



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLAS DE HIDALGO**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS
Y EMPRESARIALES**

TESIS

**MERCADO INTERNACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES:
PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE BIODIESEL EN MICHOACÁN**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS EN COMERCIO EXTERIOR**

P R E S E N T A:
LIC. JANNETE ANDREA ABURTO MARTÍNEZ

DIRECTOR:
DR. CARLOS FRANCISCO ORTIZ PANIAGUA

MORELIA, MICH. AGOSTO DE 2010



DEDICATORIAS

A Dios, por todas sus bendiciones en mi vida y permitirme concluir una meta más en mi desarrollo profesional

A mí esposo, Manuel Villaseñor Gutiérrez e hijos María Fernanda y Manuel por su amor y comprensión

A mis padres, Teresa Martínez Magallón y Francisco Arturo Aburto Sánchez por su gran amor, apoyo e impulso en todos los aspectos de mi vida

A mis hermanas, Teresa Elena y Ligia Aleida por siempre mis grandes amigas y compañeras de vida

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT), por su apoyo a fin de realizar mis estudios de Maestría en la ciudad de Morelia, Michoacán.

Al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales (ININEE) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), a sus docentes e investigadores por todas las enseñanzas aprendidas a lo largo de mis estudios de Maestría.

A mi Director de tesis, Dr. Carlos Francisco Ortiz Paniagua por su apoyo y orientación para culminar con éxito mi trabajo de investigación. A mi grupo de sinodales por sus recomendaciones, consejos y aportes encaminados a mejorar mi trabajo de tesis.

Muchas gracias a todas las personas e instituciones que me brindaron apoyo e información invaluable sin la cual este trabajo no hubiera sido posible.

A todos, gracias.

INDICE

Relación de cuadros, gráficas, figuras e ilustraciones.....	1
Resumen.....	3
Abstract.....	5
Glosario de términos.....	7
Introducción.....	10
Fundamentos de la Investigación.....	14
1. Planteamiento del problema.....	14
1.1 Situación problemática.....	14
2. Problema.....	18
2.1 Preguntas de investigación.....	18
2.1.1 Preguntas específicas.....	18
3. Objetivos de investigación.....	18
3.1 Objetivos específicos.....	19
4. Hipótesis de investigación.....	19
4.1 Hipótesis específicas.....	19
5. Variables.....	20
6. Justificación.....	21
7. Método.....	24
Capítulo I. Marco Contextual de las Energías Renovables: El Caso de los Biocombustibles.....	25
1.1. Evolución de las energías: de la energía fósil a la energía renovable.....	25
1.1.1. Tipos de energía renovable.....	27
1.1.2. Definición y clasificación de los biocombustibles.....	30
1.1.2.1. Productos obtenidos a partir del etanol y biodiesel.....	31
1.2. Motivaciones ambientales para el uso de biocombustibles: el calentamiento global.....	33
1.3. Principales regiones productoras de biocombustibles a nivel mundial.....	35
1.3.1. El caso del etanol y el biodiesel.....	36
1.4. Principales críticas a la producción de biocombustibles.....	40
1.5. Marco legal de la bioenergía en México: Ley para el Desarrollo y Promoción de los Bioenergéticos.....	40
1.5.1. Oferta de biocombustibles en México.....	43
1.5.1.1. El caso del maíz como insumo para la producción de etanol en México.....	44
1.5.2. Proyectos de etanol y biodiesel en México.....	46
1.5.3. Un insumo sustentable para generación de biodiesel: el caso de la jatropha.....	47

1.5.3.1. La jatropha: un insumo viable para la producción de biodiesel para exportación en Michoacán.....	49
 Capítulo II. Marco Teórico para el Estudio de los Biocombustibles dentro de la Dinámica del Desarrollo Sustentable.....	51
2.1. La teoría del desarrollo sustentable dentro de la dinámica de las energías renovables.....	51
2.1.1. Los biocombustibles: energías renovables sustentables.....	54
2.2. De la teoría clásica del comercio internacional al modelo Heckscher-Ohlin.....	58
2.3. Evaluación financiera y económica de proyectos.....	60
2.3.1. Análisis de sensibilidad.....	65
 Capítulo III. Diseño de Investigación y Técnicas de Medición para Demostrar la Viabilidad de la Producción y Exportación de Biodiesel en Michoacán.....	67
3.1. Métodos cualitativos.....	67
3.1.1. Asistencia a conferencias y entrevistas en materia de biocombustibles.....	67
3.2. Métodos cuantitativos.....	68
3.2.1. Modelación econométrica.....	68
3.2.2. Funciones algebraicas.....	70
3.2.3. Evaluaciones financiera y económica del proyecto.....	72
3.2.4. Análisis de riesgo.....	72
3.2.5. Modelo econométrico de datos de panel.....	72
 Capítulo IV. Análisis e Interpretación de los Resultados para Demostrar la Viabilidad de la Producción y Exportación de Biodiesel en Michoacán.....	75
4.1. La inviabilidad de producir biocombustibles con insumos agrícolas vinculados a la alimentación: un enfoque de cointegración.....	75
4.1.1. Modelo de corrección de errores y la existencia de cointegración entre los precios internacionales de la gasolina y de los principales insumos agrícolas ligados a la producción de etanol (azúcar, maíz).....	86
4.1.1.1. Gasolina y azúcar.....	86
4.1.1.2. Gasolina y maíz.....	88
4.2. El Modelo Heckscher-Ohlin y la dotación relativa del recurso “tierra ociosa de clima árido para el cultivo de jatropha” en los municipios de Michoacán.....	91
4.2.1. Obtención de la dotación relativa del recurso “tierra ociosa de clima árido”.....	92
4.3. Ventajas competitivas de los municipios de Michoacán con relación a su vinculación en la logística de exportación de biodiesel desde el Puerto Lázaro Cárdenas.....	93

4.3.1. Obtención de las estimaciones para el tiempo y costo total de traslado del insumo (jatropha).....	93
4.4. Índice de competitividad de los municipios de Michoacán con relación a su vinculación en un proyecto de producción y exportación de biodiesel.....	95
4.5. Antecedentes y explicación del proyecto “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”.....	97
4.5.1. Explicación del proyecto: “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”....	98
4.6. Evaluación financiera y económica y análisis de riesgo del proyecto: “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”.....	106
4.6.1. Evaluación financiera del proyecto.....	108
4.6.1.1. Análisis de sensibilidad para el proyecto.....	110
4.6.1.1.1. Análisis de sensibilidad para evaluación financiera.....	111
4.6.2. Evaluación económica y análisis de riesgo del proyecto.....	111
4.7. Modelo de datos panel del comportamiento de la demanda de diesel (biodiesel) en los países miembros de la OCDE.....	114
4.7.1. El PIB y la demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE.....	114
4.7.2. El porcentaje de población urbana y la demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE.....	115
4.7.3. El número de vehículos y la demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE....	115
4.7.4. Porcentaje de caminos pavimentados y la demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE.....	116
4.8. Aspectos relevantes de logística de exportación para el proyecto de “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán.....	117
4.8.1. Características del transporte marítimo.....	118
4.8.2. INCOTERMS (Términos de intercambio internacional).....	118
4.8.2.1. Uso del INCOTERM FOB (Libre abordó) para la exportación hacia países de la Unión Europea.....	120
4.8.2.2. Documentos para el transporte marítimo.....	121
4.8.3. Embalaje y etiquetado de la mercancía a exportar.....	122
4.8.3.1. Tipos de buque carga.....	123
4.8.3.1.1. Tipos de contenedor.....	124
4.8.4. Documentación para exportar.....	126
4.8.5. Regulaciones arancelarias y no arancelarias.....	127
4.8.5.1. Tratado de Libre Comercio entre México y la Unión Europea (TLCUE).....	127
4.8.6. Formas de pago dentro del comercio internacional.....	127

