PIÑÓN, O INCLUSIVE PASTOS, CELULOSA, Y OTRAS FORMAS DE BIOMASA.

LA PALMA ACEITERA EN MÉXICO

Inserto en la dinámica internacional del impulso a los biocombustibles, el gobierno de México en sus diversos niveles, explora la conformación de capacidades productivas de etanol base caña y de biodiésel base palma y eventualmente a partir del piñón. En lo que respecta al biodiésel, el avance más significativo se identifica en la producción de aceite de palma, particularmente en el estado de Chiapas.

Debe indicarse que la palma de aceite no constituye una novedad pues su cultivo se remonta al año de 1952 cuando se importaron 30 mil semillas de Honduras y fueron enviadas a la costa chiapaneca. Con ello, la familia Bernstorff estableció la primera plantación comercial de palma de aceite con una superficie de 200 hectáreas, en la finca "La Lima" ubicada en el municipio de Villa Comaltitlán. Posteriormente se introdujeron semillas provenientes de Costa de Marfil, África, con lo que se incrementó su plantación a 700 hectáreas (Castro, 2009; Velasco, 2010: 92).

En 1975, la Comisión Nacional de Fruticultura inició el fomento del cultivo y para ello, desde ese año y hasta 1982, se importaron 1'078,000 semillas de Indonesia,

Costa de Marfil y Costa Rica, así como equipo para extracción de aceite con capacidad de dos toneladas de racimos por hora. Con estas acciones se logró el establecimiento definitivo de 287 hectáreas en el municipio de Acapetahua (Castro, 2009; Velasco, 2010: 92).

Para principios de la década de 1990 la superficie sembrada con palma alcanzó las 2,800 hectáreas y en 1996 existían un total de 36,874 hectáreas (Castro, 2009). De ellas el estado de Chiapas contaba con el 44.2%, seguido de Tabasco con el 20.2%, Veracruz con 19.4% y finalmente el estado de Campeche con el 16.2% (Plan Rector, 2004).

El interés por aumentar la producción de aceite de palma en México en 1996, durante el gobierno de Ernesto Zedillo (1994-2000) se debió a que la demanda nacional de aceite de palma ascendió a 130 mil toneladas métricas y existía un déficit nacional del 97%. De recordarse que el aceite de palma tiene diversos usos en los alimentos procesados (Castro, 2009).

El gobierno federal propuso entonces la expansión de los cultivos en un total de 2.5 millones de hectáreas. De haber alcanzado tal objetivo, México se habría posicionado en tercer productor mundial (Velasco, 2010: 91). Sin embargo, en 2001 el

cultivo de la oleaginosa, en los cuatro estados arriba señalados, experimentó una crisis a causa de la caída de los precios del aceite de palma así como resultado de una serie de desastres naturales como inundaciones, plagas e incendios que afectaron severamente la producción.

A raíz de tal crisis, se decidió impulsar una estrategia más agresiva para ampliar la superficie de plantaciones de palma aceitera como un monocultivo estratégico para el país. Con este objetivo en mente, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) lanzó en 2004 el Sistema Producto⁴ Nacional de Palma de Aceite. Éste cubre tres regiones del trópico-húmedo mexicano que cumplen con las condiciones agroecológicas para la producción de palma: 1) En la Zona Pacífico, Chiapas con dos regiones, Costa-Soconusco y Selva; 2) En la zona del Golfo de México, el estado de Veracruz –Texistepec, región de Jesús Carranza, las Choapas y Uxpanapan– y Tabasco –Balanacán, Tenosique y Jalapa–; 3) En la Península de Yucatán, Campeche –Sabancuy-Escárcega, Aguacatal y Palizada– (Plan Rector, 2004: 3).

México produce sólo el 0.1% del aceite de palma, ocupando el lugar 29 de los 42 países productores de palma de aceite del mundo y el lu-

gar 10 en América entre los 13 países productores (Castro, 2009: 221). Más aún, de acuerdo con la Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas Comestibles A.C. (ANIAME, 2006: 2), México ha incrementado su dependencia respecto al mercado internacional de productos oleaginosos. Sus importaciones de aceite de palma representan el 1% del total mundial y las semillas que se siembran en Chiapas, Campeche y Veracruz son importadas en su totalidad de Costa Rica y Colombia (Plan Rector, 2004: 16, 29).

A pesar de lo anterior, la superficie cultivada con palma aceitera se ha extendido en los últimos años para los cuatro estados en cuestión. De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), para 2009 se registraron 36,189.09 hectáreas sembradas con palma de aceite a nivel nacional, cifra que al cierre del 2010 aumentó a 49,581.89 hectáreas, contexto en el que Chiapas seguía siendo la principal zona productora. Véase Figura 2.

LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA Y LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÉTICOS EN CHIAPAS

El gobierno del estado de Chiapas, encabezado por Juan Sabines Guerrero (2006-2012), puso en marcha

el programa de reconversión productiva con el supuesto objetivo de impulsar “el desarrollo regional y de mejorar el bienestar y la calidad de vida de los campesinos de la entidad”. En otras palabras, implica la modificación del patrón de producción tradicional a favor del establecimiento de cultivos alternativos con mayor viabilidad agronómica, rentabilidad económica y “viabilidad social” (Lara, s/f: 3).⁵

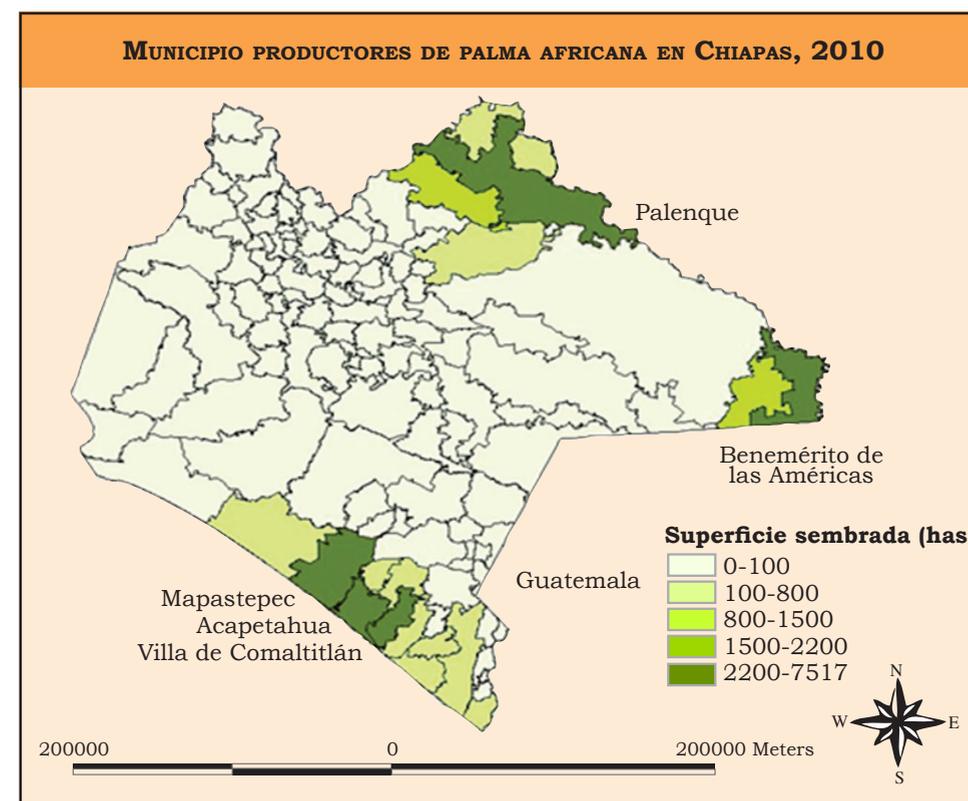


Figura 2. Elaboración propia con base en INEGI, 2009 Y SIAP, 2011

⁴ El Sistema Producto es definido por la Ley de Desarrollo Rural Sustentable como “el conjunto de elementos y agentes concurrentes de los procesos productivos de productos agropecuarios, incluidos el abastecimiento de equipo técnico, insumos y servicios de producción primaria, acopio, transformación, distribución y comercialización (Art. 3, fracc. XXXI).

⁵ Este proceso implica: a) cambiar un cultivo anual establecido por otro del mismo ciclo; b) cambiar cultivos anuales por perennes, como sucede cuando se cambia un cereal para establecer un frutal determinado; c) cambiar cultivos anuales de temporal por pastizales o bien por plantaciones forestales; d) cambiar de sector productivo, por ejemplo de una actividad agrícola a pecuaria, de una pecuaria a forestal; y e) el cambio a partir de una integración de las actividades agropecuarias y forestales, cuando se ven involucrados en actividades empresariales, como las de tipo agroindustrial y comercial. (Lara, s/f: 3)

De acuerdo con el IV Informe de Gobierno de la administración de Sabines Guerrero, con este programa se consolidó en 2010 una superficie de 82,281 hectáreas reconvertidas, de las cuales 32,935 corresponden al cultivo de la palma africana, 28,000 de frutales diversos, 10,765 de hule, 10,000 de piñón jatropha, y 81 de hortalizas.

Por su parte, el titular del Instituto para la Reconversión Productiva y Bioenergéticos (IRBIO) afirmó que el programa de Reconversión Productiva cerrará el 2011 con 200 mil hectáreas de las cuales ya están plantadas 92 mil hectáreas.⁶ Más aún, tan sólo para el caso del cultivo de la palma de aceite existen 400 mil hectáreas potenciales para establecer plantaciones de la oleagi-

nosa de las cuales la administración actual busca desarrollar entre 100 y 108 mil hectáreas.⁷ Véase Figura 3.

El Plan Chiapas Bioenergético consiste básicamente en el establecimiento de plantaciones productoras de insumos bioenergéticos, actualmente jatropha curcas y palma africana.⁸ El plan es cobijado por el Programa Mesoamericano de Biocombustibles del Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica mejor conocido como Proyecto Mesoamérica⁹; antes Plan Puebla Panamá, mismo que se autodefine como "... una alternativa para implementar esquemas de producción energética descentralizada que apoye la reactivación de las economías locales mejorando las condiciones de vida de los habitantes de la región."¹⁰



Figura 3

Fuente: elaboración propia con base en Sistema Palma de Aceite 2004, SIAP, 2011.

Desde dicho esquema, el gobierno del estado de Chiapas ha emplazado y puesto en marcha diversas instalaciones productoras de biodiésel ubicadas en Tuxtla Gutiérrez y en Puerto Chiapas, municipio de Tapachula. La primera está hecha con tecnología sueca y tiene una capacidad de 2 mil litros diarios de biodiésel de aceites vegetales usados que son, a su vez, recolectados en los restaurantes de la capital chiapaneca mediante el Proyecto de Recolección y Aprovechamiento de Aceites Vegetales Usados. En la misma ciudad se instaló una segunda planta de extracción de aceite de jatropha con capacidad de 10 toneladas por

día (Secretaría del Campo, s/f). Una tercera y cuarta planta se ubican en el Centro de Investigación y Tecnología en Producción de Biodiésel parte de las instalaciones de Biodiésel Chiapas. Una es una planta piloto de producción de biodiésel con tecnología mexicana y que tiene la capacidad de producir 8 mil litros de biodiésel al día a partir de aceite de palma. Otra más es de tecnología británica con una capacidad de 20 mil litros de biodiésel diarios a partir de este mismo insumo (Secretaría del Campo, s/f).

Para cubrir la demanda de aceite crudo de jatropha y palma africana,

⁶ Idem.

⁷ <http://www.irpat.chiapas.gob.mx/index.php/noticias-esta/154-chiapas-lider-productor-en-palma-de-aceite>

⁸ "Plan Chiapas Bioenergético", Biodiesel Chiapas, http://www.biodieselchiapas.mx/Biodiesel_Chiapas/Biodiesel_Chiapas_-_Plan_Chiapas_Bioenergetico.html, [20 de octubre de 2011].

⁹ Integrado por Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá y Colombia.

¹⁰ El Programa comprende la instalación de plantas piloto de biocombustibles en dos etapas: 1) La construcción de tres plantas de biocombustibles con un monto de 3 millones de dólares por planta y financiadas por el gobierno de Colombia en Honduras, El Salvador (concluidas en 2008) y Guatemala. La construcción de las tres plantas se adjudicó, a través de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), a una unión temporal conformada por las empresas Biosgeos e Ingeomega de Medellín, Colombia. 2) Comprende la instalación de tres plantas adicionales en México, Panamá y República Dominicana, así como la conformación de la Red Mesoamericana de Investigación y Desarrollo en Biocombustibles (Proyecto Mesoamérica, "Biocombustibles", 26 de agosto de 2009, http://portal2.sre.gob.mx/mesoamerica/index.php?option=com_content&task=view&id=44&Itemid=40, [4 de octubre de 2011])

en el marco del programa de reconversión productiva, el gobierno del estado de Chiapas ha sembrado 10 mil hectáreas con piñón, que ya están consolidadas,¹¹ así como alrededor de 49 mil hectáreas de palma de aceite, según fuentes gubernamentales.

Al menos para el caso del cultivo de bioenergéticos, se contempla el uso de *tierras ociosas*, cuyo significado es aclarado por el Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico 2009-2012 (PROINBIOS) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) al señalar que “cada región del país podrá producir bioenergéticos según su vocación agrícola y medioambiental; las tierras no rentables con *cultivos tradicionales y ociosas* se reconvertirán a cultivos en los que se puedan establecer proyectos de bioenergía.” (SAGARPA, 2009: 17). Con esta declaración se confirma el esquema de una agricultura de corte extractivista que busca

cubrir la demanda de los mercados o bien la necesidad de combustibles, antes que la alimentación de las poblaciones locales. En este sentido, estas últimas verían seriamente afectada su seguridad alimentaria, especialmente con cultivos que, como es el caso de la palma africana, no permiten el desarrollo de otras especies en una misma parcela.

A continuación se presentan las principales zonas productoras de palma de aceite en el estado de Chiapas: Soconusco, Costa y las regiones pertenecientes a la antes llamada región Selva.

LA PLANICIE COSTERA DEL PACÍFICO

El Soconusco y la región Istmo-Costa¹² de Chiapas tienen un elemento común fundamental que es el medio geográfico y físico que se caracteriza por la confluencia de la Sierra Madre de Chiapas y el Océano Pacífico. Ambas regiones administrativas constituyen “un continuo natural” de entre 260 y 280 kilómetros de largo que va del nivel del mar a los

2,000 metros de altura, teniendo una planicie costera con una amplitud de entre 19 y 47 kilómetros (Fletes, 2008:64). Es justo en esta zona de tierras bajas donde se localizan gran parte de las actividades agrícolas de esta región tales como la ganadería así como la producción de diversos cultivos tropicales -especial pero no únicamente el mango- destinados a los mercados externos.

Esta zona es también la principal productora de palma de aceite en Chiapas pues cubre, según datos del 2010, un total de 19,447.98 hectáreas cultivadas (14,384.72 hectáreas en 2009), lo que corresponde al 58.05% de las tierras cultivadas con esta oleaginosa en la entidad y al 39.22% en el país.¹³ Los mayores productores son los municipios de Acapetahua, Mapastepec y Villa Comaltitlán. En total, los tres suman una superficie cultivada de 17,164.48 hectáreas (12,562.22 hectáreas en 2009) lo que corresponde al 88.25% de todos los municipios que integran ambas regiones administrativas. Ello evidencia una altísima concentración en la producción que se debe, en gran medida, a la presencia de las extracto-

ras de aceite de capital privado con mayor capacidad (40 toneladas por hora) y que son: Agroindustrias de Mapastepec S.A de C.V. (Agroimsa) y Promotora de Palma del Soconusco S.A de C.V. (ProPalma) ubicadas en Mapastepec y Acapetahua, respectivamente.

El incremento de la superficie sembrada con palma de aceite en esta región es evidente. En 2007 Acapetahua ya registraba una superficie importante con 4,344.50 hectáreas que aumentaron poco en relación a 2008 (4,651.50 hectáreas), en 2009 ya eran 5,642.46 hectáreas y, finalmente en 2010 se alcanzaron las 7,516.46 hectáreas. En el caso de Mapastepec en 2007 registraba 2,941 hectáreas, en 2008 hubo un ligero incremento y presentó 3,153, en 2009 alcanzó las 4,081.26 hectáreas para culminar en 2010 con 6,809 hectáreas. Villa Comaltitlán es un caso peculiar pues, de acuerdo con datos del SIAP, ha mantenido constante el mismo número de hectáreas (2,838.50) de 2007 a 2009, presentando un incremento prácticamente imperceptible en 2010, con 2,839 hectáreas cultivadas.¹⁴ Los grandes saltos en el número de hec-

¹¹ <http://diariolavozdelsureste.com/lavoz/index.php?news=19058>

¹² El Soconusco ocupa un espacio de 4,100.4 km² lo que representa el 5.10% del territorio de la entidad y, según el Censo de Población y Vivienda 2010, tiene una población de 710,716 habitantes lo que corresponde, aproximadamente, al 14.8% de la población de la entidad. La región se compone de 15 municipios: Acoyagua, Acapetahua, Cacaohatán, Escuintla, Frontera Hidalgo, Huehetán, Huixtla, Mazatán, Metapa, Suchiate, Tapachula, Tuxtla Chico, Tuzantán, Unión Juárez y Villa Comaltitlán. Por su parte, la región Istmo-Costa tiene una extensión de 5,728.6 km² lo que equivale al 7.6% del territorio estatal. Tiene una población de 218,628 habitantes lo que representa el 4.5% del total estatal. Se compone de cuatro municipios que son Arriaga, Tonalá, Pijijiapan y Mapastepec.