Capítulo V. Estrategias para la inserción de Michoacán en el mercado internacional de energías renovables: una propuesta para el aprovechamiento de sus ventajas comparativas y competitivas.....	131
5.1. Líneas generales de política pública para incentivar el desarrollo de proyectos de bioenergía en México.....	131
5.1.1. Estrategias para impulsar proyectos de producción y exportación de biodiesel en Michoacán.....	133
5.2. Evaluación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) del proyecto de producción y exportación de biodiesel con jatropha en las regiones costa y tierra caliente de Michoacán.....	133
5.2.1. Evaluación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) del proyecto de producción y exportación de biodiesel con jatropha en las regiones de costa y tierra caliente de Michoacán.....	135
Conclusiones.....	139
Recomendaciones para futuras investigaciones.....	143
Referencias.....	144
Anexos.....	151
Anexo 1. Pruebas de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Los Ángeles, Nueva York, Costa del Golfo, maíz y azúcar (1999-2008).....	152
Anexo 2. Prueba de Cointegración de Johansen entre precios los precios internacionales de la gasolina, azúcar y maíz (1999-2008).....	158
Anexo 3. Pruebas de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para la gasolina Los Ángeles, Nueva York, Costa del Golfo y maíz (1995-1998).....	160
Anexo 4. Pruebas de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para la gasolina Los Ángeles, Nueva York, Costa del Golfo y azúcar (1986-1998).....	163
Anexo 5. Prueba de Cointegración de Johansen entre la gasolina y maíz (1995-1998) y gasolina y azúcar (1986-1998).....	166
Anexo 6. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para el azúcar.....	169
Anexo 7. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Los Ángeles...	171
Anexo 8. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Nueva York...	173
Anexo 9. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Costa del Golfo	175
Anexo 10. Coeficiente de los Residuales azúcar y gasolina Los Ángeles.....	177
Anexo 11. Corrección del Error (VAR) para el azúcar y gasolina Los Angeles.....	178
Anexo 12. Coeficiente de los Residuales azúcar y gasolina Nueva York.....	179
Anexo 13. Corrección del Error (VAR) para el azúcar y gasolina Nueva York.....	180
Anexo 14. Coeficiente de los Residuales azúcar y gasolina Costa del Golfo.....	181
Anexo 15. Corrección del Error (VAR) para el azúcar y gasolina Costa del Golfo.....	182

Anexo 16. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para el maíz.....	183
Anexo 17. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Los Ángeles..	185
Anexo 18. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Nueva York..	187
Anexo 19. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Costa del Golfo.....	189
Anexo 20. Coeficiente de los Residuales maíz y gasolina Los Ángeles.....	191
Anexo 21. Corrección del Error (VAR) para el maíz y gasolina Los Ángeles.....	192
Anexo 22. Coeficiente de los Residuales maíz y gasolina Nueva York.....	193
Anexo 23. Corrección del Error (VAR) para el maíz y gasolina Nueva York.....	194
Anexo 24. Coeficiente de los Residuales maíz y gasolina Costa del Golfo.....	195
Anexo 25. Corrección del Error (VAR) para el maíz y gasolina Costa del Golfo.....	196
Anexo 26. Temperatura media anual y estimación de la superficie rural no cultivada en logaritmos de municipios en Michoacán.....	197
Anexo 27. Costo (pesos) y tiempo de traslado (horas) del insumo (jatropha) en logaritmos de los municipios en Michoacán hasta el Puerto de Lázaro Cárdenas en Michoacán.....	199
Anexo 28. Escenarios para evaluación financiera.....	201
Anexo 29. Escenarios para la evaluación económica.....	206
Anexo 30. Relación de variables expresadas en logaritmos para el modelo econométrico de datos de panel de los países de la OCDE, 2003-2004.....	211
Anexo 31. Modelo de datos de panel para el comportamiento de la demanda de diesel (biodiesel) de los países miembros de la OCDE, 2003-2004.....	212

Relación de cuadros, gráficas, figuras e ilustraciones

Cuadro 1. Índice y grado de marginación en municipios de las regiones de costa y tierra caliente, 2005.....	22
Cuadro 2. Principales países productores de etanol y biodiesel, 2007.....	39
Cuadro 3. Países miembros de la OCDE.....	73
Cuadro 4. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada aplicada a los precios internacionales de la gasolina y el azúcar.....	77
Cuadro 5. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada aplicada a los precios internacionales de la gasolina y el maíz.....	78
Cuadro 6. Prueba de cointegración de Johansen entre los precios internacionales del azúcar y la gasolina.....	80
Cuadro 7. Prueba de cointegración de Johansen entre los precios internacionales del maíz y la gasolina.....	81
Cuadro 8. Matriz de correlación de los precios internacionales de los granos.....	83
Cuadro 9. Resultados del Modelo de corrección de errores para la gasolina y el azúcar..	88
Cuadro 10. Resultados del Modelo de corrección de errores para la gasolina y el maíz..	91
Cuadro 11. Datos para la evaluación financiera del proyecto de “Producción y Exportación de biodiesel en Michoacán”.....	109
Cuadro 12. Datos de la evaluación económica para el proyecto de “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”.....	113
Cuadro 13. INCOTERMS.....	119
Cuadro 14. Conceptos que abarca el INCOTERM FOB.....	121
Cuadro 15. Dimensión del contenedor tanque.....	125
Cuadro 16. Formas de pago internacional.....	130
Cuadro 17. Evaluación del BID del proyecto de producción y exportación de biodiesel con jatropa en Michoacán.....	135
Gráfica 1. Niveles de estratos socioeconómicos en municipios de las regiones costa y tierra caliente, 2005.....	23
Grafica 2. Crisis petroleras y aumento de los precios del petróleo y sus derivados.....	26
Gráfica 3. Incremento mundial en la producción de biocombustibles.....	36
Grafica 4. Principales países productores de biocombustibles.....	37
Gráfica 5. Producción de etanol: Brasil y Estados Unidos, 1980-2006.....	38
Gráfica 6. Balanza comercial del maíz amarillo en toneladas, 2007.....	45
Gráfica 7. Asignación de supuestos para variables sensibles.....	65
Gráfica 8. Valor Presente Neto del proyecto para cada simulación.....	66
Gráfica 9. Precio internacional de la gasolina y el azúcar.....	79
Gráfica 10. Precio internacional de la gasolina y el maíz.....	82

Gráfica 11. Precios internacionales de la gasolina y el trigo.....	84
Gráfica 12. Precios internacionales de la soya y la gasolina.....	85
Gráfica 13. Municipios con mayor dotación relativa del recurso “tierra ociosa de clima árido para el cultivo de jatropha”	92
Gráfica 14. Municipios de Michoacán con relación a su vinculación en la logística de exportación de biodiesel desde el Puerto Lázaro Cárdenas.....	94
Gráfica 15. Municipios con mayor índice de competitividad en relación al Proyecto de producción y exportación de biodiesel en Michoacán.....	97
Gráfica 16. Producción y capacidad productiva mundial de biodiesel.....	99
Gráfica 17. Consumo de biodiesel en España.....	100
Gráfica 18. Demanda potencial de biodiesel en España y penetración potencial del proyecto en Michoacán.....	101
Gráfica 19. Superficie cultivada de jatropha y producción de biodiesel en el proyecto....	107
Gráfica 20. Flujos de efectivo estimados del proyecto.....	110
Gráfica 21. PIB y demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE.....	114
Gráfica 22. Porcentaje de población urbana y demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE.....	115
Gráfica 23. Número de vehículos y demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE.....	116
Gráfica 24. Porcentaje de caminos pavimentados y demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE.....	117
 Figura 1. Fuentes de energía.....	 30
Figura 2. Cadena de producción de los biocombustibles líquidos.....	33
Figura 3. Proyectos en desarrollo de jatropha a escala comercial.....	48
Figura 4. Proyectos de energía renovable en México.....	102
Figura 5. Michoacán, división por municipios.....	103
Figura 6. Puerto de Lázaro Cárdenas: ubicación de la planta de biodiesel.....	105
Figura 7. Puntos de interconexión del corredor NAFTA ó TLCAN.....	106
Figura 8. Documentos, costos y riesgos de acuerdo al INCOTERM.....	119
Figura 9. Buque tanque.....	124
Figura 10. Contenedor tanque.....	125
 Ilustración 1. Descripción del efecto invernadero.....	 34
Ilustración 2. Arbusto de jatropha.....	50

Resumen

A escala internacional el cambio climático y el agotamiento de las reservas de combustibles fósiles, han provocado la necesidad de recurrir a fuentes de energía renovable como los biocombustibles: etanol y biodiesel. Lo anterior proyecta una tendencia a largo plazo para la sustitución de combustibles fósiles por energías renovables. En este sentido los países que se incorporen a esta reconversión, tienen la posibilidad de acceder a oportunidades económicas de magnitudes considerables debido al crecimiento del uso de energía.

México cuenta con la dotación de recursos naturales y humanos para acceder a este tipo de oportunidades en los mercados de energías renovables. En particular para la producción y exportación de biocombustibles mediante el aprovechamiento de sus ventajas comparativas y competitivas, en cumplimiento con los criterios para un desarrollo sustentable.

En la presente investigación se plantean dos objetivos, a) determinar la viabilidad en el ámbito internacional para la producción de biocombustibles a partir del empleo de insumos agrícolas vinculados a la alimentación; así como b) demostrar la viabilidad para la producción y exportación de biodiesel en las Regiones de Costa y Tierra Caliente en Michoacán a partir del aprovechamiento de sus ventajas comparativas y competitivas. En el primer caso la hipótesis de investigación se planteó que la producción de biocombustibles en el ámbito internacional no es viable a partir del empleo de insumos agrícolas vinculados a la alimentación, situación que se comprobó mediante los modelos econométricos de cointegración y corrección de errores. Dichos análisis determinaron la existencia de una relación de largo plazo entre los precios internacionales de la gasolina y los principales insumos agrícolas utilizados en la producción de etanol (i.e. maíz, caña de azúcar).

Para el segundo objetivo de investigación, la hipótesis afirmó que las ventajas comparativas y competitivas en las Regiones de Costa y Tierra Caliente contribuyen para que sea viable la producción y exportación de biodiesel en Michoacán, lo cual se demostró mediante un índice de competitividad, un análisis de costo-beneficio y un modelo econométrico de datos de panel.

Los resultados determinaron a los municipios de Lázaro Cárdenas, Arteaga, Coalcomán, Aquila, Huetamo, Apatzingán, Aguililla, Chinicuila, Buena Vista y Chilchota, con vocación productiva para el cultivo de la jatropha; así como ventajas logísticas para la transportación del insumo hacia el Puerto Lázaro Cárdenas. Asimismo, se demostró la viabilidad económica y financiera para la implementación de un proyecto de biodiesel para exportación en Michoacán. Finalmente, un modelo de datos de panel identificó a las variables que explican la demanda de diesel de los países miembros de la OCDE. Se consideró a España como un posible mercado objetivo para la venta del biodiesel, obedeciendo a sus características de demanda del energético.

Abstract

To international scale the climate change and the depletion of the reservations of fossil fuels; they have provoked the need to resort to sources of renewable energy as the biofuels: ethanol and biodiesel. The previous thing projects a long-term trend for the substitution of fossil fuels for renewable energies. In this respect the countries that join to this restructuring, have the possibility of acceding to economic opportunities of considerable magnitudes due to the growth of the use of energy.

Mexico possesses the endowment of natural and human resources to accede to this type of opportunities on the markets of renewable energies. Especially for the production and export of biofuels by means of the utilization of his comparative and competitive advantages, in fulfillment with the criteria for a sustainable development.

In the present investigation two aims appear, a) to determine the viability of the production of biofuels in the international area from the employment of agricultural inputs linked to the supply; as well as b) to demonstrate the viability for the production and export of biodiesel in coast and warm land in Michoacan from the utilization of his comparative and competitive advantages. Analyses determined the existence of a relation of long term between the international prices of the petrol and the principal agricultural inputs used in the production of ethanol (i.e. maize, sugar cane).

For the second aim of investigation, the hypothesis affirmed that the comparative and competitive advantages in the coast and warm land contribute in order that the production and export of biodiesel is viable in Michoacan, which was demonstrated by means of an index of competitiveness, an analysis of cost-benefit and a econometric model of panel-data. The results determined to the municipalities of Lazaro Cardenas, Arteaga, Coalcoman, Aquila, Huetamo, Apatzingan, Aguililla, Chinicuila, Buena Vista and Chilchota, with productive vocation for the culture of the jatropha; as well as logistic advantages for the transportation of the input towards Lazaro Cardenas Port. Likewise, there was demonstrated the economic and financial viability for the implementation of a project of biodiesel for export in Michoacan.

Finally, a panel-data model identified to the variables that members of the OECD explain the demand of diesel of the countries. Spain was considered to be a possible target market for the sale of the biodiesel, obeying his characteristics of demand of the energetic one.

Glosario de términos

- Atmósfera:** Masa gaseosa que rodea a la Tierra; hasta determinada altura está compuesta aproximadamente por 78% de nitrógeno y 21% de oxígeno, el resto es bióxido de carbono, otros gases, vapor de agua y ozono (Glosario del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 2008).
- Biocombustibles:** Se definen como combustibles líquidos o gaseosos derivados de materia prima biológica destinados a sustituir a la gasolina o el diesel en el transporte (Greenpeace, 2009).
- Biomasa:** Suma total de la materia de los seres que viven en un lugar determinado, expresada habitualmente en peso estimado por unidad de área o de volumen, cuya medida es de interés en ecología como índice de la actividad o de la producción de energía de los organismos (Glosario del Instituto Nacional de Ecología, 2009).
- Bióxido de carbono:** Este gas se libera a la atmósfera principalmente debido a los procesos de respiración y degradación de los organismos – tanto plantas como animales - y por la quema de combustibles fósiles y otros materiales. Es removido de la atmósfera a través de la fotosíntesis que llevan a cabo los organismos vegetales y por los océanos. El incremento en las concentraciones de este gas, se piensa, es el factor que más está contribuyendo al patrón de calentamiento global observado en las últimas décadas (Instituto de Ecología de la UNAM, 2000).