¹³ Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, “Cierre de la producción agrícola por estado”, <http://www.siap.gob.mx/>, [10 de agosto de 2011]

¹⁴ Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, “Cierre de la producción agrícola por estado”, <http://www.siap.gob.mx/>, [10 de agosto de 2011]. Entrevista con Amilcar Fernández Archila, coordinador del Programa de Palma Africana en el Soconusco, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 9 de marzo de 2011.

táreas en los municipios de Acapetahua y Mapastepec coincidieron con la puesta en marcha del programa de reconversión productiva en la entidad.

En la figura 4 que se muestra a continuación, se aprecia la distribución de la superficie sembrada entre los diferentes municipios que componen la planicie costera. Puede comprobarse espacialmente como claramente Mapastepec, Acapetahua y Villa Comaltitlán aglutinan el 88.25% de la producción de palma de aceite la planicie costera del Pacífico. Dada la gran concentración que se aprecia en tan sólo 3 municipios de 19, se establecieron cuatro rangos que incluyen, por un lado, aquellos municipios con menos de 500 hectáreas para luego concentrar en el último rango a los grandes productores y así evidenciar esta característica de la producción de la palma de aceite que se observa también a nivel estatal.

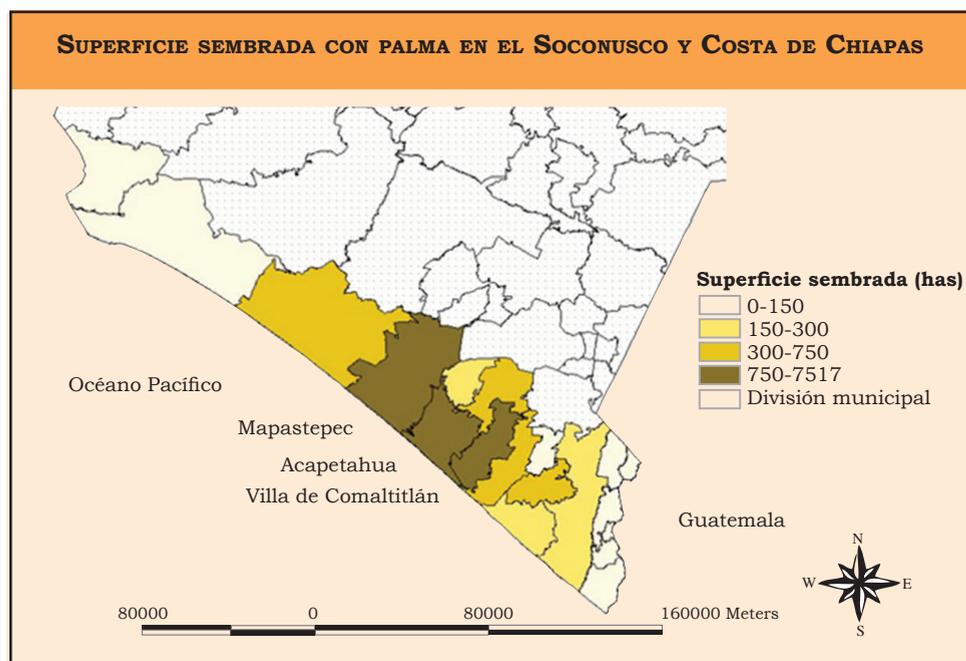


Figura 4. Elaboración propia con base en INEGI, 2009 Y SIAP, 2011

LA SELVA

La región Selva, en un tiempo territorio soberano de los indios Lacam-Tun y otros pueblos selváticos, constituye la quinta parte del

estado de Chiapas. Se encuentra al este de la entidad y actualmente se compone de tres regiones administrativas distintas: Maya, Tulijá Tsel-tal Chol y Selva Lacandona. Están formadas respectivamente por los

municipios de Palenque, La Libertad y Catazajá; Chilón, Sabanilla, Salto de Agua, Sitalá, Tila, Tumbalá, Yajalón; y Ocosingo, Marqués de Comillas, Benemérito de las Américas, Maravilla Tenejapa y Altamirano.

Es la segunda región productora de palma de aceite. Cubre un total de 14,052.5 hectáreas cultivadas (8,002.05 hectáreas en 2009), lo que corresponde al 41.94% de las tierras cultivadas con esta oleaginosa en la entidad y al 28.34% en el país. Los mayores productores son los municipios de Benemérito de las Américas, Palenque, Marqués de Comillas y Salto de Agua. En total, los cuatro suman una superficie cultivada de 12,978.25 hectáreas (7,038 hectáreas en 2009) lo que corresponde al 92.35% de todos los municipios de la región. Véase figura 5. Ello, nuevamente, refleja una altísima concentración en la producción. En este caso existen dos plantas extractoras de aceite, una de ellas es Agroindustrias de Palenque S.A de C.V (Agroipsa) y Palmatica de capital costarricense. Adicionalmente, se ha anunciado el establecimiento de una tercera planta, propiedad de ProPalma, en el municipio de Marqués de Comillas.

Al igual que en el caso de la planicie costera del Pacífico, la produc-

ción se encuentra concentrada solo en cuatro municipios mientras que el resto alberga entre las 170 y 600 hectáreas. Benemérito de las Américas es el municipio que presenta la mayor superficie sembrada de la región. Las plántulas fueron sembradas en 2009 en una superficie de 1,200 hectáreas y en tan sólo un año se incrementaron hasta llegar a las 5,505 que tiene actualmente, según los datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Por su parte, en el vecino municipio de Marqués de Comillas las hectáreas sembradas aumentaron de 240 en 2007 a 1,384 en 2010. El incremento tan acelerado, sobre todo en el caso del primer municipio mencionado, de la superficie sembrada con palma puede haberse debido, a la instalación de la nueva extractora de aceite.

En el caso de Palenque, al igual que el de Villa Comaltitlán en la planicie costera del Pacífico, el número de hectáreas sembradas se ha mantenido más o menos constante. Dio un salto importante cuando paso de 2,564 hectáreas en 2007 a 4,364 hectáreas en 2008, pero a partir de entonces el crecimiento ha sido casi nulo con lo que en 2010 alcanzó, según el SIAP, 4,887.75 hectáreas. Finalmente Salto de Agua fue incrementando gradualmente

¹⁵ Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, "Cierre de la producción agrícola por estado", <http://www.siap.gob.mx/>, [20 de octubre de 2011]

sus hectáreas sembradas al pasar de 893.50 hectáreas en 2007 a 1,054 en 2009 para terminar, en 2010, con 1,201.50 hectáreas.¹⁵

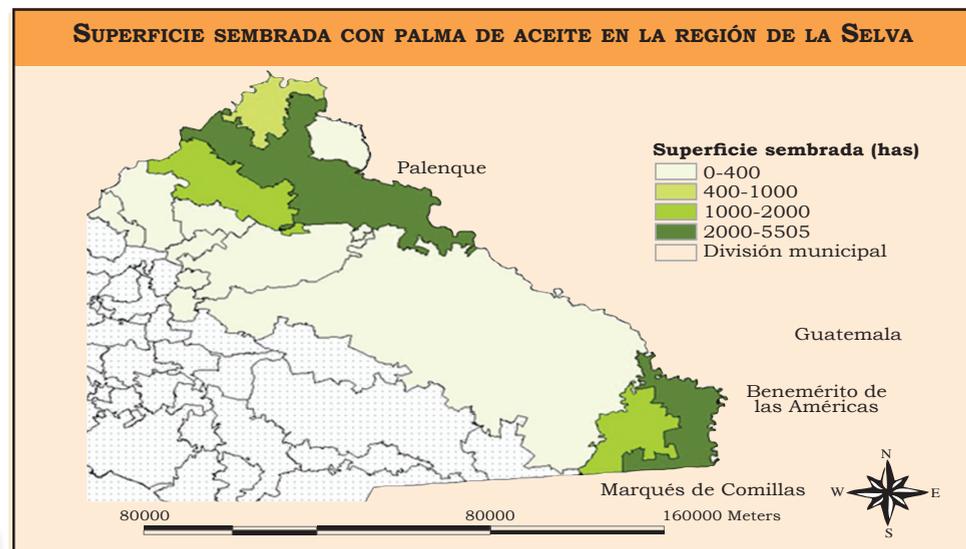


Figura 5. Elaboración propia con base en INEGI, 2009 Y SIAP, 2011

IMPLICACIONES AMBIENTALES LOCALES DE LA EXPANSIÓN DEL MONOCULTIVO DE PALMA

De acuerdo con datos de Conservación Internacional (CI), la Selva Lacandona, remanente más extenso de la selva tropical húmeda de México y una de las más importantes extensiones de bosque húmedo en América del Norte, representa sólo el 0.25 % del territorio nacional y alberga más del 20% de la diversidad biológica del país. (CI, 2002:6)

La región se encuentra en el corazón de la cuenca del río Usumacinta, casi todos los ríos y arroyos que atraviesan esta zona pertenecen a este gran sistema fluvial. Esta

cuenca, con una superficie total de 731,954 km² es la más importante de América del Norte (incluyendo Centroamérica) por el volumen de captación de agua y por su diversidad biológica. A México le corresponde el 42% y a Guatemala el 58% de la superficie total de la Cuenca. De la correspondiente al territorio mexicano (307,827 km²) el 71% se encuentra en Chiapas y el resto en los estados de Tabasco (23%) y Campeche (6%). La región hidrológica en donde se ubica la Selva Lacandona es una de las más extensas del país en proporción a su superficie total (1'550,200 ha). Incluye cuencas hidrográficas cuyos aportes pertenecen básicamente al sistema Grijalva-Usumacinta. (CI, 2002: 9-10)

CUADRO 1 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE LA SELVA LACANDONA

Áreas Naturales Protegidas	Superficie (hectáreas)	Porcentaje de las ANP del país
Monumento Natural Bonampak	4,357	0.03
Monumento Natural Palenque	1,772	0.01
Monumento Natural Yaxchilán	2,621	0.02
Área de Protección de Flora y Fauna Chan-Kin	12,185	0.07
Área de Protección de Flora y Fauna Naha	3,847	0.03
Área de Protección de Flora y Fauna Metzabok	3,368	0.03
Reserva de la Biosfera Montes Azules	331,200	1.95
Reserva de la Biosfera Lacantún	61,874	0.36
Reserva Comunal Sierra la Cojolita	35,410	0.21
Área total en la Selva Lacandona	456,634	2.68
Total de Superficie Natural Protegida para México	17'056,604 has = 100%	

Fuente: CI, 2002

Dada su relevancia ecológica, la Selva Lacandona es una de las regiones del país con mayor número de Áreas Naturales Protegidas (ANP, ver el cuadro 1), distribuidas en diferentes categorías. Abarcan una superficie de 456,634 hectáreas, representando el 2.68% de las 17'056 604 hectáreas protegidas en México y el 23.58% de las 1'973,056 hectáreas de superficie de selvas tropicales húmedas protegidas. (CI, 2002: 16) La más antigua, más extensa y más rica en diversidad biológica de todas ellas es la Reserva de la Biosfera Montes Azules.

En lo que respecta a la población, la Selva Lacandona fue poblada predominantemente por tzeltales provenientes de los municipios de Altamirano, Chilón, Yajalón, Sitalá y Ocosingo; choles de Sabanilla, Tumbalá y Tila; y tojolabales de Las Margaritas y Altamirano. Predomina la tenencia comunal y ejidal de la tierra, sobre la que toda la comunidad tiene derecho, que es utilizada para la milpa, pastar animales, extraer madera o recoger frutos silvestres, y en raras ocasiones para la agricultura comercial. La base de la producción en la región es la agri-

cultura, cuya actividad principal es el cultivo del maíz generalmente para el autoconsumo familiar, sin embargo, siempre se requieren otras fuentes de ingreso, otras actividades agrícolas, primordialmente el cultivo del café y del frijol sin que esto quiera decir que se dediquen a la agricultura comercial. También es importante la recolección de plantas silvestres. A su vez, la pequeña ganadería, la caza y la pesca son otras bases del sustento y un medio para ahorrar y afrontar emergencias. (Paoli, 1999 y Stavenhagen, 1982: 207-211).

En el caso de la Selva Lacandona (véase figura 6) se observan dos grandes áreas potenciales al norte y al sur. El polígono del norte se distribuye en los municipios de Catazajá, Palenque, La Libertad y Salto de Agua al norte, en tanto que el del sur se localiza en Marqués de Comillas, Benemérito de las Américas y una pequeña parte de Ocosingo.

El área del sur, particularmente los dos primeros municipios, se caracterizan por ser zonas muy pobladas con un alto grado de degradación ambiental (de Diego, 2008). Sin embargo, como puede advertirse en el mapa, esta área está delimitada por los ríos Usumacinta, Lacantún y parte del Lacanjá. Los dos anteriores constituyen las fronteras naturales que separan esta pequeña

región de la Reserva de la Biósfera Montes Azules y Lacantún, que conforman en conjunto el último remanente del bosque tropical en la Selva Lacandona. Al norte, la situación no es muy distinta: el polígono está rodeado y es atravesado por numerosos ríos, al tiempo que incluye el Sistema Lagunar Catazajá y los Humedales La Libertad (Gobierno del Estado de Chiapas, 2009).

En el plano de los impactos ambientales, la experiencia en Indonesia, Malasia, Tailandia, Nigeria y Nueva Guinea muestra que el desarrollo de las plantaciones ha tenido como resultado intensos procesos de deforestación y destrucción de ecosistemas y pérdida de la biodiversidad. En la región, la tasa anual de deforestación asociada únicamente a la palma es de 1.5% (Fargione, 2008). Entre 1985 y 2000, las plantaciones de palma africana en Malasia fueron responsables de un 87% de la deforestación de este país (Monbiot, 2005) y en Sumatra y Borneo (Indonesia) cerca de 4 millones de hectáreas de bosque han sido convertidas en tierras de cultivo. (Jiwan, 2008: 83 y Pérez, 2008: 88). Las estimaciones de pérdida de sumideros de carbono por dicho avance de la deforestación a causa de los biocombustibles precisan que la deuda de carbono es de entre 17 y 420 veces mayor a las reducciones anuales de GEI que dichos biocom-

bustibles podrían ahorrar. El pago de la deuda de carbono en Malasia e Indonesia se lograría después de 86 años para el caso de la palma sembrada en selvas tropicales bajas, pero hasta después de 420 años cuando se trata de la pérdida de selvas tropicales inundables (Fargione et ál., 2008).

Si bien las plantaciones contempladas para la Selva Lacandona, salvo en el caso del Sistema Lagunar Catazajá y Humedales La Libertad, aún no atentan directamente contra las tierras contenidas en los polígonos de las ANP, el hecho de que se ubiquen cerca de las mismas, así como de sus principales fuentes de agua puede aún así tener serias implicaciones ecológicas.

Por un lado, este tipo de cultivos, según detalla Pérez Rincón (2008: 91) se caracterizan por ser “agua-intensivos”: se requieren entre 2 mil y 4 mil litros de agua por 1 de combustible. Cálculos propios, ubican la huella hídrica de cada litro de biodiésel de la zona en 2,590 litros de agua.¹⁶ La ubicación de las áreas potenciales, estratégicamente situadas entre los márgenes de los ríos, sugiere la extracción de agua de los

mismos. El problema es que la gran cantidad que se extraería provocaría serios daños en los ecosistemas acuáticos y selváticos, pues la riqueza biótica es indisoluble de la abundancia de agua.

Por otro, como toda plantación agroindustrial, la producción de palma de aceite hace un uso intensivo de fertilizantes lo que, a la larga, terminan por reducir la fertilidad del suelo. Éstos generan altas cantidades de óxido de nitrógeno, lo que contribuye al efecto invernadero, así como nitrógeno y fósforo que al filtrarse a las capas acuíferas subterráneas ocasionan eutrofización¹⁷ (Russi, 2008: 41), lo cual ejercería un impacto ambiental de primer orden para los ecosistemas selváticos de la Selva Lacandona.

Tal y como se mencionó, esta última es habitada por numerosas comunidades campesinas mayoritariamente indígenas que se caracterizan por practicar una agricultura de subsistencia que hace un uso mínimo de los recursos de la biósfera comparado con las plantaciones agroindustriales. Si bien en el mapa no están representadas estas localidades, es de esperarse que muchas

¹⁶ Proyecto CEIICH-PINCC sobre “Indicadores de sistemas de transporte y de la viabilidad socio-ecológica del uso de biocombustibles”.

¹⁷ La eutrofización es el aporte masivo de nutrientes inorgánicos en un ecosistema acuático. (Russi, 2007: 41).

de ellas se ubiquen dentro y/o en el perímetro de los polígonos potenciales, lo que tendría serias implicaciones de corte social que pueden ser resumidas en los siguientes escenarios: a) Un uso y aprovechamiento desigual de los recursos naturales: mucha agua y tierra para la agroindustria y muy poca y de inferior calidad para la agricultura de subsistencia; b) Contaminación de las tierras campesinas y posibles enfermedades causadas por el uso intensivo de los agroquímicos; c) La expulsión de poblaciones, como ya sucede en la Selva Lacandona con las comunidades cercanas a las ANP, sobre todo Montes Azules; y d) Problemas de seguridad alimentaria en vista de la reconversión productiva.