Cambio climático:	Se define al cambio climático global como el posible aumento en la temperatura superficial del planeta que se produciría como consecuencia de un aumento importante y rápido de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo comparables (Instituto de Ecología de la UNAM, 2000).
Combustibles fósiles:	Compuestos inorgánicos como el carbón mineral, el petróleo y el gas, así llamados por ser productos derivados de los restos de plantas y animales que vivieron en la tierra en épocas anteriores a la aparición del hombre sobre nuestro planeta (Glosario del Instituto Nacional de Ecología, 2009).
Commodity:	El término <i>commodity</i> , se refiere a materias primas o insumos. Es decir, todo bien que tiene valor o utilidad y un muy bajo nivel de diferenciación o especialización (finanzas.com, 2009).
Energía renovable:	Energías procedentes de fuentes renovables por formar parte de ciclos naturales y en oposición a aquellas que proceden de reservas. Son energías renovables la solar, eólica, del agua, mareomotriz y de la biomasa (Glosario del Instituto Nacional de Ecología, 2009).

Gases de efecto invernadero:

Acción de ciertos gases atmosféricos, que retienen parte del calor que emite la superficie de la Tierra para mantener estable su clima. Es importante mencionar que la temperatura global se ha incrementado debido a la concentración de estos gases ocasionada por la quema de combustibles fósiles, la deforestación, la explotación del gas natural, etc. Los gases de efecto invernadero que se establecieron en el protocolo de Kioto son: bióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄)(1), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). Aunque el principal contribuyente individual es el CO₂, se ha encontrado que el CH₄ puede ser 21 veces más potente que el CO₂ como “atrapador de calor” (Glosario del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 2008).

Jatropha:

Jatropha curcas L. (Euphobiaceae), es una oleaginosa muy resistente, usada para combatir la desertificación, rehabilitar tierras degradadas, y que puede cultivarse en situaciones adversas, clima seco, tierras marginales y, al mismo tiempo, puede ser parte de un sistema agrosilvicultural. Al tercer año de establecida la *jatropha* entra en producción comercial y con una importante rentabilidad a corto plazo. Esta planta, que tiene bajo impacto ecológico, es considerada un cultivo social, ya que puede generar miles de empleos en el sector rural. De las semillas de los frutos de la *jatropha* puede extraerse un 55% de aceite susceptible de ser fácilmente transformado a biodiésel (Agroenergéticos, 2009).

Introducción

El agotamiento de las fuentes de energía fósil, así como los efectos derivados del consumo de tales energéticos, como la generación de gases de efecto invernadero y su contribución a la alteración climática global, obligan a la búsqueda de energías renovables y de menor impacto. De ésta manera tales energías se presentan como la única opción de sustitución de energéticos fósiles, entre dichas energías una opción la constituyen la obtención de biocombustibles. México en su inserción a la globalización cuenta con energéticos fósiles, lo cual genera la mayor proporción de las exportaciones nacionales hacia el resto del mundo. Sin embargo, el país cuenta también con oportunidades para la generación de energías renovables. Lo anterior implica un cambio en la inserción de México en el mercado mundial. Ésta situación requiere de evaluación de la viabilidad económica, técnica, política y ambiental, que demuestre con información y con investigación la conveniencia para la producción y en su caso exportación de energías renovables, a partir del aprovechamiento de las ventajas nacionales que promuevan una inserción eficiente y competitiva en ese mercado.

En este sentido, el estado de Michoacán cuenta con ventajas: tanto en disponibilidad de recursos naturales, como en infraestructura logística para la producción y exportación de biodiesel con base en el cultivo de la *jatropha* como insumo. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2008), la *jatropha* es un arbusto capaz de producir una gran cantidad de aceite siendo considerado un insumo viable y sustentable para la producción de biodiesel, en comparación con el aceite de palma y la soya. Uno de los argumentos en contra de la producción de biocombustibles a base de granos, como el maíz, es que la demanda tiende a elevar los precios y con ello contribuye al agravamiento de la crisis alimentaria de años recientes. No obstante el caso de la *jatropha* al no constituirse como un insumo para consumo humano o animal, no tiene afectaciones directas en los mercados de alimentos.

Michoacán cuenta con una oportunidad de negocio con relación a la producción y exportación de biodiesel, derivado de dicho insumo “jatropha”. En este sentido se justifica la realización de un estudio que evalúe la factibilidad para implementar producción de biodiesel. A la vez verifique que no hay impacto directo en los precios de los productos agrícolas dedicados a la alimentación como externalidad de la producción de dicho energético. Vale la pena mencionar que dicha implementación tiene impactos positivos tanto en el uso de recursos disponibles (tierras ociosas, mano de obra e infraestructura), como en la generación de valor agregado, riqueza y efectos multiplicadores en actividad económica, por lo que se cuenta con posibilidades para detonar desarrollo local en regiones con elevado atraso económico y social en Michoacán (la costa y la tierra caliente).

Por lo anterior, las hipótesis de la presente investigación se plantean que, a) la producción de biocombustibles en el ámbito internacional no es viable a partir del empleo de insumos agrícolas vinculados a la alimentación. Lo anterior se demuestra mediante los modelos econométricos de cointegración y corrección de errores. Por otra parte, las ventajas comparativas y competitivas en las Regiones de Costa y Tierra Caliente contribuyen para que sea viable la producción y exportación de biodiesel en Michoacán. Lo anterior se puede demostrar mediante el uso de técnicas como a) índice de competitividad, b) análisis de costo-beneficio y c) modelo econométrico de datos de panel.

De esta forma la investigación se integra de seis capítulos. En el primer capítulo que plantea el marco contextual en el que se expone un panorama general sobre el tema de las energías renovables y específicamente de los biocombustibles. El segundo capítulo describe el marco teórico en el que se expone la teoría del desarrollo sustentable dentro de la dinámica de las energías renovables; y en este contexto los biocombustibles como energías que cumplen con los criterios de sustentabilidad. Por otra parte, se presentan los fundamentos básicos de la teoría del comercio internacional hasta el modelo de Heckscher-Ohlin; y la evaluación de proyectos con su respectivo análisis de sensibilidad.

El tercer capítulo presenta el diseño de la investigación y las técnicas de medición para explicar los instrumentos utilizados para el cumplimiento de los objetivos de la investigación. Los métodos cualitativos permitieron la obtención de fuentes primarias de información a

través de entrevistas a expertos y asistencia a conferencias para una mayor comprensión del tema de los biocombustibles. Por su parte, los métodos cuantitativos empleados fueron los siguientes:

- a) Modelos econométricos de cointegración y corrección de errores que permitan probar la relación de largo plazo entre los precios internacionales de la gasolina y los principales insumos agrícolas utilizados en la producción de etanol (azúcar y maíz).
- b) Indicador Heckscher-Ohlin para identificar los municipios con mayor dotación relativa del recurso: “tierra ociosa de clima árido para el cultivo de jatropha”
- c) Indicador de ventajas competitivas para identificar los municipios de Michoacán con relación a su vinculación en la logística de exportación de biodiesel desde el Puerto Lázaro Cárdenas.
- d) Índice de competitividad obtenido a partir de los indicadores Heckscher-Ohlin y ventajas competitivas, para identificar los municipios con potencial para vincularse dentro de un proyecto de producción y exportación de biodiesel en Michoacán.
- e) Evaluaciones económica y financiera de un proyecto de “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán” con su respectivo análisis de sensibilidad.
- f) Modelo econométrico de datos de panel para explicar la demanda de diesel y por ende de biodiesel de los países miembros de la OCDE, como mercados potenciales para el proyecto de biodiesel en Michoacán.

El cuarto capítulo muestra el desarrollo del análisis y los resultados obtenidos de la presente investigación. Los modelos de cointegración y corrección de errores, comprobaron la existencia de una relación de largo plazo entre los precios internacionales de la gasolina y los principales insumos agrícolas para la producción de etanol (maíz y azúcar). Ambos análisis se llevaron a cabo para enfatizar que la producción de biocombustibles en el ámbito internacional no es viable a partir del empleo de insumos agrícolas vinculados a la alimentación, siendo uno de los principales factores que originaron la reciente crisis alimentaria mundial. Por tanto, cultivos no vinculados a la alimentación como la jatropha, se presentan como idóneos para la producción de dichas energías renovables bajo criterios de sustentabilidad.

Por otra parte, el indicador Heckscher-Ohlin permitió identificar a los municipios con mayor dotación relativa del recurso “tierra ociosa de clima árido para el cultivo de *jatropha*”. Mientras tanto, con el indicador de ventajas competitivas se identificaron los municipios con mayores ventajas en relación a su vinculación con la logística de exportación de biodiesel desde el Puerto de Lázaro Cárdenas. De los indicadores anteriores, se diseñó un índice de competitividad que determinó los municipios con potencial para vincularse dentro de un proyecto de producción de biodiesel para exportación en Michoacán.

Asimismo, los resultados de la evaluación financiera y económica para un “proyecto de producción y exportación de biodiesel en Michoacán” y sus escenarios de riesgo (análisis de sensibilidad); permitieron determinar la viabilidad y rentabilidad de la producción y exportación de biodiesel en Michoacán. Por su parte, los resultados obtenidos del modelo de datos de panel para los países miembros de la OCDE, permitieron explicar la demanda de diesel y por ende de biodiesel en dichas economías como mercados potenciales para el proyecto de biodiesel en Michoacán. Se consideró a España como uno de los principales mercado objetivo potenciales para el proyecto.

El capítulo quinto presenta una propuesta de líneas generales de política pública y estrategias para la inserción de Michoacán en el mercado de energías renovables mediante el aprovechamiento de sus ventajas comparativas y competitivas. Por último las conclusiones obtenidas de la presente investigación, destacan los elementos teóricos conceptuales y los resultados de los elementos técnicos de los estudios realizados, así como la exposición de los alcances y limitantes de la investigación.

Fundamentos de la Investigación

1. Planteamiento del problema

1.1 Situación problemática

La demanda mundial por biocombustibles ha mantenido una tendencia creciente por diversos factores en las últimas dos décadas. En primer lugar, se estima que las reservas probadas y probables de combustibles fósiles se agotarán aproximadamente en un siglo. La dependencia generada hacia el petróleo siendo un recurso limitado, ha provocado un incremento de manera acelerada en su precio detonado en una crisis energética que pone en riesgo la estabilidad de las economías industrializadas. Por lo anterior, los países dependientes de las importaciones petroleras enfrentan los siguientes problemas como: 1) la variabilidad del precio de compra del hidrocarburo, 2) el riesgo de trastornos en el suministro del crudo, por los problemas políticos en Medio Oriente, y 3) los límites del petróleo como recurso no renovable (Nebel y Wright, 1999).

El Ministerio de Energía estadounidense indicó que la región del Golfo Pérsico sostiene casi dos terceras partes de las reservas mundiales de petróleo; siendo Estados Unidos, actual importador del 53% del total del hidrocarburo en la zona, lo que para 2010 se incrementará hasta un 75%. Lo anterior, ha provocando condiciones de vulnerabilidad que pone en peligro la estabilidad de la economía norteamericana (Neufeld, 2000). En segundo lugar, existe una creciente preocupación en la comunidad internacional por los efectos del cambio climático ocasionado por el calentamiento global. Así, son cada vez más las medidas que se toman para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El uso indiscriminado de combustibles fósiles en el sector transporte es responsable de un tercio de las emisiones de bióxido de carbono, considerado como un gas de efecto invernadero (GEI)¹ (Neufeld, 2000).

De acuerdo con Nebel y Wright (1999), se considera que las economías industrializadas buscan lograr una menor dependencia del crudo de tres maneras:

¹ Gases de efecto invernadero (GEI) o Green House, se llaman los gases que contribuyen al calentamiento global.

El más importante en volumen es el CO₂ producido principalmente en la combustión de petróleo.

- Mediante el empleo de otros combustibles fósiles para los vehículos
- Mediante la reducción de la demanda de energía a través de la preservación y eficiencia del energético
- Mediante el aprovechamiento de energías alternativas a los combustibles fósiles como los biocombustibles.

Este último aspecto de impulso a las bioenergías -como los biocombustibles-, se apoya de marcos legales a nivel mundial que permiten una mayor certidumbre para el logro de la diversificación en la oferta energética; a través de políticas que promueven y fomentan dicha oferta de energía renovable. En el 2006, el Congreso Estadounidense aprobó la Ley de Energía enfocada a incrementar en un 80% el consumo de energías renovables en siete años; así como la reducción del 20% en el consumo de gasolina durante la próxima década. Asimismo, establece que el uso de biocombustibles no es solamente una alternativa medioambiental ó energética, sino una decisión estratégica que permitirá liberar al país de la dependencia del petróleo importado que representa un 60% del consumo de E.U. (OCDE, 2008).

Por lo anterior, las compañías petroleras están invirtiendo cada vez más en fuentes de energía renovable con el fin de obtener una mayor participación dentro del mercado energético. Un ejemplo de esto, es la compañía petrolera brasileña Petrobras; quien en fechas recientes inicio la creación de “Petrobras biocombustibles”, al ver el gran potencial de dicho sector donde más del 50% del combustible para coches es etanol.

En México, el presidente del Instituto Nacional de Ecología Adrián Fernández expresó que el uso de etanol en la actualidad se ha incrementado notablemente; ya que la producción mundial en 1975 era de 2,000 millones de litros y para 2005 alcanzó hasta 35,000 millones de litros en países productores como Estados Unidos y Brasil (Agromeat, 2008). En este sentido, diversos estudios aseguran que el auge de los biocombustibles a nivel mundial seguirá en aumento y se mantendrá durante los próximos treinta años, mientras no se presente un cambio estructural en la tecnología de los energéticos.