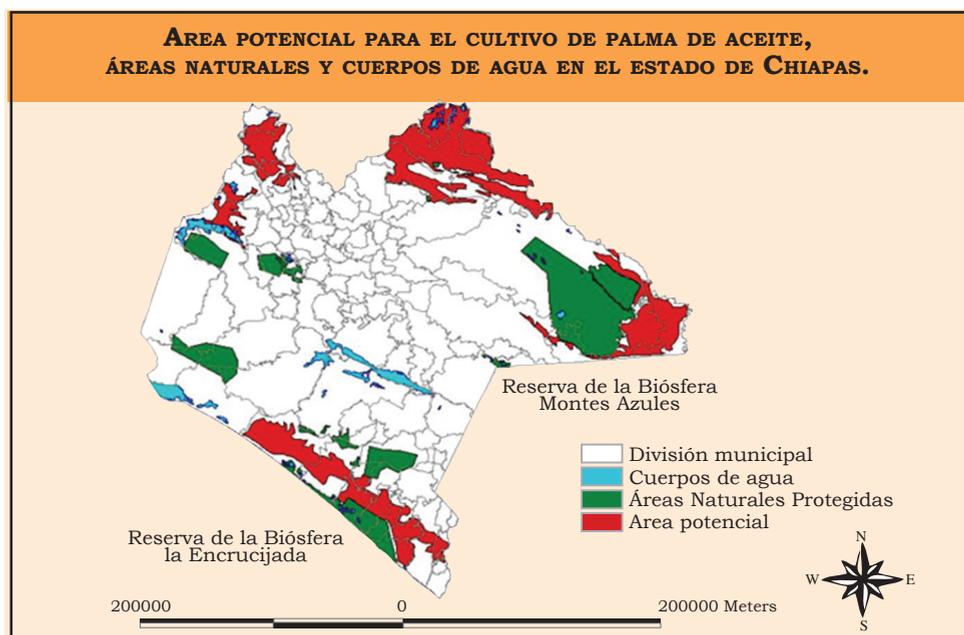


Figura 6. Elaboración propia con base en INEGI, 2009 e IRBIO, 2011

POTENCIAL E IMPLICACIONES DE LA QUEMA DE BIODIESEL EN MÉXICO.

Según cálculos propios, toda la producción actual de palma a nivel nacional alcanzaría para cubrir únicamente una mezcla B16 sólo para la ZMVM, lo que a nivel nacional sería de B1.2. El cuadro 2 presenta esti-

maciones de los impactos en tierra y agua.

Con base en lo anterior y considerando las proyecciones de demanda de diésel futura, el cuadro 3 ofrece el cálculo de la demanda de tierra y agua para el 2025. Su producción requeriría al menos una octava parte de la energía obtenida en forma de insumos fósiles.

CONCLUSIONES

Cerca del 60% de la población mundial vive en condiciones de uno u otro grado de malnutrición¹⁸. En México el 70% de los adultos y cerca de 4.5 millones de niños entre los cinco y once años padecen sobrepeso; la ma-

CUADRO 2. ESTIMACIONES DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL USO DE DIÉSEL BASE PALMA ACEITERA EN MÉXICO CON BASE EN EL CONSUMO ACTUAL DE COMBUSTIBLES.

	Demanda de diésel en 2010 (miles de barriles/día)	Diésel requerido según distintas mezclas (miles de barriles/día)	Cosecha anual requerida - toneladas (con base en promedio de rendimiento de Chiapas: 1,180 l. de diésel/ t de aceite)**	Superficie Requerida en hectáreas (rendimiento promedio de 2000-2010 = 17.5 t/ha)	Huella Hídrica en Giga litros (con base en estimaciones propias para el Estado de Chiapas - promedio 2000 - 2010: 2,590.74 litros/litro)
Nacional	371.1*	B5: 18.55	3'649,319.49	208,532.53 (balance negativo de 158,950.64 ha)	2,789.05
Ciudad de México	26.4+	B10: 37.11	7'300,606.27	417,177.49	5,579.62
		B20: 74.22	14'601,212.54	834,354.97	11,159.24
		B5: 1.32	259,682.03	14,838.97	195.45
		B10: 2.64	519,364.06	29,677.94	396.93
		B20: 5.28	1'038,728.13	59,355.89	793.86

NOTA: 1 barril = 159 litros.

+ SENER, 2010

* PEMEX, 2011

** SENER/BID/GTZ, 2006; BM, 2010

Fuente: elaboración propia. Proyecto "Indicadores de sistemas de transporte y de la viabilidad socio-ecológica del uso de biocombustibles", CEIICH-PINCC, UNAM.

¹⁸ Refiere a condiciones de desnutrición (925 millones de personas), obesidad (1,700 millones de personas), sobre peso, deficiencia de micronutrientes (dos mil millones de personas), entre otras categorías.

yoría por mala alimentación centrada sobre todo en harinas refinadas, grasas saturadas y azúcares. En contraparte, 28 millones de mexicanos padecen pobreza alimentaria, 5 millones de niños sufren de hambre (1.8 millones menores de 5 años) y un millón de jóvenes y adultos están desnutridos. A lo dicho se suma una considerable inseguridad alimentaria del país en lo que respecta a alimentos básicos. En 2010 México importaba el 13% del frijol, el 31% del maíz y granos forrajeros (80% del maíz amarillo), 73% de arroz, 51% de la cebada y del trigo, y 98% de la soya, alrededor de la tercera parte de la leche, el 16% de la carne de pollo (se duplicó el monto importado en la última década). (www.siap.sagarpa.gob.mx; www.canilec.org.mx).

Es en tal panorama que se plantea el impulso a los biocombustibles, esto es, en un escenario en el que la producción de alimentos, 99.7% de origen terrestre (Pimentel, 2009), depende de los mismos recursos: tierra, agua y energía. Además es llamativo que el uso de biocombustibles se desprenda de la idea de disminuir las afectaciones del cambio climático y que al mismo tiempo el propio rendimiento de los cultivos dependa en gran medida del clima. Dado que la contribución de los biocombustibles en la disminución de los efectos del cambio climático

es, como ya se dijo, limitada, salta a la vista que se apueste por una actividad que en sí misma se verá afectada y que tal actividad se enfoque en producir etanol o biodiésel para su quema, en lugar de producir alimentos y cuya disponibilidad se supone también comprometida por el cambio climático.

La apuesta de Rio+20 para erradicar la pobreza como antesala para el “desarrollo sustentable”, por ejemplo mediante la expansión de proyectos de biocombustibles a gran escala, es por todo lo aquí expuesto errada. El caso mexicano no es sin embargo de los más graves a escala mundial en lo que respecta a la producción de aceite de palma. Como ya se precisó, estos son más bien Malasia e Indonesia. El presente estudio es meramente una advertencia de lo que significa la propagación de este tipo de esquemas en América Latina.

Por ello, no debe olvidarse que el proyecto de producción de biocombustibles a gran escala pasa por el supuesto de producir biocombustibles más eficientes y “limpios”, aspectos que como se ha descrito, son muy debatibles. Pimentel et ál. (2009) sostienen incluso que los biocombustibles base maíz, caña y soya tienen un balance negativo (energía obtenida en relación a la energía invertida). En el caso del biodiésel de palma, si no se considera el uso de

CUADRO 3. ESTIMACIONES DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL USO DE DIESEL BASE PALMA ACEITERA EN MÉXICO CON BASE EN EL CONSUMO A 2025.

	Demanda de diésel en 2010 (miles de barriles/día)	Diésel requerido según distintas mezclas (miles de barriles/día)	Cosecha anual requerida - toneladas (con base en promedio de rendimiento de Chiapas: 1,180 l. de diésel/t de aceite)**	Superficie Requerida en hectáreas (rendimiento promedio estimado al doble: 35 t/ha)	Huella Hídrica en Giga litros (con base en estimaciones propias para el Estado de Chiapas - promedio 2000 - 2010: 2,590.74 litros/litro)
Nacional	531.6 ⁺	B5: 26.58	5'229,051.86	149,401.48	3,996.39
		B10: 53.16	10'458,103.72	298,802.94	7,992.79
		B20: 106.32	20'916,207.45	597,605.91	15,985.59
Ciudad de México	37.75	B5: 1.88	369,850.16	10,567.14	282.66
		B10: 3.77	741,667.62	21,190.50	566.83
		B20: 7.55	1'483,335.25	42,381.00	1,135.16

NOTA: 1 barril = 159 litros.
+ SENER, 2010
* PEMEX, 2011

Fuente: elaboración propia. Proyecto “Indicadores de sistemas de transporte y de la viabilidad socio-ecológica del uso de biocombustibles”, CEIICH-PINCC, UNAM.

metanol para el proceso de transesterificación (200 ml por cada mil kg de aceite de palma), indican, el balance es positivo en un 30%, no obstante, si se considera el metanol, el balance se torna negativo en un 8% (Ibid). Más allá de si los cálculos son más, o menos, atinados, en todo caso lo que se advierte es que en materia

energética, ambiental y social no todo es ganancia.

Las acciones para limitar el uso del transporte privado y, en cambio, promocionar el transporte masivo y el no-motorizado como cuestiones centrales de la política pública frente al cambio climático y en sí

a la crisis global en marcha, quedan fuera de todo esquema de acción más allá de limitados programas de lavado *climático y verde* y cuyo impacto es mínimo al no buscar en momento alguno desplazar el transporte motorizado privado como principal medio de transporte, sin duda ineficiente y altamente contaminante. Los biocombustibles se insertan pues en un contexto socioambientalmente desigual que privatiza ganancias y beneficios, y que socializa (esencialmente hacia la periferia) diversos costos, tanto a mediano como a largo plazo.

Bibliografía

- AIE - Agencia Internacional de Energía (2009), *World Energy Outlook 2009*, Francia.
- AFDB (sin fecha). Executive Summay of the Environmental, social and health impact assessment. ADDAX Bioenergy Project - Sierra Leone (PSLA-AG002). African Development Bank Group. Túnez.
- Allwood, J. M., Cullen, J.M., y Milford, R. L. (2010). "Options for achieving a 50% cut in industrial in industrial carbon emissions by 2050. *Environmental Science and Technology*, Vol. 44. No. 6. Pp. 1888-1894.

- ANIAME (2006), "La palma de aceite en el sureste mexicano", Reportaje/Métodos Globales Respuestas Locales/ Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas Comestibles, A.C. ANIAME. Disponible en: http://portal.aniame.com/uploads/palmadeaceiteenelsure_61a49_001.pdf
- BID (2007). "BID apoyará proyectos privados de biocombustibles con valor total de US\$3.000 millones". Comunicado de Prensa, BID. 2 de Abril. En: <http://www.iadb.org/es/noticias/comunicados-de-prensa/2007-04-02/bid-apoyara-proyectos-privados-de-biocombustibles-con-valor-total-de-us3000-millones,3779.html>
- Brookes, L., (1979). "A low-energy strategy for UK", en: Leach, G., Lewis, C., Romig, F, van Buren, A., y Foley G., 'A review and reply'. *Atom*. Vol. 269. pp. 3 - 8.
- Castro, G., (2009). "The effects of African oil palm in Mexico" en Emanuelli, María Silvia, et ál. (coords.), *Red Sugar, Green Deserts*, FIAN International, FIAN Sweden, HIC-AL y SAL.
- Colchester, M., Chao, S. (2011). *Trends and implications for local communities and indigenous peoples*. Forest Peoples Program-

me / Perkumpulan Sawit Watch. Indonesia.

- Conservación Internacional (2002), *Selva Lacandona Siglo XXI: Estrategia Conjunta para la Conservación de la Biodiversidad*.
- Cushion, E., Whiteman, A., y Dieterle, G. (2010). *Bioenergy Development*. The World Bank. Washington, D.C. EUA. En: <http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/Bioenergy.pdf>
- Deffeyes, K. (2001). *Hubbert's Peak: The impending World of Oil Shortage*. EUA, Princeton University Press. United States.
- Deffeyes, K. (2005). *Beyond Oil: the view from Hubbert's Peak*. Hill and Wang. EUA.
- de Diego, L. (2008), *Biopiratería y bioprospección en la Reserva de la Biosfera Montes Azules en el marco del Corredor Biológico Mesoamericano*, tesis de licenciatura en Relaciones Internacionales, México, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Delgado, G. (2002). *La Amenaza Biológica: mitos y falsas promesas de la biotecnología*. Plaza y Janés. México.
- Delgado, G. (2009). *Sin energía. Cambio de paradigma, retos y resistencias*. Plaza y Valdés, México.
- Delgado, G. (2011). *Imperialismo tecnológico y desarrollo en América Latina*. Editorial Científico-Técnica/Casa Ruth Editorial. Cuba.
- Gobierno del estado de Chiapas, "Plan Chiapas Bioenergético", Biodiesel Chiapas. Disponible en: <http://www.biodieselchiapas.mx/>
- Gobierno del Estado de Chiapas, (2009). Disponible en: <http://www.chiapas.gob.mx/mapas/geografico.php>
- Fargione et ál. (2008). "Land clearing and the biofuel carbon debt." *Science*. Vol. 319. No. 5867. pp. 1235 - 1238.
- Fletes Ocón, Héctor B. (2008), "La construcción de cadenas agroindustriales de mango en Chiapas. Diversidad y contingencia en la globalización", tesis de doctorado, Guadalajara, Jalisco, CIESAS.
- Heinberg, R. (2003). *The party's over. Oil, War and the Fate of Industrial Societies*. New Society Publishers, Canadá.

- Instituto para la Reconversión Productiva y Bioenergéticos. Disponible en: <http://www.irpat.chiapas.gob.mx/>
- IPCC - Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático (2007) *AR4-Climate Change 2007 The Physical Science Basis*. Cambridge, Reino Unido-Nueva York, Estados Unidos.
- IPCC - Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático / Edenhofer, Pichs y Sokona (editores) (2012). *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Reino Unido.
- Jiwan, N., (2008, enero), "La situación de los biocombustibles en Indonesia. El aceite de palma para el mercado de biodiesel y sus efectos sobre la degradación social y ambiental", *Revista Ecología Política*, No. 34.
- Jonasse, Richard (2009). *Agrofuels in the Americas*. Food First Books. Oakland, California. EUA.
- Khazzoom, J. 1980. "Economic implications of mandated efficiency standards for household appliances." *Energy Journal*. Vol. 1. pp. 21 - 39.
- Kenworthy, J., Laube, F. (eds). (1999). *An International Dependence in Cities, 1960 - 1990*. University Press of Colorado. EE.UU.
- Lara R, E. (s/f), *La Reconversión Productiva en el estado de Zacatecas*, Zacatecas, México, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. Disponible en: http://oeidruss.zacatecas.gob.mx/oeidruss_zac/
- Moavenzadeh, F., Markow, M. (2007). *Moving Millions. Transport Strategies for Sustainable Development in Megacities*. Springer. EUA.
- Monbiot, G. (2005). "Peor que los combustibles fósiles". *Znet.*, 7 de Diciembre. Disponible en: www.zmag.org/Spanish/0106monbiot2.htm
- Newman, P. (1991). "Greenhouse, oil and cities". *Futures*. Vol. 5. pp. 335-348.
- Newman, P., Beatley, T., Heather, B. (2009). *Resilient Cities. Responding to Peak Oil and Climate Change*. Washington, D.C., Estados Unidos. Island Press.
- Paoli, A. (1999). "Comunidad tzeltal y socialización", en *Revista Chiapas* Vol. 7, IIE-Era, México.
- Pérez, C. (2004). *Revoluciones tecnológicas y capital financiero*. Siglo XXI. México.
- Pérez Rincón, M. (2008). "Los agrocombustibles: ¿Sólo canto de sirenas? Análisis de los impactos ambientales y sociales para el caso colombiano." en *Agrocombustibles: Llenando Tanques Y Vacinando Territorios*, Colombia.
- *Plan Rector del Sistema Producto de la palma de aceite de Chiapas 2004-2014*, (2004). Gobierno del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Polimeni, J., Mayumi, K., Giampietro, M., Alcott B. (2008). *The Myth of Resource Efficiency. The Jevons Paradox*. Reino Unido/ EUA: Earthscan
- Proyecto Mesoamérica, "Biocombustibles", 26 de agosto de 2009. Disponible en: http://portal2.sre.gob.mx/mesoamerica/index.php?option=com_content&task=view&id=44&Itemid=40.
- Ren21 (2011). *Renewables 2011. Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. Paris, Francia.
- Rothkopf, G. (2006). *A Blueprint for Green Energy in the Americas. Featuring: The Global Biofuels Outlook 2007*. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C., EUA.
- Russi, D. (2008, enero). "Los agrocombustibles: ¿una solución para los muchos problemas sin solución?" *Revista Ecología Política*, No. 34.
- Sanhueza, E. (2009B). "Agroetanol ¿un combustible ambientalmente amigable?" *Interciencia*. No. 34. Vol. 2. Caracas, Venezuela:106-112.
- SENER/GTZ/BID (2006). *Potenciales y Viabilidad del Uso de Bioetanol y Biodiesel para el Transporte en México*. Proyectos ME-T1007 - ATN/DO-9375-ME y PN04.2148.7-001.00. México. En: www.energia.gob.mx/res/169/Biocombustibles_en_México_Estudio_Completo.pdf
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2011), *Anuario Estadístico de Producción Agrícola*. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/>
- Sperling, D., Gordon, D. (2009). *Two billion cars: driving toward sustainability*. Oxford University Press. EUA.