El impulso a las bioenergías en México, se ha reflejado a través de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos; misma que establece los lineamientos para el fomento y

regulación de la producción de energías renovables. En este sentido, dicha ley señala que la industria de los biocombustibles debe fomentar la seguridad energética sin poner en riesgo la seguridad alimentaria. Desafortunadamente, para la producción de biocombustibles en la actualidad, ha prevalecido el uso de insumos que compiten con la alimentación como el caso del maíz y la caña de azúcar; existiendo evidencias de las externalidades negativas que se generan con la producción de biocombustibles con dichos *commodities* agrícolas.

Para el caso de México, diversas investigaciones consideran viable la producción de etanol a base de caña de azúcar; sin embargo, una entrevista con los encargados del área de campo de los principales ingenios azucareros de Santa Clara y Pedernales en los municipios de Tocuambo y Tacámbaro en Michoacán permitió obtener la siguiente información:

- 1) México no cuenta con la superficie necesaria para el cultivo de caña de azúcar para la producción de etanol.
- 2) Por su parte, el uso de bagazo de caña de azúcar para generación de etanol presenta las siguientes limitantes: i) El 90% del bagazo de caña de azúcar se utiliza en los ingenios azucareros para la generación de vapor y energía eléctrica; ii) La tecnología para procesar bagazo de caña para la producción de etanol, aún no está disponible a nivel comercial.

Asimismo, una entrevista al Dr. Daniel Rojas Bravo, investigador de la Universidad de la Ciénega sede Ocotlán, permitió obtener las siguientes conclusiones:

- 1) En México, la biomasa de desperdicios agrícolas y ciertos cultivos vegetales por su abundancia, bajos costos y disponibilidad; se presentan como insumos idóneos para la producción de biocombustibles, no agravando los problemas de crisis alimentaria mundial de años recientes. Sin embargo, la tecnología para la transformación de biomasa de desperdicio para la producción de etanol, aún no se presenta disponible a nivel comercial. Por su parte, la producción de etanol a base de maíz es inviable desde el punto de vista económico, energético y ambiental siendo, dicho insumo un *commodity* agrícola básico para la alimentación.

2) Por otra parte, las investigaciones en insumos como la soya y aceite de palma para biodiesel, no se presentan viables. A diferencia de los insumos anteriores, existen cultivos como la jatropha, que presentan ventajas económicas, energéticas y ambientales para la producción de biodiesel en algunos estados del país.

Por lo anterior, se considera que la manera más viable económica y ambientalmente sustentable para la producción de este tipo de energías renovables, es a partir de insumos no vinculados con la alimentación como la jatropha. De acuerdo con diversas investigaciones de la FAO (2008); la jatropha como insumo para biodiesel, presenta diversas ventajas económicas y ambientales como:

- 1) La jatropha es un arbusto capaz de desarrollarse en suelos desérticos bajo las condiciones meteorológicas más difíciles. Asimismo, la jatropha como insumo para biodiesel, no compite con el mercado alimentario, permitiendo no agravar la situación de crisis alimentaria internacional de años recientes.
- 2) El biodiesel generado a partir de jatropha, ofrece reducciones del orden del 70-90% en comparación con las energías fósiles en emisiones de dióxido de carbono, minimizando los impactos en el daño al medio ambiente. Por otra parte, reduce los requerimientos de tierras aptas para la agricultura y restablece tierras marginales erosionadas.

En este sentido, los municipios de las regiones costa y tierra caliente en Michoacán presentan las condiciones necesarias para el cultivo de la jatropha como insumo para biodiesel; ya que se caracterizan por tener grandes extensiones de tierra poco aptas para actividades agropecuarias, ya sea por el tipo de suelo ó por el clima y vegetación de la zona. Así como, ventajas logísticas para transportar el insumo hasta el Puerto de Lázaro Cárdenas. Por lo cual, si este tipo de microrregiones pudiesen vincularse a un proyecto apropiado para sus características agroclimáticas se contaría con una alternativa de desarrollo local que podría contrarrestar el grado de pobreza y marginación en dichos municipios. A su vez, aprovechar una demanda mundial creciente de biodiesel principalmente en países europeos.

2. Problema

2.1 Preguntas de investigación

- 1) ¿Existe viabilidad para la producción de biocombustibles en el ámbito internacional a partir del empleo de insumos agrícolas vinculados a la alimentación?
- 2) ¿Cuál es la viabilidad para la producción y exportación de biodiesel en Michoacán a partir del aprovechamiento de sus ventajas comparativas y competitivas en las Regiones de Costa y Tierra Caliente?

2.1.1 Preguntas específicas

- ✓ ¿Cuál es la relación de largo plazo (cointegración) entre los principales insumos agrícolas para la producción de etanol (maíz y azúcar) y los precios internacionales de la gasolina ?
- ✓ ¿Qué municipios de Michoacán presentan ventajas comparativas referidas a dotación relativa de recurso “tierra ociosa de clima árido para el cultivo de jatropha”?
- ✓ ¿Qué municipios en Michoacán presentan ventajas competitivas referidas a la logística de transportación del insumo (jatropha) hasta el Puerto de Lázaro Cárdenas?
- ✓ ¿Qué viabilidad económica y financiera existe para la implementación de un proyecto de producción y exportación de biodiesel en Michoacán?

3. Objetivos de investigación

- 1) Determinar la viabilidad en el ámbito internacional para la producción de biocombustibles a partir del empleo de insumos agrícolas vinculados a la alimentación.
- 2) Demostrar la viabilidad para la producción y exportación de biodiesel en las Regiones Costa y Tierra Caliente en Michoacán a partir del aprovechamiento de sus ventajas comparativas y competitivas, y hacer una propuesta de solución al problema identificado.

3.1 Objetivos específicos

- Determinar la existencia de una relación de largo plazo (cointegración) entre los principales insumos agrícolas para la producción de etanol (maíz y azúcar) y los precios internacionales de la gasolina
- Identificar los municipios de Michoacán que presentan vocación productiva o aptitud para la producción de jatropha desde la dotación relativa del recurso “tierra ociosa de clima árido”
- Determinar los municipios que presentan ventajas logísticas para la transportación del insumo (jatropha) hasta el Puerto de Lázaro Cárdenas.
- Evaluar la viabilidad económica y financiera para la implementación de un proyecto de producción y exportación de biodiesel en Michoacán.

4. Hipótesis de investigación

- 1) La producción de biocombustibles en el ámbito internacional no es viable a partir del empleo de insumos agrícolas vinculados a la alimentación. Lo anterior se comprueba mediante los modelos econométricos de cointegración y corrección de errores.
- 2) Las ventajas comparativas y competitivas en las Regiones de Costa y Tierra Caliente contribuyen para que sea viable la producción y exportación de biodiesel en Michoacán. Lo anterior se demuestra mediante un índice de competitividad, un análisis de costo-beneficio y un modelo econométrico de datos de panel.

4.1 Hipótesis específicas

- ✓ Existe una relación de largo plazo (cointegración) entre los principales insumos agrícolas para la producción de etanol (maíz y azúcar) y los precios internacionales de la gasolina
- ✓ Los municipios de las Regiones Costa y Tierra Caliente de Michoacán presentan ventajas comparativas para la producción y exportación de biodiesel en cuanto a una mayor dotación relativa de recurso “tierra ociosa de clima árido para cultivo de jatropha”.

- ✓ Los municipios de las Regiones Costa y Tierra Caliente de Michoacán presentan ventajas logísticas para la transportación de jatropha hacia el Puerto de Lázaro Cárdenas.
- ✓ Un análisis de costo-beneficio demuestra que es viable y rentable desde el punto de vista económico y ambiental la implementación de un proyecto de biodiesel para exportación en Michoacán.

5. Variables

Variables dependientes	Variables independientes
a) Precios internacionales de los principales insumos agrícolas para la producción de etanol (maíz y azúcar)	a) Precios internacionales de la gasolina
b) Viabilidad para la producción y exportación de biodiesel en Michoacán	b) Ventajas comparativas (dotación relativa del recurso “tierra ociosa de clima árido”) y ventajas competitivas (logística para transportación del insumo)

6. Justificación

La presente investigación, basa su trascendencia en la vulnerabilidad que genera en las economías a nivel mundial el agotamiento en las reservas petroleras, además de los problemas relacionados con los gases de efecto invernadero y el cambio climático; lo que hace de las energías renovables como los biocombustibles, una opción necesaria para la generación de energía diferente a las fuentes tradicionales (petróleo). En este sentido, las políticas energéticas a nivel mundial han impulsado los marcos de legalidad para que el tema de los biocombustibles se convierta en un fenómeno de actualidad, relevante y controvertido.

En México, se han establecido las bases necesarias para lograr un marco jurídico que permita al sector de energías renovables su desarrollo y una inserción eficiente y competitiva dentro del mercado internacional de energías renovables. Para lo anterior, es indispensable el uso de insumos que presenten ventajas económicas y ambientales en la generación de biocombustibles, para el impulso de proyectos de energías renovables que permitan el desarrollo local.

La presente investigación se considera relevante en cuanto a que pretende determinar la viabilidad de la producción de biocombustibles en el ámbito internacional a partir del empleo de insumos agrícolas vinculados a la alimentación. Así como, demostrar la viabilidad para la producción y exportación de biodiesel en las Regiones Costa y Tierra Caliente en Michoacán a partir del aprovechamiento en sus aptitudes territoriales (dotación relativa de recurso “tierra ociosa de clima árido para cultivo de *jatropha*”) y competitivas (logística para transportación del insumo).

En este sentido, el presente estudio contribuirá para conocer la viabilidad en el uso de insumos vinculados a la alimentación para la producción de biocombustibles, y sus efectos en el ámbito internacional. Y por otra parte, demostrar que el impulso para la producción y exportación de biodiesel en el estado de Michoacán a través de sus ventajas comparativas y competitivas, fomentaría un desarrollo local en municipios de las Regiones Costa y Tierra Caliente en condiciones de pobreza y marginación (ver cuadro 1 y gráfica 1).

Cuadro 1.
Índice y grado de marginación en municipios de las regiones de costa y tierra caliente,
2005

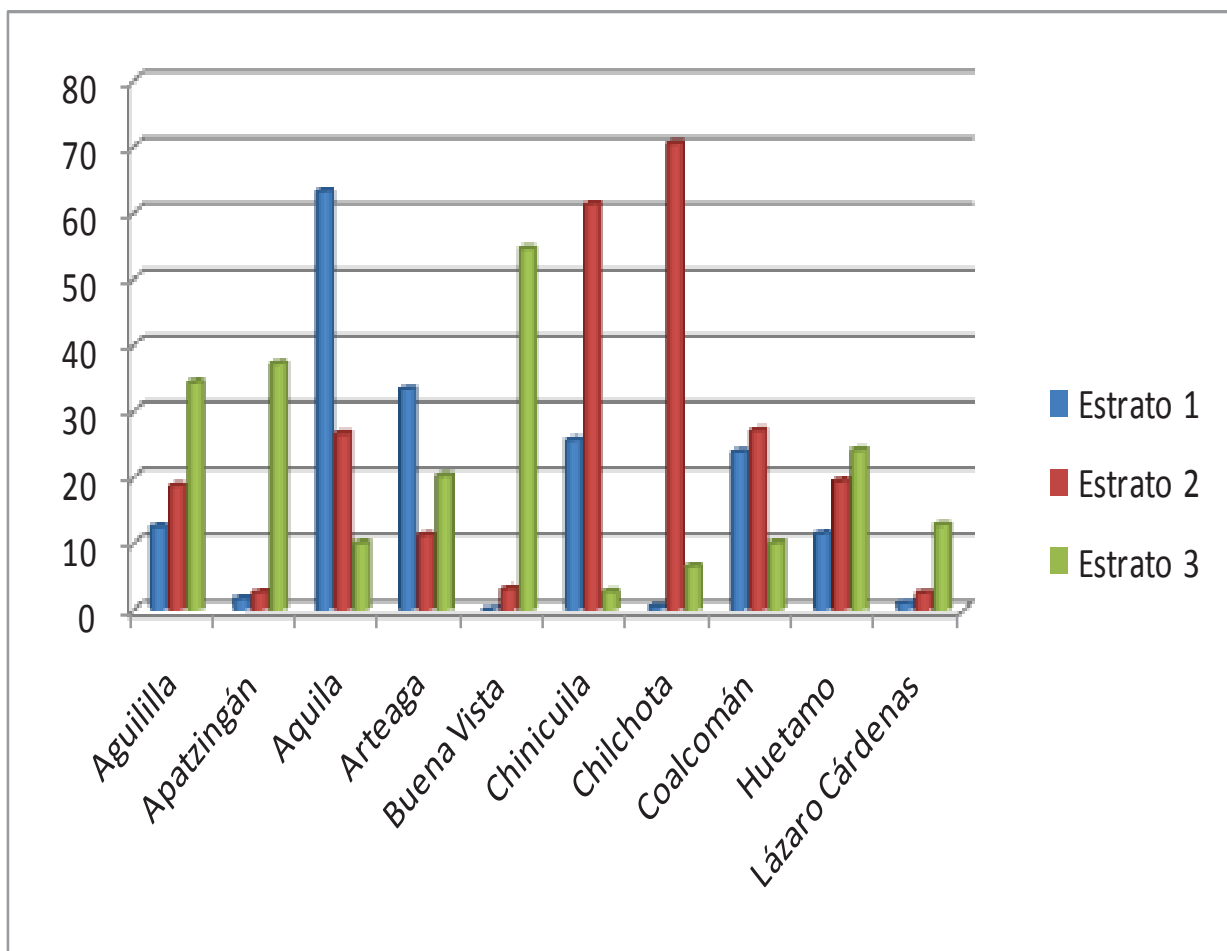
Municipio	Población	Población	Ocupantes de vivienda	Ocupantes de vivienda	Población con ingresos	Índice	Grado de
	Total	Analfabeta	sin servicios	sin agua	de hasta 2 salarios	de	de
		(%)	sanitarios (%)	(%)	mínimos	marginación	marginación
Aguililla	16 159	23.42	14.35	18.54	48.14	0.08366	Alto
Apatzingán	115 078	14.19	5.45	5.47	50.24	-0.67676	Bajo
Aquila	20 898	21.07	46.43	30.16	73.13	1.73736	Muy Alto
Arteaga	21 173	20.46	23.7	16.27	63.72	0.29453	Alto
Buena Vista	38 036	18.81	7.48	2.03	57.94	-0.25717	Medio
Chinicuila	5 343	16.27	20.39	53.2	77.7	0.90926	Alto
Chilchota	30 299	17.37	10.87	2.09	67.22	-0.036433	Alto
Coacomán	18 156	18.77	20.28	25.11	58.74	0.17229	Alto
Huetamo	41 239	23.43	15.62	50.61	50.76	0.16958	Alto
Lázaro Cárdenas	162 997	9.16	3.3	5.37	34.19	-1.26156	Muy Bajo

Nota: De acuerdo a la metodología de la estimación del índice de marginación, el grado de marginación alto tiene como límites del intervalo (-0.07767, 1.06659); y de marginación muy alto tiene como límites del intervalo (1.06659, 4.49835).