- Stavenhagen, R. (1982), *Las clases sociales en las sociedades agrarias*, Siglo XXI, México.
- UN-HABITAT (2011). *Cities and Climate Change*. Londres, Reino Unido- Washington- Estados Unidos: Earthscan.
- Velasco Farrera, E. (2010). “Crisis agroalimentaria. Impacto y estrategias de los pequeños productores en Villa Comaltitlán, Chiapas”, tesis de licenciatura, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, Universidad Autónoma de Chiapas.

• EDITANTAL •
ERNESTO CARMONA GÓMEZ •
FAUSTO KUBLI-GARCÍA •
RAFAEL LÓPEZ CERINO •
JULIO CÉSAR MEDELLÍN CÁZARES •

GRUPO DE INVESTIGACIÓN SOBRE POLÍTICAS
PÚBLICAS DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO,
EN EL CONTEXTO DE AMÉRICA DEL NORTE. UNAM



**Las políticas de promoción
de los biocombustibles
en México en el marco
de la regulación global y regional**

INTRODUCCIÓN

EN ESTE CAPÍTULO SE EXPONEN DE FORMA RESUMIDA LOS HALLAZGOS DE LA INVESTIGACIÓN QUE LOS AUTORES HAN REALIZADO SOBRE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN TORNO A LOS BIOCOMBUSTIBLES. EL PUNTO DE PARTIDA DEL TRABAJO ES QUE EL ACTUAL AUUGE DE LA PRODUCCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES ES UN ASUNTO DE ORDEN POLÍTICO PUESTO QUE LAS CONDICIONES FAVORABLES PARA ELLO HAN SIDO CREADAS COMO CONSECUENCIAS DE DECISIONES POLÍTICAS, TALES COMO POR EJEMPLO SUBSIDIAR LOS CULTIVOS ENERGÉTICOS Y LAS MATERIAS PRIMAS, CREAR EL MERCADO POR MEDIO DE LA REGULACIÓN, E INCLUSO MANTENER ELEVADO EL PRECIO DE PETRÓLEO QUE, EN ÚLTIMA INSTANCIA, DA LUGAR A LA BÚSQUEDA DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS.

EL OBJETIVO PRINCIPAL DEL ANÁLISIS ES EVALUAR LAS MEDIDAS POLÍTICAS QUE SE HAN TOMADO EN MÉXICO SOBRE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN EL MARCO DE LAS TENDENCIAS GLOBALES Y REGIONALES EN AMÉRICA DEL NORTE. UNA VEZ REVISADAS LAS POLÍTICAS EN MARCHA, SE BUSCA EXPRESAR OPINIÓN EXPERTA SOBRE LA VIABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN Y EL CONSUMO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO Y HACER RECOMENDACIONES SOBRE LA GOBERNANZA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN EL CONTEXTO NACIONAL.

BAJO DICHO PROPÓSITO, EL TRABAJO SE DIVIDE EN CINCO PARTES Y AL FINAL SE COMPLETA POR UNA SERIE DE CONCLUSIONES Y PROPUESTAS PARTICULARES Y GENERALES PARA LA GOBERNANZA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO. LA PRIMERA PARTE QUE HA SIDO ELABORADO POR JULIO CÉSAR MEDELLÍN CÁZARES SE DEDICA A

ANALIZAR EL CONTEXTO GLOBAL ACTUAL EN QUE SE ENCUENTRA LA REGULACIÓN DEL COMERCIO MUNDIAL DE LOS BIOCOMBUSTIBLES, CONSIDERADOS COMO COMMODITIES. LA SEGUNDA PARTE ESCRITA POR ERNESTO CARMONA GÓMEZ ABORDA EL TRANSPORTE -UNO DE LOS SECTORES MÁS RELEVANTES COMO USUARIOS DE LOS BIOCOMBUSTIBLES- AL NIVEL DE LA REGIÓN DE AMÉRICA DEL NORTE CON MIRA A VISUALIZAR LAS POSIBILIDADES DE MÉXICO EN ESTE CONTEXTO. LA TERCERA PARTE A CARGO DE RAFAEL LÓPEZ CERINO ANALIZA UNO DE LOS ASPECTOS MÁS CONTROVERSIALES DE LA PRODUCCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES, LA OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA, EL SECTOR AGRÍCOLA Y PARTICULARMENTE EL RURAL DESDE LA PERSPECTIVA DE LA CONVENIENCIA -CONDICIONES E IMPACTOS- PARA EL CAMPO Y LA COMPETENCIA CON LOS ALIMENTOS. LA CUARTA PARTE DEL CAPÍTULO ELABORADA POR FAUSTO KUBLI-GARCÍA PRESENTA UN ANÁLISIS CRÍTICO DEL ORDEN JURÍDICO Y LEGISLATIVO BÁSICAMENTE CENTRADO EN LA LEY DE PROMOCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO.

FINALMENTE, EDIT ANTAL QUIEN EDITA ESTE CAPÍTULO, LO COMPLETA EN EL CUERPO ANALÍTICO CON UNA REVISIÓN DEL PROCESO POLÍTICO QUE CONDUJO A LA CERACIÓN DE LA LEY Y A LA TOMA DE OTRAS MEDIDAS EL NIVEL DE LA POLÍTICA PÚBLICA EN MÉXICO. LA ÚLTIMA PARTE, BASTANTE EXTENSA, DEL TEXTO SE DEDICA A LAS CONCLUSIONES Y PROPUESTAS PARTICULARES DE CADA PARTE Y LAS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN QUE SE DIRIGEN A LOS ACTORES SOCIALES Y A LOS TOMADORES DE DECISIÓN SOBRE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO.

¹ Los autores de este texto son los miembros del grupo de investigación sobre políticas públicas de los biocombustibles en México en el contexto de América del Norte. Este proyecto ha sido financiado por el PINCC desde 2011 y apoyado también por el CISAN. Edit Antal, coordinadora del proyecto, y Fausto Kubli-García son investigadores del CISANUNAM; Ernesto Carmona Gómez y Rafael López Cerino son estudiantes del doctorado en Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM y Julio César Medellín Cázares es estudiante de derecho de la misma UNAM.

EL COMERCIO INTERNACIONAL DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

La importancia de los biocombustibles se expresa en un creciente número de países que introducen políticas que estimulan la producción de este combustible, como por ejemplo, la Ley para la Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos en México y la Biomass Research and Development Act en Estados Unidos, por mencionar solo algunos. La producción de los biocombustibles a su vez promueve su comercialización ya que la demanda de los países desarrollados y de los emergentes genera una serie de oportunidades comerciales (Pistonesi, 2008).

Podemos decir que la mayor parte de la demanda de biocombustibles estará localizada en los países industrializados mientras que la mayor producción se espera que sea en los países en desarrollo (Dufey, 2007). Para América del Norte esta tendencia no parece ser del todo cierta dado que el mayor productor de biodiésel es Estados Unidos que, de acuerdo al National Biodiesel Board Annual Estimates, produjo en 2011 más de 1 mil millones de galones (National Biodiesel Board, 2012), Canadá por su parte produjo más de 205 millones según datos del Centre for Energy (2012),

mientras que México aún no tiene una producción significativa de este combustible. La capacidad real de México para producir biocombustibles en el futuro, actualmente se encuentra en debate.

Conforme se avanza en la investigación y la producción de los biocombustibles en el mundo, los problemas que significa su comercialización atraen mayor atención que se discuten en torno a las barreras comerciales, tanto las arancelarias como las no arancelarias. Este apartado del trabajo tiene el objetivo de analizar las reglas del comercio internacional que se deben observar relativas a la comercialización de los biocombustibles entre las condiciones actuales que se caracterizan principalmente por la falta de un régimen comercial multilateral.

BIOCOMBUSTIBLES EN EL SISTEMA ARMONIZADO

El tema de los biocombustibles es complicado debido a la cantidad de productos que se involucran en su producción para llegar a obtener los productos finales que son en el caso de este estudio básicamente el bioetanol o biodiésel. Entre otros factores, es precisamente esta complejidad que hace que todavía no se tiene una clasificación arancelaria de acuerdo al Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías. Esto significa que ac-

tualmente el bioetanol y el biodiésel se encuentran bajo distintas clasificaciones. Debido a que los biocombustibles aún no están propiamente clasificados en términos de los aranceles, actualmente y de acuerdo con la Tarifa de la Ley de Impuestos Generales de Importación y Exportación (LIGIE), el biodiésel se clasifica bajo el concepto de diésel que se encuentra en el capítulo 84, es decir se cataloga como producto industrial, igual que son los productos para motores de inyección de diésel. Mientras que el etanol actualmente se comercia, de acuerdo a la Tarifa de la LIGIE, bajo el rubro de productos químicos orgánicos que se encuentran en el capítulo 29.

En la reunión del Comité del Comercio y Medio Ambiente, ya desde noviembre de 2007 se propuso que los biocombustibles deben de ser considerados como bienes ambientales que estarían sujetos a la reducción o eliminación de aranceles en la Ronda de Doha (OMC, 2007a). Sin embargo, esto todavía no ha ocurrido y se sigue utilizando la clasificación ya mencionada como producto industrial que está sujeto a las reglas generales del comercio internacional de la Organización Mundial de Comercio (OMC). Al mismo tiempo, sabemos que el bioetanol, y los cultivos energéticos, también podrían ser cubiertos por el Acuerdo de Agricultura de la OMC (Dufey,

2006). A continuación se abordarán brevemente las reglas que rigen el comercio del producto, de acuerdo a las distintas clasificaciones antes vistas.

BIOCOMBUSTIBLES Y REGLAS DEL COMERCIO INTERNACIONAL

Teniendo en cuenta que el comercio internacional es regulado por la OMC, el comercio de biocombustibles estará sujeto a los principios más importantes del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT por sus siglas en inglés), así como a otras reglas que se aplican al comercio internacional como son por ejemplo las salvaguardias y las cuotas. Esto implicaría una gran diferencia en el comercio de los biocombustibles, en casos como por ejemplo es el del Acuerdo de Libre Comercio para América Central que establece complejos sistemas de cuotas de importaciones para el bioetanol procedentes de los países del Caribe.

Los subsidios constituyen una de las prácticas más comunes de las barreras al comercio, éstos como se sabe son una forma de apoyo que un país da a un productor de determinado producto, y hay que agregar que generalmente son los países industrializados los que otorgan este tipo de apoyo a sus productores. En el caso de los biocombustibles el

apoyo se puede dar en la producción de cultivos energéticos o en el procesamiento de los biocombustibles, o en ambos. Esto conduce a que la exportación del producto resulte más barata, lo que a su vez puede llevar a otra forma común de las prácticas desleales de comercio, el dumping, es decir la exportación de mercancías a un precio inferior al de la venta en el mercado interno o de exportación a un tercer país (Saldaña, 2008).

Otro problema que se deriva de las restricciones al comercio de los biocombustibles, es la existencia de distintas regulaciones técnicas en los diferentes países. Esto implica que si un productor quiere exportar tiene que adoptar las regulaciones técnicas del país importador, lo que significa costos extras para el productor y por ende un producto más caro en el mercado. La manera de evitar lo anterior sería uniformar regionalmente las regulaciones técnicas sobre los biocombustibles (OMC, 2007b).

Un documento que se debe tomar en cuenta para el comercio de biocombustibles es el Acuerdo sobre Barreras Técnicas al Comercio, el cual busca asegurar que las regulaciones, estándares y procedi-

mientos certificados no crean barreras innecesarias al comercio (OMC, 2007a). Este acuerdo permite el uso de estándares técnicos para el cumplimiento de objetivos ambientales legítimos, tales como son por ejemplo los referentes al cambio climático, pero sólo se permiten las barreras relacionadas con el producto y no discriminar a los productos de otros países miembros, o crear barreras innecesarias al comercio.

Si bien es cierto que las reglas del comercio internacional se implementan por la Organización Mundial de Comercio, igual que prácticamente todos los productos del comercio internacional, ya se ha comentado que aun no existen las reglas para el comercio de los biocombustibles dado que hace falta un acuerdo en torno al tipo de clasificación que tomarían. Las posibilidades son: como bien industrial, bien agrícola, producto químico de acuerdo con la Tarifa de la LIGIE, o como bien ambiental según la Ronda de Doha.²

En caso de que los biocombustibles sean tratados como bien industrial estarían sujetos al GATT, lo que los pondría bajo los principios de éste acuerdo y otros principios de la OMC, por ejemplo el Trato Nacional, el Trato de Nación Más Favore-

cida, el Nivel Mínimo de Trato, y la Clausula de Habilitación entre otros (OMC, 2012a).

Siguiendo la idea de que los biocombustibles serán considerados bienes industriales, como hasta ahora el diésel, aparte de las reglas del GATT también se debería tomar en cuenta el Acuerdo sobre Subvenciones y Medidas Compensatorias. De esta manera se podría otorgar subvenciones en forma de ayuda financiera y condonar impuestos, sin embargo este tipo de medidas, pueden traer consigo conflictos. Por ejemplo el departamento de agricultura de Estados Unidos estableció un subsidio para los refinadores que utilizan aceite de soya como materia prima para el biodiésel. Dado que el subsidio solo está disponible cuando se utiliza aceite de soya como insumo, las firmas que se ven negativamente afectadas por el subsidios, ya sean como productores de petróleo o de otros insumos que compiten con el aceite de soya, podrían argumentar ante la OMC que el subsidio anula o menoscaba sus beneficios (Dufey, 2006).

Se sabe también que existe una fuerte preocupación por la proliferación de estándares ambientales y sociales, así como por el impacto que tendrían estos en el acceso al mercado de los biocombustibles, por lo que es importante contar con guías

para asegurar el cumplimiento de los estándares ambientales y sociales mínimos (Dufey, 2006). Una guía de esta naturaleza debe ser elaborada de tal forma que no constituya barreras innecesarias al comercio.

En la Conferencia Ministerial de Doha de la OMC en noviembre de 2001, los miembros acordaron acelerar la negociación para la liberalización del comercio de los bienes y servicios ambientales (OMC, 2012b). Los biocombustibles derivados de las prácticas agrícolas sustentables poseen numerosos atributos que los harían calificar como bienes ambientales, algunos países (Brasil y Perú) han sugerido a la OMC que las tecnologías de energía renovables y los biocombustibles se incluyan en la categoría de bienes ambientales, sin embargo el tema ha tenido poco progreso hasta la fecha.

Se espera que el comercio internacional de biocombustibles se expanda dado que numerosos países no tienen, y tampoco es probable que tengan en el futuro, la capacidad doméstica para abastecer su consumo interno. Se tiene conciencia que un incremento en el comercio de biocombustibles implicaría también la expansión de cultivos energéticos en diversos países. Las consecuencias que esto tendría, requieren de una mayor investigación en términos de las ganancias económicas,

² En México el Diésel se encuentra con la fracción arancelaria 84089001 y el etanol se encuentra con la fracción arancelaria 29339999 (SE, 2012).

el desarrollo rural, la reducción de pobreza, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, así como el impacto ambiental en general. Dado que las consecuencias del incremento en la producción de cultivos energéticos pueden llevar a la deforestación, a los monocultivos, al uso intensivo y la contaminación de agua, la pérdida de biodiversidad y problemas en la seguridad alimentaria entre otras, éstas también deben ser consideradas a la hora de regular el comercio de los biocombustibles.

BIOCOMBUSTIBLES PARA EL TRANSPORTE EN AMÉRICA DEL NORTE EN EL MARCO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Debido a su importancia en los procesos de globalización económica, se han formado redes de transporte multimodal que cuentan con una posición privilegiada para difundir innovaciones tecnológicas para combatir el cambio climático. No obstante, la ausencia de instituciones y acuerdos internacionales globales en materia de transporte multimodal, así como de cambio climático han provocado que para este sector proliferen normas locales y regionales para reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), así como normas específicas para cada modo de transporte. Este conjunto de regulaciones genera

una compleja de red de normatividad que pudiera afectar el funcionamiento de las redes globales de transporte.

En América del Norte el sector transporte es el segundo emisor de GEI, y por ese motivo es objeto de diversas acciones y políticas encaminadas a combatir el cambio climático. En este marco, se han incentivado estrategias como el uso de biocombustibles, introducción de innovaciones tecnológicas en los vehículos, promoción de un mayor uso del transporte marítimo y ferroviario por ser menos contaminantes, así como la realización de innovaciones organizativas que mejoran los tiempos de traslado y de esa manera reducen el consumo de combustible.

Entre los diferentes modos de transporte (aéreo, carretero, ferroviario y marítimo) existen diferencias relativas a su grado de vinculación global, el nivel de institucionalización, la formalización de acuerdos a escala global (Zacher, A. Mark; Brent A. Sutton, 1996), así como en su aportación a la emisión de GEI. El transporte aéreo es uno de los más contaminantes y es a su vez también de los más organizados ya que cuenta con acuerdos globales para su operación e importantes foros internacionales para promover la introducción de innovaciones. Entre los foros que más se destacan

está la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI) a nivel intergubernamental y la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA, por sus siglas en inglés) de carácter privado. Si bien, este sector solo representa el 2% de las emisiones globales (Roundtable of International Shipping Associations, 2012), su estructura institucional podría facilitar en gran medida que se alcancen acuerdos.

Otro modo de transporte que cuenta con características similares es el marítimo. Aunque es menos contaminante, en este caso también es cierto que la conformación de una red global y la existencia de instituciones como la Organización Marítima Internacional a nivel intergubernamental y la Mesa Redonda de Asociaciones Internacionales de Navegación (RISA, por sus siglas en inglés) facilitan tomar acciones en este sector. En el transporte carretero y el ferroviario, a todo lo contrario a los sectores anteriores, no existen planes globales debido a que son redes fraccionadas y aún más vinculadas a intereses de los poderes locales. Al nivel regional, se podría decir, que los intentos de crear redes actualmente están en proceso.

En América del Norte el medio de transporte más utilizado para el comercio regional es el carretero, y en este sector debido a las deficien-

cias en infraestructura y la falta de acuerdos de libre tránsito no se ha podido consolidar un proyecto de cooperación e integración. Esto ha motivado que tanto México como Canadá canalicen recursos y apliquen estrategias que les permiten mantener una vinculación suficiente con la red de transporte de Estados Unidos. Es justamente en este orden de ideas que el empleo de biocombustibles como forma de reducción de GEI en el transporte está siendo evaluado por los actores que participan en los planes de transporte, particularmente en México.

En cuanto a las razones de usar biocombustibles en el transporte, hay que decir que el transporte requiere de combustibles líquidos, puesto que es imposible hacer una transición global inmediata a vehículos que funcionen con otro tipo de energías alternativas, como la eléctrica. De ese modo los biocombustibles, se utilizan en combinación con los hidrocarburos y esto permite mantener el tipo de vehículos y reducir sus emisiones contaminantes. Así mismo, los altos precios de los hidrocarburos han provocado que los biocombustibles sean competitivos frente a otras fuentes de energía, sin embargo, no hay que olvidar y dejar fuera del análisis que los costos competitivos de los biocombustibles casi siempre se logran gracias a un sostenido subsidio que devora

importantes sumas de recursos públicos. Este hecho desde luego pone en duda la viabilidad económica de los biocombustibles.

Finalmente, los biocombustibles compiten con otras energías alternativas, como los vehículos eléctricos. Sin embargo, este tipo de vehículos aún son muy escasos e insignificantes en la flota vehicular del mundo, por lo que hay quien afirma que los biocombustibles son una energía de transición, que quiere decir que serán utilizados para reducir el consumo de petróleo solo durante el periodo que tardan en ser reemplazados los transportes con motores de combustión interna por eléctricos, solares o de celdas de hidrógeno.

BIOCOMBUSTIBLES PARA EL TRANSPORTE A ESCALA GLOBAL

A escala global no existe un estándar que obligue a los países a utilizar biocombustibles en el transporte, debido a la ausencia de un acuerdo global sobre el cambio climático. Sin embargo ya existen algunas medidas regionales que han logrado insertar el tema en los foros globales. Por ejemplo, la Unión Europea está próxima a implementar una política que obliga tanto a las aerolíneas europeas como a las de otros países para que participen en los mercados de carbono. Como se

sabe, los mercados de carbono en la UE son obligatorios, esto quiere decir que se fijan cuotas de reducción de emisiones para cada sector específico y la empresa que no la alcance debe pagar una penalización económica. De este modo, las aerolíneas que no reduzcan sus emisiones en al menos un 20% se harán acreedoras a sanciones económicas.

Hacer extensiva esta política al nivel mundial ha provocado que varios países protesten y presenten demandas ante la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) que es el órgano internacional para regular este sector del transporte (ACETA, 2007). Como consecuencia de la iniciativa europea, en la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA por sus siglas en inglés), un foro de empresas que agrupa a casi la totalidad de aerolíneas alrededor del mundo, se discute también la pertinencia de incluir a este sector en los mercados de emisiones. En este orden de las cosas, organizaciones empresariales internacionales -como el Grupo de Usuarios de Combustibles Sustentables para la Aviación (GUCSA) que se desprende del Grupo de Acción del Transporte Aéreo (ATAG por sus siglas en inglés)- sugirieron que como medida efectiva para reducir las emisiones se utilizara el biocombustible (Air Transport Action Group, 2011). A pesar de que aún se debaten en la

OACI y en la IATA los impactos que podría tener la medida unilateral de la UE, algunos países, como México, se apresuraron a promover el uso de biocombustibles en la aviación ante la inminente puesta en práctica de la normatividad europea. Si bien la iniciativa provocó una intensa controversia y detuvo la implementación de la normatividad europea, el hecho de lograr insertar el tema en la agenda de la OACI y en IATA puede ser considerado como un triunfo para la UE.

El transporte marítimo también ha presentado iniciativas para la promoción del uso de los biocombustibles. La Organización Marítima Internacional así como las organizaciones privadas de transporte marítimo, como por ejemplo la Asociación Internacional de Puertos y Bahías (International Association of Ports and Harbors, IAPH) y la Mesa Redonda de Asociaciones Internacionales de Navegación (Roundtable of International Shipping Associations, RISA)³ han incluido planes de sustentabilidad y acciones para la reducción de GEI en el transporte marítimo y entre éstos aparece nuevamente el uso de biocombustibles. Algunas empresas -como la mayor naviera de transporte de contene-

dores, Maersk-Sea Line- ya incluso han realizado pruebas con biocombustibles en buques de gran tamaño (Roundtable of International Shipping Associations, 2012).

Para el sector transporte el uso de biocombustibles representa algunas ventajas como son: reducir las emisiones de GEI en el corto plazo y de ese modo eludir el pago de penalizaciones; evitar pesadas negociaciones para acordar las estrategias más efectivas para combatir el cambio climático; y no tener la obligación de entrar en acuerdo entre los diferentes modos de transporte y así tomar ventaja en el mercado de transporte internacional. Se podría decir que el uso de biocombustibles resuelve un problema para el sector transporte, al mismo tiempo que -debido a las controversias ambientales y sociales en torno a su producción- estaría generando otro que podría ser incluso mayor que el inicial. Hasta ahora se han implementado estándares para que sólo sean consumidos biocombustibles sustentables, lo que a su vez da lugar a otro debate sobre quién puede calificar la sustentabilidad, esto es, tener la capacidad y la legitimidad para ello, así como más importante aún, quién puede verificarla.

³ Que agrupa a las principales asociaciones internacionales de transporte marítimo como son International Chamber of Shipping (ICS)/International Shipping Federation (ISF), la Asociación Internacional de Propietarios de Buques para carga Seca (International Association of Dry Cargo Shipowners (INTERCARGO), Independent Tanker Owners (INTERTANKO)

BIOCOMBUSTIBLES A ESCALA REGIONAL DE AMÉRICA DEL NORTE

A escala regional, en América del Norte no existen iniciativas coordinadas de los tres países que conforman la región para promover el uso de biocombustibles en el transporte. De hecho la red de transporte regional, al nivel político, se encuentra fragmentada. Cada país hace sus propias reglas de forma unilateral a pesar de que existen potentes redes de comercio que se supone requieren de una mayor coordinación en el transporte.

Las medidas adoptadas en Estados Unidos para la promoción de biocombustibles podrían ser un elemento que agudice las diferencias técnicas que existen entre las redes de transporte de la región. De acuerdo al Anuario Estadístico 2011 de Energía y Transporte, que produce el Departamento de Energía de Estados Unidos, en ese país el 99% del etanol se consume en gasohol al E-10 en al menos 504,297 vehículos que consumen etanol. También hay al menos 791 programas de incentivos estatales para ese combustible alternativo, así como 63 del orden federal (DOE, 2009).

Por su parte Canadá impulsó un mandato federal para el uso de bio-

combustibles que tuvo que entrar en vigor en 2010. De igual forma, las provincias de Alberta, Columbia Británica, Saskatchewan, Manitoba, Ontario y Quebec tienen incentivos para el consumo de biocombustibles en el transporte, que se combinan con incentivos económicos para quienes venden mezclas de biocombustibles. A estas políticas locales se suma la iniciativa para el Canadá del Atlántico que se llama Atlantic Bioenergy Taskforce. En suma, Canadá ha logrado promover la producción de biocombustibles aunque tiene dificultades para distribuirlo al consumidor (Dessureault, 2009).

México ha implementado algunos programas para incentivar el uso de biocombustibles. El más acabado es el Plan de Vuelo hacia los biocombustibles sustentables. Este proyecto busca promover el uso de bioturbosina para la aviación. La Secretaría de Energía también elaboró el plan para uso de biocombustibles que planteaba sustituir el 2% del total del consumo del combustible en transporte por biocombustibles para el 2012 en Monterrey, Guadalajara y la Ciudad de México. Esta meta hasta la fecha no se ha alcanzado. En el estado de Chiapas, uno de los más entusiastas promotores, se buscó estimular la producción mediante el uso obligatorio en el transporte urbano de la capital, Tuxtla Gutiérrez, sin embargo el plan ha fracasado

por falta de coordinación y planificación adecuada. En la Ciudad de México se ha buscado incentivar el uso de biocombustibles a través del sistema de transporte del metrobus con el objetivo de reducir las emisiones de esa cada vez más importante red de transporte público.

LOS BIOCOMBUSTIBLES Y EL DESARROLLO RURAL EN MÉXICO

En la última década ha habido un incremento espectacular en la producción global de los biocombustibles. Detrás del aumento de la producción y el consumo, existen tres principales motivaciones que los países han esgrimido, unos más relevantes que otros, dependiendo de su interés. Estos son: la seguridad energética, reducir GEI para combatir el cambio climático y el desarrollo rural a partir de la implementación de una actividad económica redituable.

Siendo México un país petrolero, la argumentación sobre seguridad energética aporta poca o nula motivación para la producción de los biocombustibles, el mismo caso sucede con la argumentación de disminuir los GEI, pudiendo realizar otras actividades encaminadas a tal propósito, como son la modernización de su planta industrial petrolera, políticas de corte ambiental en el tratamiento de residuos industriales, entre otros. La única opción razonable

de por qué México debería abrazar la promoción de los biocombustibles es que está sea un instrumento de desarrollo rural.

LAS INICIATIVAS PARA LA PRODUCCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

México nunca ha tenido un papel destacado en la producción de biocombustibles líquidos, ni de bioetanol ni de biodiésel. Actualmente, la producción de etanol es de 80 millones de litros al año dirigida a la industria de bebidas y farmacéutica. Si se considera la capacidad de producción de los 13 ingenios azucareros con instalaciones para realizar el proceso de destilado sería de 170 millones de litros por año. (USDA-FAS, 2007) La producción de biodiésel esta confinada a plantas de pequeña escala, sólo en el Estado de Chiapas -como más adelante se comenta- se han implementado cultivos como la jatropha (*jatropha curcas* L.) para la obtención del biodiésel.

En lo que se refiere al sector cañero respecto a la producción de bioetanol, la situación en que se encuentra México es muy compleja. Como lo manifiesta Aguilar-Rivera (2007, p.25), "la producción de caña y azúcar constituyen la principal agroindustria del país, con presencia en 57 ingenios azucareros, localizados en 15 estados de la república. Sin embargo, la actual ineficiencia pro-

ductiva, los costos y otras causas como la entrada de jarabe de maíz de alta fructuosa (HFCS) de menor costo han desplazado el consumo interno de azúcar de caña, principalmente en bebidas embotelladas. Todos estos factores han contribuido a la actual y prolongada crisis del sector azucarero.” Sin embargo se considera que debido a su importancia económica, política y social los factores antes citados influyen en presionar al gobierno, los sectores industriales, las organizaciones sociales del sector rural y en general a toda la sociedad a buscar soluciones que hagan viable la producción de etanol. La opinión se encuentra dividida, para algunos, el camino es la producción de etanol anhidro. Sin embargo, y lamentablemente, como lo señala atinadamente Aguilar-Rivera (2007, p.26-27), “hasta el momento, no se ha dado una política audaz del uso de sus productos y subproductos que la transformen en una agroindustria rentable y competitiva a nivel mundial. Tampoco se han implantado sistemas de control de consumo energético que garanticen, por un lado, el uso eficiente del bagazo (actual fuente principal de energía); y por el otro, la disminución de la contaminación ambiental.”

Un antecedente digno de mencionar son los esfuerzos importantes que se realizaron en la producción de etanol en el año de 1999 en los ingenios azucareros de la Gloria y San Nicolás en el Estado de Veracruz. En esta ocasión y conforme al marco legal la actividad no ha sido encauzada hacia el sector energético, sino a la industria farmacéutica (Chacon, 2008). Es con la publicación de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Biocombustibles en el Diario Oficial de la Federación el primero de enero de 2008 que el gobierno federal mexicano abre una ventana de oportunidad y de certidumbre para la producción los biocombustibles en México. En el mismo sentido, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) anuncia un mandato del 7% de etanol en gasolina únicamente para la zona metropolitana de Guadalajara, en el Estado de Jalisco en 2010 (OECD/IEA 2010, p. 149). Sin embargo, los claroscuros legales⁴ de la política, la falta de compromiso de la paraestatal, el monopolio energético de Petróleos Mexicanos (PEMEX) y un escaso financiamiento para este tipo de proyectos han conducido a que no haya avances sustanciales en la producción de bioetanol.

⁴ Básicamente son la cantidad de leyes y reglamentos existentes (más de 50) que tienen que ver con la producción de bioenergéticos, en los que se incluye los biocombustibles y la persistente resistencia de PEMEX para liderar y promover la producción del bioetanol y el biodiesel.

La Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), a través de su organismo descentralizado Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), se ha propuesto lograr la viabilidad comercial y la sustentabilidad ambiental de la producción de los biocombustibles de la aviación en México con el proyecto Plan de Vuelo, buscando identificar y analizar los elementos existentes y faltantes en la cadena de suministro de la producción de bioturbosina. Esta iniciativa que conjunta una serie de secretarías (SCT, SENER, SAGARPA, SEMARNAT y SHCP) propone crear alianzas con los gobiernos de los estados de Chiapas, Sinaloa, Sonora.⁵ Dicho proyecto es la respuesta a la presión por la nueva reglamentación de que aeronaves que aterricen en aeropuertos europeos utilicen bioturbosina (European Biofuels, 2011).

A nivel estatal, la iniciativa del gobierno de Chiapas en lograr a finales del 2011 la siembra de jatropha de 16 mil hectáreas de cultivo, tuvo la atención mediática al contribuir con el 27% del biokeroseno parafínico sintético (sustituto del combustible fósil de la turbosina) para el primer vuelo “verde” de México de la empresa Interjet. Para decir verdad hay que mencionar que la mezcla utilizada en dicho vuelo se ha elaborado en los Estados Unidos, porque México

no ha tenido todavía la capacidad tecnológica y que el biocombustible en sí sólo ha estado presente en uno de los dos motores (La Crónica, 2011).

No es el objetivo de este análisis abordar todos los intentos de producción sistemáticamente, hay que decir que a pesar de que existen otros pequeños proyectos de desarrollo de biocombustible en particular y de bioenergía en general en el país, éstos no llegan a representar un cambio substancial en el sector energético.

EL SECTOR AGROPECUARIO Y RURAL EN MÉXICO

El total del territorio mexicano comprende 1'972,550 km², el 61.15% es árido y semiárido. De este amplio territorio el 18% lo ocupan los bosques, misma porcentaje las selvas, 30% de los matorrales, 14% los pastizales, 4% los asentamientos humanos y una proporción cercana al 16% es superficie susceptible de cultivarse. Las tierras de riego suman 6 millones de hectáreas y las de temporal 21 millones. La frontera agrícola es cercana a los 30 millones según el estudio Potenciales y Viabilidad del Uso de Etanol y Biodiesel para el Transporte en México, en su apartado Task 3: Overview of agricultural aspects publicado por

⁵ http://plandevuelo.asa.gob.mx/wb/pv/pv_01.15/03/2012

la Secretaría de Energía, el Banco Interamericano de Desarrollo y la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit en 2006 (en adelante referido como Documento SENER-BID-GTZ), el cual es el estudio más amplio sobre este tema hasta ahora realizado en México (SENER-BID-GTZ, 2006).

El sector agrícola en México contribuye con el 4% al PIB y tiene alrededor del 16% de la población económicamente activa. La tenencia de la tierra está distribuida de la siguiente manera: 3.2 millones de ejidatarios poseen 84.5 millones de hectáreas. Los propietarios privados son 1.6 millones, con 73.1 millones de hectáreas y 7 millones de indígenas están asentados en 27.6 millones de hectáreas. El resto de tierra lo poseen comuneros y colonos (Chauvet y González, 2011).

Desde 1982, con el gobierno de Miguel de la Madrid, se ha estado implementado una política económica de apertura orientada a la exportación, esta tendencia se ha acentuado con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte que entró en vigor en enero de 1994 y que “ha agudizado los problemas del sector agrícola, de dependencia alimentaria y de desprotección -en cuanto a apoyos- del campo y ha generado el desplazamiento de productores nacionales y aumentando

el desempleo” (Escalante & Catalán, 2008; González & Castañeda, 2008)

Hay que hacer una diferenciación entre la agricultura comercial y la agricultura de subsistencia. La primera esta dedicada a productos agrícolas, especialmente hortalizas y frutales, destinados al mercado exterior, principalmente a los Estados Unidos. Este sector de la agricultura mexicana se sustenta en una gran infraestructura de riego, mejores tierras, paquetes tecnológicos completos e incluso desde la entrada en vigor del TLCAN, cuenta con diversos tipos de apoyos gubernamentales y créditos de la banca comercial. La segunda es una agricultura basada en conocimientos tradicionales, sin infraestructura de riego, es decir sólo de temporal y se realiza básicamente en comunidades rurales y tierras marginadas. Este sector de subsistencia no cuenta con apoyo sustancial del gobierno más allá de los programas clientelares (un saco de fertilizante, un kilo de semilla, etc.) y su producción se destina básicamente para la alimentación del agricultor y de su familia. Al no ser una agricultura que busque tener excedente como objetivo principal, no participa en el mercado, y cuando llega a darse algún tipo de excedente la ganancia suele ser apropiada por los intermediarios (conocidos como “coyotes”) y caciques locales que son quienes determinan el precio.

En enero de 2012, el presidente Felipe Calderón en Zacatecas declaró que como resultado del cambio climático, México tiene la sequía más severa de los últimos 70 años que afecta gravemente el sector agropecuario, con 1.5 millones de hectáreas de distintos cultivos y la pérdida de 60 mil cabezas de ganado en 2011. Lo anterior ubica al sector rural hoy en día como uno de los sectores de la economía más vulnerable y con mayor necesidad de apoyo presupuestal e inversión. (USDA-FAS, 2012)

LA APUESTA DEL SECTOR RURAL POR LOS BIOCOMBUSTIBLES

El aspecto clave que coloca al sector rural en el desarrollo de los biocombustibles es la utilización de cultivos para su producción. Dependiendo de la materia prima a utilizar y la tecnología a aplicar se catalogan biocombustibles de primera, segunda y de tercera generación. Aunque hay varios investigadores que argumentan los beneficios de la producción de los biocombustibles para el desarrollo rural (Leistriz and Hodur, 2008) (Buchanan et al, 2008) (IAASTD, 2009), para el caso de México tenemos que en su resumen ejecutivo del documento SENER-BID-GTZ, concluye que “existe una

oportunidad importante para que México emprenda la producción de etanol a gran escala considerando como insumos la caña de azúcar, maíz, yuca, sorgo y remolacha azucarera, con las tecnologías maduras existentes” (SENER, op.cit:2). Para el caso del biodiésel establece que su “producción a escala comercial puede ser factible en México en el mediano plazo de realizar acciones integrales que deben incluir aspectos técnicos, económicos y medioambientales, de concertación con el sector agrario y agroindustrial así como un esfuerzo importante en investigación y desarrollo tecnológico” (ibídem: 5). Aunque este documento manifiesta que los cultivos competitivos son la palma, el girasol y la soya, la jatropha también podría tener potencial siempre cuando antes de utilizarlo se resuelve el problema de las variedades tóxicas y los procesos de sus subproductos.⁶

El documento de la OCDE titulado Estudios de Política Rural de México sostiene que “...hay un potencial no utilizado en términos de fuentes de energía renovable presentes en áreas rurales incluyendo energía solar, eólica, hidráulica y bioenergía. La experiencia de varios países miembros y no miembros de la OECD indica que las áreas rurales pueden contribuir

⁶ Para un estudio detallado sobre la distribución y regiones potencial de cultivo en México de la jatropha (*Jatropha curcas*) ver (Nuñez-Colín, Carlos Alberto; Goytia-Jiménez, María Antonieta, 2009).

significativamente a la provisión de energía para consumo propio y del país en su conjunto, a la vez que proveen alternativas de ingreso y oportunidades de empleo a la población local” (OCDE, 2007: 23). Sin embargo, este argumento ha sido cuestionado desde la óptica de Michael T. Klare (2008) quien habla de una nueva geopolítica de la energía, en que la producción de los biocombustibles se promueve en función de la necesidad de las potencias de depender menos del petróleo o bien de los países que cuentan con este recurso. Esta promoción de los biocombustibles se da básicamente en países “amables” hacia esta geopolítica como son algunos de Centroamérica, por ejemplo Guatemala e Indonesia en Asia.

LOS BIOCMBUSTIBLES EN EL ORDEN JURÍDICO NACIONAL MEXICANO

En esta parte del capítulo se analiza la acción legislativa de México realizada en torno a los biocombustibles, merced a los compromisos internacionales y a la imperiosa necesidad de buscar tecnologías energéticas más limpias y respetuosas con el medio ambiente.

A pesar de que hay un enorme entramado de leyes y disposiciones jurídicas en el contexto de la generación energética (Klare, 2008), un ordenamiento es clave para abordar

la estrategia de México ante el cambio climático en materia de biocombustibles: Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos del 1 de febrero del 2008, al cual se centra el análisis. Sin embargo, también está la Ley para el Aprovechamiento y el Financiamiento de la Transición Energética del 28 de noviembre del 2008. En ambas leyes se puede observar que existe buena voluntad para revertir la emisión de gases de efecto invernadero, sin embargo, también se considera como una debilidad sustentada el hecho que la viabilidad de las tecnologías alternativas está sujeta a la situación programática de las políticas públicas.

LEY DE PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE LOS BIOENERGÉTICOS

ASPECTOS CONSTITUCIONALES

Por lo que se refiere a la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, es importante destacar su estatus de ley reglamentaria. En el artículo primero se establece el vínculo directo e inmediato con dos disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (artículos 25 y 27 fracción XX) que se encuentran en el capítulo De los Derechos Humanos y su Garantía. Esto no es irrelevante si tomamos en cuenta que la naturaleza jurídica de una ley reglamentaria de la constitución es superior jerárquicamente

que otros ordenamientos. De hecho, para muchos doctrinarios del derecho, las leyes reglamentarias constituyen una ramificación de la constitución, esto es, que están diseñadas con disposiciones que ofrecen herramientas para que se materialicen los principios de la constitución (Bece-rra, 2000).

La Ley para la Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos está reglamentando por un lado, en el artículo 25 de la constitución,⁷ el cual establece los derechos humanos económicos. Cabe destacar, que los

derechos humanos de carácter económico, social y cultural no tienen la misma naturaleza que otro tipo de derechos fundamentales. Se les han denominado derechos programáticos porque su satisfacción depende de las políticas públicas diseñadas periódicamente, las cuales a su vez dependen de la capacidad presupuestaria en un tiempo y lugar determinado; de igual manera los han llamado derechos prestacionales porque a su ejecución corresponde una actividad del estado consistente en brindar determinados beneficios en distintas áreas. El gran proble-

⁷ ARTÍCULO 25.- Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución. Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.

El sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas que se señalan en el Artículo 28, párrafo cuarto de la Constitución, manteniendo siempre el Gobierno Federal la propiedad y el control sobre los organismos que en su caso se establezcan.

Asimismo podrá participar por sí o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo.

Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

La ley establecerá los mecanismos que faciliten la organización y la expansión de la actividad económica del sector social: de los ejidos, organizaciones de trabajadores, cooperativas, comunidades, empresas que pertenezcan mayoritaria o exclusivamente a los trabajadores y, en general, de todas las formas de organización social para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios.

La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, en los términos que establece esta Constitución.

ma que enfrenta este tipo de derechos es su justiciabilidad, esto es, la capacidad de ser exigibles ante un tribunal en caso de que no se instrumente una política pública al respecto.

En específico, los derechos humanos económicos también pueden encontrar barreras en su ejecución dependiendo del entorno mundial. Las economías de los países están teniendo lazos cada vez más estrechos de manera que se puede asumir que lo que sucede en el mercado bursátil digamos que de Yakarta puede tener repercusiones negativas por ejemplo en México. Asimismo, un desastre natural o una epidemia pueden desviar recursos públicos que originalmente estaban destinados a algún fin determinado; también la discrecionalidad administrativa con la que se ejercen los recursos públicos, dando la posibilidad que se retiren partidas destinadas en algún fin para aplicarse en otro programa. Es pre-

cisamente en este entramado de posibilidades en que se encuentran los biocombustibles en México.

El otro precepto constitucional que reglamenta la Ley para la Promoción y el Desarrollo de los Bienergéticos es la fracción XX del artículo 27 constitucional⁸, que se refiere al desarrollo rural, el cual reviste una importancia básica en tres ejes fundamentales: en principio, el impulso al campo para la generación de empleos, en segundo lugar y como consecuencia, elevar los niveles de vida de los campesinos y, en tercer término, salvaguardar la soberanía alimentaria, lo que significa la disminución de la dependencia alimenticia del país con respecto de las adquisiciones del extranjero y que está definido en el artículo 178 de la *Ley de Desarrollo Rural Sustentable*⁹. Este precepto constitucional también es un derecho humano, su origen ideológico se remonta a la Revolución Mexicana, e igual que el anterior, su satisfacción está condi-

⁸ Art. 27 Constitucional

...

XX. El Estado promoverá las condiciones para el desarrollo rural integral, con el propósito de generar empleo y garantizar a la población campesina el bienestar y su participación e incorporación en el desarrollo nacional, y fomentará la actividad agropecuaria y forestal para el óptimo uso de la tierra, con obras de infraestructura, insumos, créditos, servicios de capacitación y asistencia técnica. Asimismo expedirá la legislación reglamentaria para planear y organizar la producción agropecuaria, su industrialización y comercialización, considerándolas de interés público.

El desarrollo rural integral y sustentable a que se refiere el párrafo anterior, también tendrá entre sus fines que el Estado garantice el abasto suficiente y oportuno de los alimentos básicos que la ley establezca.

cionada a programas, presupuestos, discrecionalidad y su justiciabilidad aun es imperfecta. Además este precepto delimita una especie de límite a la generación de insumos para biocombustibles en el área agrícola, toda vez que este sector está destinado a garantizar la alimentación, lo que supone que las tierras utilizadas para la obtención de alimentos, -en virtud de que se debe salvaguardar la soberanía alimentaria-, no podrán destinarse al cultivo de insumos para la generación de energía; aunado a lo anterior incorporar adicionalmente la producción agrícola de biocombustibles, indudablemente favorece a deforestación. Así que la futura generación de biocombustibles tendrá que ser lo menos invasiva a la producción alimentaria (otro factor que acota la viabilidad).

CONTENIDO DE LA LEY

El cuerpo de la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos está compuesto por 31 artículos contenidos en cuatro títulos. Como objetivos primordiales se encuentra la promoción para la producción de bioenergéticos; dicho impulso se hará para generar condiciones que fomenten el desarrollo regional, esto es, pretender un círculo virtuoso en el que se invierte en determinada región, se

producen insumos para biocombustibles, se generan empleos, se eleva el nivel de vida y se contrarresta el cambio climático. Al menos en el papel suena muy coherente, sin embargo hay muchas limitantes dentro de ello, algunas mencionadas anteriormente.

Hay que destacar también que la estructura de la Ley apuesta a la armonización de muchas autoridades y de todos los niveles de gobierno. Por ello se crea una Comisión Intersecretarial para el Desarrollo de los Bioenergéticos (artículos 8, 9 y 10), así como las disposiciones necesarias para que haya un marco de convenios de coordinación. No cabe duda que este esquema de promoción representa un gran reto en el desarrollo de los biocombustibles, porque en principio hay que conciliar el trabajo de las secretarías de Energía, Agricultura y Medio Ambiente; las dos primeras son dependencias económicas focalizadas y la tercera tiene como objetivos la preservación y la conservación del medio ambiente. Por otro lado, también debe haber coordinación con las autoridades de las entidades federativas, tanto en el orden estatal, como en el municipal. Dicha labor es extraordinariamente compleja en la República Mexicana, sobre todo

⁹ Artículo 178.- El Estado establecerá las medidas para procurar el abasto de alimentos y productos básicos y estratégicos a la población, promoviendo su acceso a los grupos sociales menos favorecidos y dando prioridad a la producción nacional.

por la baja calidad de los políticos y partidos que detentan las posiciones de gobierno responsables de tomar las decisiones, lo que finalmente reduce la viabilidad de la producción de biocombustibles. Otro punto es la armonización de los sectores privados, en el que se encuentran los industriales, dueños del capital; y los sectores sociales, representados por los ejidos, comunidades y pequeños y medianos productores. En conclusión, orquestar a todos estos actores va a requerir de mucha inteligencia y sobre todo voluntad política.

La Comisión Intersecretarial, conformada por las secretarías de Agricultura, Energía, Medio Ambiente, Hacienda y Economía, tiene como objeto el fomento de los biocombustibles, a través de programas que apruebe, convenios de coordinación, entre otras facultades. Considero que en esta parte inicial el diseño administrativo es correcto, sin embargo, si la actividad llega a crecer y se consolida en una rama industrial de biocombustibles en México se deberá optar por otro diseño más óptimo como la creación de un organismo descentralizado de la administración pública, encargado de las atribuciones de las secretarías y de la Comisión. En el esquema actual participan muchas autoridades lo que resta agilidad por la sobreregulación administra-

tiva, aumentando tiempos y costos de producción. Un organismo descentralizado, encargado de la promoción de estas fuentes energéticas también le daría mayor rapidez a las decisiones en el ámbito de la administración.

Otros elementos que pueden ser rescatados de la Ley corresponden a su aplicación directa, la cual se llevará a cabo por las secretarías de Agricultura y Energía a través de los programas que se han establecido en el ámbito de sus competencias. En el caso de la Secretaría de Agricultura, su competencia está delineada a la producción y comercialización de los insumos para obtener biocombustibles; por su parte, la Secretaría de Energía focalizará sus esfuerzos para la producción, almacenamiento, transporte, distribución, comercialización y el uso eficiente de los bioenergéticos. Sin embargo, y como lo hemos anotado, la misma ley en el artículo 14 señala el alcance presupuestario de su viabilidad:

Artículo 14.- Los programas, proyectos y demás acciones que, en cumplimiento a lo dispuesto en esta Ley y en razón de su competencia, corresponde ejecutar a las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal, deberán sujetarse a la disponibilidad presupuestaria que se apruebe para dichos fines en el

Presupuesto de Egresos de la Federación y a las disposiciones de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

Cabe subrayar que los programas de desarrollo y promoción que establezcan las secretarías en la esfera de su competencia podrán ser traducidos en incentivos, para que a través de los programas de apoyo se otorguen, a quienes reúnan el perfil solicitado, los montos y beneficios económicos establecidos, lo cual en todo caso será absolutamente transparente.

Otro importante punto de la Ley que debemos señalar es el que corresponde al Capítulo II “De la investigación y capacitación”. En este sentido, la Ley le otorga facultades a las secretarías de Agricultura y Energía para llevar a cabo investigación integral sobre biocombustibles en tres áreas primordiales: en principio investigación agrícola para el desarrollo de insumos para la producción de biocombustibles de manera sustentable y con la participación del Sistema Nacional de Investigación y con la Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable; en segundo lugar, apoyar la investigación en el ramo de la producción, distribución y uso de los bioenergéticos es una atribución conferida a la Secretaría de Energía; y como tercer eje, de mucha relevan-

cia, la investigación en materia de impacto ambiental y de protección al equilibrio ecológico. Sin dudas esta industria que aun está germinando, ineluctablemente en un futuro se va servir de la biotecnología moderna, del uso de ADN recombinante y de la ingeniería genética, lo cual debe ser desarrollado en términos respetuosos con el medio ambiente.

En otro tenor la Ley contiene un régimen de permisos propios, los cuales los desagregan en función de la cadena de producción. Por lo que se refiere a la producción de insumos para energéticos, si bien es cierto que no hay un permiso en esta Ley, -salvo que se trate de maíz y en determinadas condiciones- dependiendo la actividad podrán ser necesarias manifestaciones de impacto ambiental o, en su caso, bajo el régimen de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, o en cualquier otra ley que corresponda a dicha actividad; por lo que atañe a la producción, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de biocombustibles, es la Secretaría de Energía la facultada para expedir los permisos necesarios.

Finalmente, la Ley contiene un régimen de infracciones y sanciones, así como los medios para su cumplimiento en caso de que en su ejecución se suscite alguna controversia.

GOBERNANZA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

Esta parte del capítulo busca responder a qué motivaciones principales obedece la promoción de los biocombustibles en México y, en consecuencia, quiénes son los principales actores y cuáles los intereses atrás de las políticas públicas y las acciones privadas.

PROPUESTA DEL SECTOR AGRÍCOLA

La primera, y fallida, propuesta de ley para promover biocombustibles en México, fue motivada para apoyar el sector agrícola, básicamente a los grandes productores de maíz del norte de México y el sector de caña de azúcar. (DOF, 2009) En esta ocasión la idea central era responder a la demanda creada en los Estados Unidos a través de exportar etanol, puesto que los sectores maiceros y cañeros estaban interesados en encontrar mercados alternativos para sus productos. En ocasiones los productores del maíz del norte tenían excedentes (relativos al estado y no al país entero) y los cañeros han perdido su tradicional mercado de la industria refresquera en México porque ésta empezaba a usar fructuosas en lugar de azúcar de caña. Estados Unidos a su vez buscaba no tanto etanol como producto final sino abastecimiento de materias primas para poder

producir biocombustibles y cumplir de esta forma su elevada demanda interna recientemente regulada. (SENER-GTZ, 2006; Guzmán, 2011, SENER-BID-GTZ, 2006).

Hay que subrayar que el hecho mismo que esta ley se promovía en completa ausencia de regulación mandataria en México sobre el uso de etanol y biodiésel –un hecho que de por sí constituye un caso muy peculiar en el mundo– parece sugerir que el mercado de destino iba a ser el de los Estados Unidos.

Esta versión de la ley de biocombustibles fue promovida por legisladores del PRI y cercanos al CNC. Dado que la ley obedecía a los intereses del sector agrícola, el órgano protagonista en su aplicación iba a ser la SAGARPA. Uno de los rasgos que distinguía esta iniciativa de las que la seguían era que proponía exención de impuestos para los productores de campo, medida que se considera muy razonable puesto que con la única excepción de Brasil no se conoce ningún caso en el mundo en que la producción de etanol de caña o de maíz sea rentable. (Antal y Carmona, 2012) Al contrario, los diferentes formas de subsidios suelen ser muy altos y extendidos y se consideran como factores indispensables para la producción. En este sentido es importante tomar en cuenta a la hora de evaluar su

conveniencia que la producción de la bioenergía absorbe una gran cantidad de recursos públicos.

PROPUESTA DEL SECTOR ENERGÉTICO

En 2007 esta primera versión de la ley ha sido rechazada por el ejecutivo. (La Jornada, 2007) Hay que recordar que está era precisamente el año de la subida repentina del precio de los granos en el mercado mundial y en México del maíz en particular. Con el fin de entender a quién favorecía la nueva propuesta, resulta interesante revisar cuidadosamente los argumentos del ejecutivo para cambiar la orientación de la ley. Éstos han sido los siguientes:

- en lugar de usar alimentos propone ampliar el círculo de las materias primas para que éstas incluyan algas, agave, residuos forestales, agrícolas y urbanos, y todo tipo de biomasa celulósica;
- se propone incluir altas tecnologías, de segunda y tercera generación;
- otro punto crítico, según el presidente, era el enfoque primordialmente agrícola de la primera versión de la ley por lo que se propone convertir el asunto en un tema inminentemente energético y cuidar el principio de la seguridad energética;

- se cita reporte de la FAO que pronostica un incremento del precio de los granos y lácteos entre un 20 y 50% para 2016;

- el ejecutivo no acepta los subsidios propuestos al sector agrícola por considerar que constituye una doble subvención;

- por considerar que ciertas definiciones en la ley podrían complicar la elegibilidad de los proyectos MDL en México dado el criterio de la “adicionalidad”.

De acuerdo a los argumentos aquí reproducidos, la segunda propuesta de ley ha resultado ser muy diferente principalmente porque ha estado encabezado por la Secretaría de Energía y su objetivo central ya no ha sido la revitalización del desarrollo rural sino reducir la dependencia energética y disminuir la contaminación atmosférica en México. Justamente en estas fechas, la SENER ha publicado que México en 9 años (es decir aproximadamente en 2016) podría ser importador neto de petróleo, afirmación que hoy por hoy resulta un tanto dudosa y exagerada. (DOF, 2009; SENER and GTZ, 2009; SAGARPA, SENER, SE, SEMARNAT y SHCP, 2009; SAGARPA, 2009)

Aunque el verdadero objetivo de la ley es menos explícito que en el caso de la primera versión, el espíritu de

ésta parece orientarse hacia la creación de una nueva rama industrial en México cuyos mayores promotores serían el capital y la tecnología foráneas que aportarían básicamente las empresas transnacionales. Otro objetivo, menos abierto, probablemente ha sido la apertura del mercado de los biocombustibles en México puesto que el momento cuando se hizo la propuesta coincidía con el periodo de discutir la reforma del sector energético en el país. Hay que tener en cuenta que en México la constitución prohíbe la privatización del sector de energía y para asegurar la participación del sector privado en la generación y la compra-venta de los biocombustibles hace falta una ley para acabar con la incertidumbre (Félix, 2009).

Esta ley que finalmente ha sido aprobada se caracteriza también por no permitir la producción de biocombustibles a partir del maíz –solo cuando haya excedentes– y responder, al menos parcialmente, a las advertencias de la FAO en el sentido de evitar la competencia con los alimentos. Dado que la ley se centra en tecnologías de 2ª y 3ª generación goza del apoyo de la comunidad científica, ingeniería y biotecnología, sin embargo es criticado por otros sectores de la comunidad como son los agrónomos, ecólogos, biólogos y en general los defensores de la agricultura campesina.

BIOCOMBUSTIBLES ¿PARA QUÉ Y PARA QUIÉN?

El punto clave que está en debate sobre el asunto no es tanto si se acepta o no los biocombustibles, sino más bien radica en saber qué tipo de biocombustibles, bajo qué sistema productivo, decidido y controlado por quiénes: ¿grandes transnacionales de la energía y de granos y alimentos, industria nacional, pequeños y medianos productores? Es también muy importante responder a la pregunta ¿para qué se quieren los biocombustibles y en función de qué plan de desarrollo nacional y local? Víctor Toledo, el conocido eco-agrónomo mexicano para decidir sobre la viabilidad de los biocombustibles propone los siguientes criterios: soberanía y seguridad alimentaria; derecho a las familias campesinas e indígenas a la tierra y a vivir dignamente de su trabajo; sustentabilidad hídrica; sustentabilidad de recursos naturales; no uso de transgénicos; control comunitario, local y nacional (Toledo, 2007).

Como ya se ha mencionado, el plan más completo en materia de política pública en México ha sido el llamado Plan de Vuelo, en respuesta a dar cumplimiento a la demanda de impuesto de carbono promovido por la UE. Con este caso entonces tras el desarrollo del sector rural y la dependencia energética, inclusive,

aparece en la política mexicana un tercer argumento a favor de los biocombustibles: el cambio climático. Este proyecto parecía tener el objetivo concreto de medir la capacidad de producir en el país los insumos para la bioturbosnia, en base de jatropha, higerilla, agave etc. en el marco de un sistema de producción a gran escala y alta tecnología con aportaciones de inversiones transnacionales (Plan de Vuelo, 2011).

En este punto vale la pena detenerse un poco para reflexionar sobre las cualidades ambientales de los biocombustibles. En un principio se suponía que los biocombustibles al contrario de los fósiles eran neutros, sin embargo cada vez se publican más evidencias científicas para demostrar que los biocombustibles, al menos los actualmente disponibles, en realidad no ahorran emisiones de CO₂. (Hartmut, 2007; Laborde, 2011; Biello, 2011; Ribiera, 2012). Este hallazgo pone en duda el argumento ambiental muy bien explotado por los proponentes de los biocombustibles. Como se sabe las plantas almacenan carbón y cuando son cortadas o talladas liberan todo el carbón almacenado. Por lo que el análisis de ciclo de vida que mide el impacto ambiental de los biocombustibles para dar una idea cabal sobre la afectación debe tomar en cuenta el cambio del uso del suelo (sustitución de cultivo o talla de

bosque) que se genera con la plantación energética. El balance energético de los biocombustibles es otro de los parámetros a tomar en cuenta cuando se habla de la evaluación de los bio-carburantes. Se trata de un concepto bastante complejo y discutido que incluye como menos los siguientes factores: la materia prima que se elige; la eficiencia tecnológica del proceso utilizado, el tipo de refinación y el lugar concreto donde se produce la materia prima con el fin de saber si se trata de un campo de cultivo o se elimina un ecosistema para los cultivos energéticos (Valle, 2011).

De manera general es correcto afirmar que los biocombustibles pueden reducir emisiones de gases de efecto invernadero sólo en condiciones muy específicas en función de cada uno de los detalles del proceso a través del cual se obtienen. En este proceso tomar en cuenta los cambios del uso del suelo y sus impactos sociales y ambientales es de vital importancia. Por la misma razón, es muy importante hacer estudios de viabilidad caso por caso en cada ambiente específico. Este tipo de estudios en México aún no se han hecho y normalmente se utilizan datos generales para deducir los grados de rentabilidad económica y la viabilidad ambiental.

A pesar de tener en México una

ley y una serie de programas de acción propuestos por las secretarías correspondientes en torno a la regulación, los resultados son escasos y los intentos de producción de biocombustibles hasta ahora han fracasado. Este hecho tiende a cuestionar seriamente los objetivos reales de la política y la legislación a favor de una promoción efectiva de los biocombustibles.

La única productora local en Chiapas está paralizada en medio de un intento defectuoso. (Valero, 2011) La fundación Emission que hizo intenso cabildeo a favor de los biocombustibles, hizo planes para la inversión de empresas transnacionales que no se han concretado aún. La empresa Biocyclos del norte del país que utilizaba el maíz ha tenido que cerrar por no permitir su uso. Una serie de inversiones de alta tecnología a gran escala también han sido anunciados, y publicitados por internet, algunos incluso con participación de exfuncionarios mexicanos y con el uso de tecnologías aún no disponibles como por ejemplo a partir de las algas. (Hodges, 2008; NextFuel, 2009; Biofields, 2009) Ante este panorama del fracaso de la estrategia de promoción de los biocombustibles, queda preguntarse ¿quién promovió y para qué fines los biocombustibles en México? ¿Quién se supone que iba a beneficiarse de esta ley?

En resumen se puede decir que en México el asunto de los biocombustibles ha pasado de un tema agrícola y rural a otro industrial y de energía, e incluso un tema de cambio climático y reducción de las emisiones. La principal motivación, el inicio era encontrar salida a los grandes productores agrícolas y posteriormente la diversificación energética ante el declive de la explotación petrolera. En este esquema, al sector agrícola por si acaso sólo le quedaría la posibilidad de exportar materia prima pero no compite con los precios subsidiados de los Estados Unidos y de otros países.

En la política pública mexicana un objetivo socialmente diferente que sería el apoyo a los sectores rurales pobres para producción y consumo local con el fin de mejorar su nivel de vida, aún no ha sido seriamente planteado (Sánchez, 2012). Ante esta perspectiva, la razón más probable para promover los biocombustible es simplemente tener abierta la puerta a la eventual inversión del gran capital de la empresa transnacional.

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS PARTICULARES SOBRE EL COMERCIO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

Se deben definir las reglas de la Organización Mundial de Comercio (OMC) sobre el tema, de forma tal que se pueda categorizar con claridad a los biocombustibles, como bienes ambientales o industriales, para que puedan beneficiarse de una reducción o, según proceda, eliminación de las barreras tarifarias y no tarifarias a los bienes y servicios ambientales.

Para poder aprovechar todas las oportunidades que el comercio de biocombustibles ofrece para el desarrollo sustentable, el sistema comercial que emerja deberá ser lo suficientemente flexible como para incentivar a países con una gran producción potencial, a la vez de generar las condiciones para permitir las inversiones necesarias en países de menor potencial de producción, pero con capacidades de utilizar provechosamente sus recursos agrícolas y la mano de obra. Los países industrializados deben analizar todos los impactos que pudieran tener sus políticas para el comercio de biocombustibles en otras regiones del mundo, especialmente en los países productores, o en desarrollo.

Los regímenes actuales del comercio no son óptimos para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos del sector. Una de las cuestiones económicas es que la producción de biocombustibles, aunque sea para el consumo doméstico, puede mejorar la balanza comercial, por ejemplo cuando un país en desarrollo que importa el petróleo produce su propia fuente de energía, y su costo de producción es más barato que la importación. En este caso además de gastar menos en importación y ahorrar de esta forma divisas, se puede crear empleo al nivel local y contribuir al bienestar social.

Es importante mencionar que la producción y comercio de los biocombustibles que incluye transporte y distribución requiere de una gran inversión en infraestructura; en esta labor se requiere de transporte marítimo, se deben adaptar los puertos y los ductos, e incluso mejorar la vía ferroviaria.

Finalmente, como se ha explicado arriba, la falta de una clasificación única para los biocombustibles bajo el sistema de comercio multilateral actual implica que no existe un foro específico para discutir el caso de la liberalización comercial de los biocombustibles. Para un avance significativo en el tema sería necesario establecer un foro para lograr la unificación de la tarifa, y de esta

forma los biocombustibles podrían ser considerados en la clasificación del Sistema Armonizado y las reglas para el comercio.

BIOCOMBUSTIBLES EN EL TRANSPORTE

Tanto el transporte marítimo como el aéreo han desarrollado redes de intenso intercambio a nivel global y por esa razón el grado de institucionalidad para la coordinación y reglamentación en ambos subsectores ha ido en aumento. Esas condiciones facilitan la difusión de uso de biocombustibles, aunque todavía falta la negociación para la estandarización de este energético. Así mismo, queda por resolver si los biocombustibles serán un mecanismo adecuado para disminuir las emisiones de GEI del transporte. En este sentido, las redes de transporte aéreo y marítimo de América del Norte podrían verse influidas por las decisiones que se adopten en los organismos internacionales que regulan estos modos de transporte. El incremento de la participación de las agrupaciones de empresas como la IATA, IAPH o la RISA y el rol que juegan en la definición de la estrategia para la reducción de GEI en estos dos subsectores, el transporte marítimo y el aéreo, es digno de mencionar.

El transporte carretero así como el ferroviario no tiene un nivel de

institucionalidad parecido al del transporte aéreo o marítimo, pues su naturaleza es más de tipo regional y local. Por lo tanto no existen organismos intergubernamentales y tampoco privados para la coordinación global de estos modos de transporte por lo que es poco probable que surjan normas o proyectos en el nivel global para el uso de biocombustibles en estos modos de transporte. Sin embargo, no puede descartarse que al nivel regional surjan iniciativas que promuevan el uso de biocombustibles en el transporte como una estrategia de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en este sector.

El número de vehículos que utilizan biocombustibles en el transporte de Estados Unidos alcanza un volumen considerable, en cambio su uso en Canadá y México es menor. Esta tendencia en el futuro podría cambiar para cada país según su relación con Estados Unidos. En el caso de Canadá, como si existe libre circulación en el autotransporte, la obligatoriedad de los biocombustibles en el transporte conduciría seguramente a un mayor uso de este tipo de vehículos. En cambio en México, debido a que no existe libre circulación de autotransporte, la obligatoriedad de uso de biocombustibles se sumaría a los impedimentos para la apertura, pero no impactaría un cambio en la flota vehicular mexicana.

Ante el gran número de críticas sobre los impactos de los biocombustibles en el transporte -devastación de la biodiversidad, uso intensivo de agua y contaminación de suelos por el uso intensivo de fertilizantes- es importante considerar otras alternativas para reducir emisiones. Una de ellas es la profundización de la integración de las redes de transporte multimodal de América del Norte, que implicaría un mayor uso del transporte marítimo que es menos contaminante. Otra alternativa es crear una red regional de trenes de alta velocidad en la región con el fin de sustituir vuelos aéreos. Para lograr estas combinaciones de transporte más eficientes se requiere de una intensa coordinación regional, así como de trazar un plan de cooperación en materia de infraestructura que mejore la red regional.

Los datos revisados indican que buena parte de los biocombustibles utilizados en el transporte son para las ciudades y el transporte particular, por esta razón es poco probable que se intensifique la cooperación para el uso de biocombustibles en transporte en las cadenas de abastecimiento o corredores de transporte de América del Norte. Por otro lado, el empleo de biocombustibles en el autotransporte puede incentivar un mayor uso de este medio de transporte, en vez de buscar mejores combinaciones multimodales

que impliquen el uso de medios menos contaminantes como el marítimo o el ferroviario. Si se incentiva el uso de autotransporte a la larga se elimina el beneficio ambiental proveniente de la reducción de las emisiones.

BIOCOMBUSTIBLES DESDE EL SECTOR RURAL

Se recomienda apoyar los cultivos energéticos sólo cuando se tenga competitividad de la producción. Para el etanol: la caña de azúcar, yuca, sorgo y remolacha azucarera. Hay que fomentar la producción de maíz pero sólo para consumo humano no como cultivo energético. Para el biodiésel: la palma, girasol, soya y énfasis en la jatropha.

Es importante también implementar un programa de investigación sobre cultivos y/o plantas con gran potencial de producción y como materia prima para la obtención de los biocombustibles, como son el caso de la higuera y el maguey, entre otros. Los conocimientos resultantes deben de ser transferido a la población rural a través de capacitación agrícola innovadora, buscado evitar la verticalidad de esta transferencia, uno de los fracasos de la Revolución Verde.

Fomentar la creación de cooperativas que incluyan y tengan como fin la producción de los biocombus-

tibles, es decir, la producción de la materia prima y su biorefinación; que tengan acceso a financiamiento, capacitación y comercialización de los biocombustibles y de los subproductos. Debe evitarse que el contexto de la creación de estas cooperativas sea adverso, a través de la protección fiscal y comercial. Se recomienda también retomar la creación de estructuras gubernamentales en el área de financiamiento, capacitación y comercialización dentro de un programa nacional de bioetanol y biodiésel.

Sería deseable también, la creación de una coordinación del sector rural con PEMEX, siendo este el principal comprador en el país, para establecer las características, crear la certificación y asegurar la calidad del biocombustible.

DESDE LO JURÍDICO

Aún es incipiente la producción mundial de biocombustibles en el mundo, sin embargo, es el comienzo y los combustibles fósiles tendrán que ser desplazados en algún momento. Sin lugar a dudas eso conducirá a la existencia de enormes mercados de biocombustibles¹⁰. Para México –país productor de petróleo- pero con gran potencial para este tipo de energías alternativas hay enormes disyuntiva y aristas.

Por un lado, apoyar los biocombustibles debe tener alcances integrales, esto es, desde la producción de insumos hasta la producción de tecnología e innovación, de otra manera se corre el riesgo de convertirse en un país que proporciona materia prima y consume tecnología importada (patrón que se sigue en muchos casos).

Por otro lado, la Ley de biocombustibles ofrece herramientas para que se consolide una rama industrial integral (desde la semilla hasta la generación de energía) en México, sin embargo y como lo anotamos, la tarea no es sencilla bajo los escenarios en los que se desenvuelven la política pública en México, esto es, la falta de transparencia y la desbordante corrupción en todas las áreas. Esto puede significar que en el futuro, en un momento dado, todo el petróleo del mundo deje de tener competitividad frente los biocombustibles y el país se encuentre al margen de ese nuevo patrón energético por la mala administración, el mal gobierno.

Se podría hacer una analogía como si se tratase de una orquesta, el reto del director es armonizar a todos los actores que están tocando determinado instrumento de manera que todos tengan un papel importante en

la melodía; si el director decide excluir algunos sonidos, será desastroso. Los biocombustibles en México deberán ser desarrollados en términos de la participación social y privada; el gobierno deberá armonizar la participación de núcleos sociales, ejidos, comunidades y empresarios, porque si no se logra ese objetivo y empiezan a destacarse prácticas monopólicas y excluyentes, esta actividad podría ser catastrófica.

GENERALES

Las opciones de México, igual que de otros países, respecto a los biocombustibles son múltiples. Para cualquiera de ellas es necesario, primero, tomar una definición sobre el por qué promover los biocombustibles. La principal conclusión de esta investigación es que la política actualmente existente -que como ya se ha explicado hasta la fecha ha sido inefectiva puesto que no ha logrado producción significativa- responde a uno de los dos casos siguientes: o bien se intentó promover los biocombustibles sin tomar una decisión para qué, o bien, la política simplemente se restringió a dejar abierta la posibilidad de hacer agro-negocio, es decir generar cierto grado de apertura del sector para la energía renovable. Apertura en el sentido de crear un mecanismo a través del cual la SE puede otorgar permisos para producir, transportar y consumir biocombustibles.

En el caso de México y en ausencia de apoyos efectivos al sector, esto podría ser entendido como la creación de condiciones para inversión foránea para hacer agro-negocio. En los países productores – en los que generalmente se ofrece algún tipo de subsidio-, esto se entiende como una nueva forma que incentiva el gobierno para hacer negocio con apoyos públicos. Sin embargo en el caso de México, si la finalidad fuera ésta podría ser cuestionada puesto que a falta de incentivos efectivos los resultados son escasos.

Por otro lado ante la falta de capacidad de los biocombustibles cada vez más documentada para reducir GEI y tomando en cuenta las condiciones de falta de rentabilidad de los biocombustibles, el otorgamiento de los subsidios puede resultar más que cuestionable. Se supone que esta situación cambiaría con las altas tecnologías ya prometidas por la industria, sin embargo éstas todavía no están disponibles, aunque se observa que las grandes compañías petroleras invierten en biocombustibles de segunda y de tercera generación como por ejemplo la generación de microbios artificiales como productos de la biología sintética.

A juicio de esta investigación, los posibles fines a tomar en cuenta en México para optar por la producción y el consumo de los biocombustibles

podrían ser los siguientes: producir para el mercado interno; exportar a los Estados Unidos u a otros; solo producir y exportar materia prima; producción y consumo local para abatir la pobreza. Optar por cualquiera de las posibilidades mencionadas, implicaría adoptar políticas y estrategias específicas y muy distintas entre sí.

En caso de que se decida la promoción de los biocombustibles líquidos para el uso del transporte nacional, esto es el mercado interno, antes de cualquier medida es necesario crear el mercado interno a partir de imponer una regulación que comprometa a los actores del mercado a mezclar un determinado porcentaje de biocombustibles con la gasolina y el diésel. Medida de este tipo aún no se ha tomada y habrá que analizar si existen condiciones y capacidades para hacerla.

En cuanto a promover la producción de los biocombustibles para exportación, principalmente a los Estados Unidos, pero también a otros, el punto más importante sería la cuestión de la rentabilidad. Los intentos fracasados de la producción de etanol de maíz y de caña han dejado como lección la falta de rentabilidad y de experiencia técnica en México respecto a otros países, como por ejemplo Brasil. De todas formas, habrá que preguntarse

hasta qué grado podría ser socialmente aceptable gastar cantidades significativas de recursos públicos para subsidiar exportaciones, que equivaldría a un ejercicio que socializa los gastos pero privatiza las ganancias.

Otra opción, ya contemplada por refinadores del país vecino, es el suministro mexicano de las materias primas para ser procesadas en los Estados Unidos, dentro de un esquema de biopacto entre sur y norte. Como se sabe este modelo se basa en la mano de obra barata y la regulación ambiental laxa que caracteriza al sur global y la necesidad de limpiar el aire en el norte. Desde luego aquí habrá que cuestionar muchos aspectos desfavorables al país, como son la competencia por la tierra cultivable, por los recursos naturales básicamente el agua, la cuestión de la soberanía alimentaria y el bajo grado de valor agregado de la exportación. A parte de esto, incluso habrá que analizar también el costo de producción mexicano que tendrá que competir con el de las materias primas, como por ejemplo el maíz en los Estados Unidos que goza de un alto nivel de subsidios.

Las opciones, evidentemente, favorables para el país, son la producción y el consumo local en zonas pobres con el fin de mejorar el nivel de vida y el apoyo a pequeños pro-

ductores en aras de ampliar la oferta de empleo. El aprovechamiento de biomasa que no implica cultivo adicional respecto al ya existente, como por ejemplo son el uso de los desechos, residuos biológicos, forestales y agrícolas, basura urbana, aceite de restaurantes etc. para la obtención de energía, evidentemente podría ser tanto social como ambientalmente muy provechoso.

Por otro lado, la promoción de investigación para obtener biocarburantes de nuevos tipos a través de tecnologías nuevas cuya trayectoria aún permite ser competente en el mercado, con el fin de generar tecnología propia, también podría ser una actividad provechosa al cual México cuenta con recursos humanos.

Las políticas, leyes y disposiciones de la política pública vigente en México en materia de biocombustibles, hasta la fecha no han ofrecido incentivos específicos para las opciones social y ambientalmente favorables, tampoco existen proyectos y presupuestos destinados a proyectos concretos insertados en estrategias de desarrollo específicos. Una iniciativa de esta naturaleza para ser efectiva tendría que partir necesariamente de una estrategia de desarrollo integral que tome en cuenta los intereses de todos los sectores de la sociedad.

Bibliografía

- ACETA, A. d. (2007). *La OACI no acepta la imposición de comercio de emisiones*. España: ACETA.
- Aguilar-Rivera, N. (2007). Bioetanol de la caña de azúcar. Avances en Investigación Agropecuaria. 11(3): 25-39.
- Air Transport Action Group. (26 de julio de 2011). La aviación en América Latina provee un crecimiento sustentable. *Media Release*. Rio de Janeiro: ATAG.
- Antal, E., Carmona, E., (Spring 2012). "Biofuels in the global context and its viability in Mexico" in *Voices of Mexico*, No. 93.
- Antal, E. (2012). "La gobernanza de la ciencia y tecnología en México en la era del TLCAN. El caso de los biocombustibles" in Salas-Porrás A. y Luna, M. (coord.) *¿Quién gobierna América del Norte? Elites, redes y organizaciones*, IIE y SITESA, 2012. pp. 292-328.
- Becerra Ramírez, M. et ál. (2000, julio-diciembre) "Tratados internacionales. Se ubican jerárquicamente por encima de las leyes y en un segundo plano respecto de la Constitución federal (amparo en revisión 1475/98)", en Cues-

- tiones Constitucionales, año, número 3.
- Biello, D. (2011). *The false promise of biofuels*, Scientific American, Agosto 2011, pp.58-65 .
 - Bifani, P. (2007). Comercio de Bienes ambientales y PYMES; CEPAL; Montevideo, 2007. Disponible en: http://www.eclac.org/ddisah/noticias/paginas/8/28248/bifani_comercio.pdf
 - Biofields. (2009). in <http://www.biocarburante.com/biofuel-systems-y-biofields-presentan-sus-conferencias-en-el-congreso-de-algas-para-biocombustibles/>
 - BTS, U. (April, 2008). *US-China Trade Growth and America's Transportation System*. Bureau of Transport Statistics. Washington: USDOT.
 - Buchanan, G., et ál. (2008). *The New Paradigm in Agriculture*. Energy Issues Series. Resource, February 2008, pp. 16-18.
 - Carmona, G. E. (2010). *Corredores de Transporte e Integración Norteamericana*. El caso de la Coalición del Súper Corredor de América del Norte. México: Tesis para obtener el grado de Maestro en Estudios México-Estados Unidos.
 - Centre for Energy. (2012), Canada Statistics. recuperado el 14 de enero de 2012, disponible en: <http://www.centreforenergy.com/FactsStats/Statistics.asp?Template=5,0>
 - Chacon, B. (2008). Una revisión del avance mexicano hacia el desarrollo de biocombustibles. Bien Común, Fundación Rafael Preciado Hernández, A. C., año 14, núm, 163. México, D.F., pp. 22-31.
 - Chauvet, M., González, R. (2011), Food, biofuels and social inequality in Mexico, Observatorio Latino Americano, Nueva York, recuperado el 05 de enero de 2012, disponible en: http://www.observatoriolatinamerica.org/pdf/articulos/Chauvet_%20en.pdf
 - Daris, S., Diegel, S., Boundry, R. (2008). *Transportation Energy Data Book, 27th edition*. (U. D. Energy, Ed.) United States: US Department of Energy-Oak Ridge.
 - Dessureault, D. (2009). *Biofuels Report Canada*. United States: US Department of Agriculture.
 - DOE, U. (2009). *Energy Efficiency and Renewable Energy*. Recuperado el 17 de mayo de 2009, de <http://www.eere.energy.gov/>
 - DOF, Diario Oficial de la Federación. (2008), Ley de promoción y desarrollo de los bioenergéticos, Nueva Ley DOF, 01-02-2008.
 - Dufey, A. (2006). *Producción y comercio de biocombustibles y desarrollo sustentable: los grandes temas; documento de discusión número 2 de mercados sustentables; Instituto Internacional para el Medio Ambiente y Desarrollo; Londres, disponible en: http://pubs.iied.org/pdfs/15504SIIED.pdf*
 - Dufey, A. (2007). *Comercio internacional de biocombustibles: ¿bueno para el desarrollo?, ¿bueno para el medio ambiente?*; International Institute for Environment and Development; Londres, disponible en: <http://pubs.iied.org/11068SIIED.html>
 - Escalante, S., Catalán, H. (2008). *Situación del sector agropecuario en México. Perspectivas y retos. Economía Informa*, num. 350, enero-febrero 2008, pp. 7-25.
 - European Biofuels. (2009), Biofuels in aviation. An overview, recuperado el 02 de febrero de 2012, disponible en: <http://www.biofuelstp.eu/air.html>
 - Felix, Raul. (2009). *Assessing the impact of Mexico Biofuels Law*, en Biomassmagazine.com. en <http://biomassmagazine.com/articles/1678/assessing-the-impact-of-mexico's-biofuels-law/>
 - González, M., Castañeda, Y. (2008). *Biocombustibles, Biotecnología y Alimentos. Impactos sociales para México*. Nueva Época, año 21, núm. 57 mayo-agosto 2008, UAM-X, México. pp. 55-83
 - Guzmán F. (2011). *Biocombustibles ¿Complemento para las refinерías convencionales?* Presentation in the Seminar América del Norte. El cambio climático y la promoción de los biocombustibles en México, in the CISAN, 21/09/ 2011.
 - Hodges, C. (2008). in <http://articles.latimes.com/2008/jul/10/business/fi-seafarm10>
 - IAASTD (2009). Síntesis Temática. Bioenergía y biocombustible: Oportunidades y limitaciones. Los contenidos de Síntesis temática de la IAASTD se han extraído directamente de los informes de la IAASTD publicados en 2009 por Island Press. <http://www.agassessment.org/docs/bioenergyESlowres.pdf>.
 - IEA, I. E. (2011). *Technology Roadmap. Biofuels for Transport*. París: IEA-OECD.

- Klare, M. (2008). *Planeta Sediento*, Recursos Menguantes. Ediciones Urano, España.
- La Crónica (2011), Primer vuelo “verde” de México. Vuela Interjet con bioturbosina chiapaneca. Recuperado el 20 de diciembre de 2011, disponible en: http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_nota=569207
- La Jornada. (2007-10 de septiembre), *México veta el Ejecutivo ley de biocombustibles*, publicado el 10 de septiembre de 2007
- Laborde, D., (2011). *Assessing the Land Use Change Consequences of European Biofuel Policies*, International Food Policy Institute (IFPRI)
- Leistriz, L., Hodura, N. (2008). *Biofuels: a mayor rural economic development opportunity*. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*. 2:501-504; DOI: 10.1002/bbb.104.
- M. Hartmut, (2007) “Con los biocombustibles no se ahorran emisiones de CO₂,” *El país*, publicado el 12 de Septiembre de 2007.
- Next Fuel. (2009), *Salicornia, la nueva reina del biodiesel* recuperado el 25 de mayo de 2012, disponible en: <http://biodiesel.com.ar/1632/salicornia-la-nueva-reina-del-biodiesel>
- National Biodiesel Board. (2012), Production statistics, recuperado el 08 de marzo de 2012, disponible en: <http://www.biodiesel.org/production/production-statistics>
- Nuñez-C., Goytia, Jiménez, M. (2009). Distribution and agroclimatic Characterization of potential cultivation regions of physic nut in Mexico. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, V.44, n.9, p.1078-1085, set. 2009
- OCDE (2007). Estudios de Política Rural. Edición en español por: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural, A.C. (Inca). pp. 181.
- OECD/IEA (2010). Sustainable Production of Second-Generation Biofuels. Paris, France. Pp. 217. http://www.iea.org/papers/2010/second_generation_biofuels.pdf 15/03/2012
- OMC, Organización Mundial de Comercio. (2007a), “Se propone incluir entre los bienes ambientales los biocombustibles y los alimentos orgánicos”; Recuperado el 25 de febrero de 2012, disponible en: http://www.wto.org/spanish/news_s/news07_s/envir_nov07_s.htm
- ---- (2007b) Examen de políticas comerciales, por sectores; disponible en: http://search.wto.org/search?q=biocombustibles+regulaciones+tecnicas&site=Spanish_website&btnG=B%FASqueda%0D%0A&entqr=0&output=xml_no_dtd&sort=date%3AD%3AL%3Ad1&client=spanishfrontend&numgm=5&ud=1&oe=ISO-8859-1&ie=ISO-8859-1&proxystylesheet=spanish_frontend&proxyreload=1
- ---- (2012a), Declaración de Doha explicada, recuperado el 13 de enero de 2012, disponible en: http://www.wto.org/spanish/tratop_s/dda_s/dohaexplained_s.htm
- ---- (2012b), Eliminación de los obstáculos al comercio de bienes y servicios ambientales; Organización Mundial Comercio; texto disponible en: http://www.wto.org/spanish/tratop_s/envir_s/envir_neg_serv_s.htm
- Pistonesi, H., Nadal G., Bravo, V., Bouille D. (2008). Aporte de los biocombustibles a la sustentabilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: Elementos para la formulación de políticas públicas; CEPAL y GTZ, Naciones Unidas, Chile, disponible en: http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/6/32836/LC_W178e.pdf
- Plan de vuelo hacia los biocombustibles sustentables de aviación en México (2011). *Powering The Future of Flight*, ATAG marzo, pp.8-9.
- Ribiera, S. (2012). *Los biocombustibles empeoran el cambio climático*, in *La Jornada*, publicado el 19 de mayo de 2012.
- Roundtable of International Shipping Associations. (2012, abril). *Shipping Facts*. Recuperado el 08 de abril de 2012, de Environmental Performance: <http://www.marisec.org/shippingfacts/environmental/atmospheric-pollution.php>
- Sánchez, J. (2012, verano), *Biofuels, a chance for energy self-sufficiency in Mexico's countryside*, *Voices of México* (93), CISAN, México, pp. 120-123
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2009), Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y

- Tecnológico 2009-2012, México, SAGARPA
- SAGARPA, SENER, SE, SEMARNAT y SHCP. (2009). *Estrategia Intersecretarial de los Biocombustibles*, México.
 - Saldaña, J. (2008). *Comercio internacional, régimen jurídico económico*; segunda edición; México; Editorial Porrúa, Universidad Panamericana.
 - SE, Secretaría de Economía. (2012). Sistema de información arancelaria vía internet; recuperado el 18 de marzo de 2012, disponible en: <http://www.economia-snci.gob.mx/siavi4/fraccion.php>
 - SENER. Secretaría de Energía, (2007). Programa Sectorial de Energía 2007-2012, México, SENER.
 - ---- (2009), Programa de Introducción de Bioenergéticos, México, SENER.
 - SENER and GTZ. (2006). *Energías renovables para de Desarrollo Sustentable en México*, México, SENER.
 - --- (2009) *Energías renovables para de Desarrollo Sustentable en México*, México, SENER
 - SENER-BID-GTZ (2006), Potenciales y Viabilidad del Uso de Etanol y Biodiesel para el Transporte en México, SENER, México.
 - Toledo, M. (2012). *Biocombustibles: criterios a considerar*, in *La Jornada*, 03/06/2012
 - USDA-FAS (US Department of Agriculture-Foreign Agricultural Service) (2007). *Mexico: Bio-Fuels Annual Report 2007*, <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200706/146291366.pdf> 15/03/2012
 - ---- (2012). Mexico Plans to Address Exceptional Drought, http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Mexico%20Plans%20to%20Address%20Exceptional%20Drought_Mexico_Mexico_1-30-2012.pdf 15/03/2012
 - Valero, J, H., Vela, M., (2011). “El proyecto de los biocombustibles en Chiapas: experiencias de los productores de piñón (*Jatropha curcas*) en el marco de la crisis rural” en la revista *Estudios Sociales*, Vol. XIX. No.38.
 - Valle, V. (2011). *Biofuels: A Cure or a Curse? Implications of Increased Production and Consumption in Mexico and the United States*, en *Latin American Policy*, Vol. 2, No.2. Policy Studies Organization, Pp. 182-221.
 - Zacher, M., Brent S . (1996). *Governing Global Networks. International regimes for Transportation and Communications*. New York, United States: Cambridge University Press.