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO. Índices de marginación por municipio, 2005. Con base en el Segundo Censo de Población y Vivienda 2005, y en la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, IV Trimestre.

Gráfica 1.

Niveles de estratos socioeconómicos en municipios de las regiones costa y tierra caliente, 2005



Nota: Los niveles se presentan en porcentajes en orden de mayor a menor estrato socioeconómico. Se tomaron en cuenta indicadores de vivienda, salud, educación y empleo.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Regiones Socioeconómicas, 2005.

7. Método

El método para llevar a cabo la presente investigación es el método científico, de manera general se siguieron los siguientes pasos: La investigación comenzó con la observación de un fenómeno, estableciendo el planteamiento del problema. El segundo paso consistió en la elaboración del marco teórico y contextual para la obtención y recolección de datos de diversas fuentes (revistas, libros, entrevistas, artículos de internet, etc.), lo que facilitó la generación de objetivos e hipótesis, y la obtención de información de interés con el tema de investigación. El tercer paso consistió en el diseño de las herramientas de investigación de acuerdo con el planteamiento del problema e hipótesis. En el cuarto paso se seleccionó una muestra apropiada para la investigación. Finalmente, se realiza el análisis necesario de los datos y se presentan los resultados obtenidos de la investigación (Hernández, 2005).

Capítulo I.

Marco Contextual de las Energías Renovables:

El Caso de los Biocombustibles

1.1. Evolución de las energías: de la energía fósil a la energía renovable

Durante la Segunda Guerra Mundial comienza la sustitución del carbón por otras fuentes energéticas, principalmente petróleo y gas natural. Las economías a nivel mundial relegan el carbón, como consecuencia de la comercialización del petróleo y sus derivados. El número de compañías petrolíferas comenzó a crecer en respuesta a los nuevos mercados que se crearon. Nebel y Wright (1999), consideran que el progreso de los hidrocarburos se ha basado en economías que consumen recursos petroleros en tecnología y gasolina y otros combustibles derivados del mismo. De este modo, el petróleo se convierte en el pilar económico de casi todos los países desarrollados y en desarrollo.

El petróleo ha sido la base que ha movilizado la economía mundial durante más de un siglo. Hasta 1970, Estados Unidos no presentaba problemas en cuanto a sus reservas probadas de petróleo, de modo que la producción mantenía un equilibrio con el consumo. Sin embargo, en los primeros años de los setentas, la creciente demanda de las economías industrializadas sufre una crisis que como señala Nebel y Wright (1999), “casi todas las naciones industrializadas se volvieron cada vez más dependientes de las importaciones de petróleo de un pequeño grupo de países conocido como la OPEP, la Organización de Países Exportadores de Petróleo. En 1973, a sabiendas de que las naciones industrializadas dependían de sus reservas, la OPEP decidió aprovecharse de la situación y suspendió las exportaciones”. Lo anterior, provocó una escasez de las reservas que impulsó a economías como la estadounidense a pagar el petróleo al precio indicado por la OPEP. Cabe señalar que durante la primera crisis petrolera la economía norteamericana importaba un 30% del hidrocarburo y esta tendencia continuó en aumento ya

que para 1994 se elevó hasta un 50%, incrementándose hasta dos puntos porcentuales por año² (Nebel y Wright, 1999). En consecuencia, el inminente agotamiento de las reservas petroleras y el consecuente incremento de éste energético fósil ha detonado en una crisis energética, provocada por una oferta que ya no alcanza a cubrir los requerimientos de la demanda. Además de problemas en el suministro de petróleo y conflictos políticos en la zona de Medio Oriente (ver gráfica 2).

Gráfica 2.

Crisis petroleras y aumento de los precios del petróleo y sus derivados, 1970-2006



Fuente: Consejo de Cooperación Económica del Pacífico, 2006.

² Martínez y Roca (2001) señalan que “en la década de 1950 M. King Hubbert planteó un sencillo modelo a partir del cual hizo la previsión de que en los Estados Unidos la extracción de petróleo alcanzaría su máximo a principios de los setenta, lo que efectivamente sucedió”.

En este contexto, las motivaciones para impulsar los programas de combustibles alternos radican esencialmente en garantizar la seguridad de abastecimiento, disminuir la dependencia respecto de importaciones de petróleo desde regiones potencialmente conflictivas y en atenuar los impactos de precios internacionales con alta volatilidad y con marcada incertidumbre respecto de su evolución futura. Como lo señala el Dr. Brajcich: “continúa un consumo del crudo en los países desarrollados principalmente y esto hace que el precio del combustible se incremente. El petróleo es una fuente fósil no renovable que estamos usando a gran velocidad y el pronóstico es que se terminará y lo poco que quede será muy caro. Otra problemática que provoca el uso de combustibles fósiles es la contaminación del ambiente y con el uso que se le está dando al petróleo éste se convierte en la mayor fuente de contaminación, por medio del enorme parque vehicular urbano”³.

En este contexto de crisis energética que se inicia desde los setentas y se acentúa por los conflictos en la zonas de Medio Oriente, así como los daños ocasionados al planeta por los gases de efecto invernadero; se vislumbra una necesidad creciente de la obtención de fuentes renovables de energía que reduzcan las importaciones del hidrocarburo e impulsen el ahorro de energía para las economías de occidente. Los países industrializados han impulsado el desarrollo de fuentes de energía renovable como los biocombustibles, que permitan disminuir los riesgos asociados a la volatilidad de precios de los hidrocarburos, diversificar el portafolio energético, reducir el impacto ambiental e impulsar el desarrollo sustentable.

1.1.1. Tipos de energía renovable

Las energías renovables, son la respuesta a una demanda enfocada hacia un modelo de sustentabilidad donde el progreso actual no perjudique a las generaciones del futuro. Por tanto, la manera en que estas energías sean aprovechadas contribuirá a la conservación y uso eficiente de los recursos fósiles. Martínez y Roca (2001), consideran a los recursos no renovables “como aquellos cuya utilización económica disminuye necesariamente el stock de reservas. El ritmo de extracción es mucho mayor que el ritmo de producción geológica, de

³ Palabras del director general del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) durante la cuarta Conferencia y Exposición Latinoamericana Anual de Biocombustibles.

manera que para efectos prácticos consideraremos que la tasa de renovación es nula”. Dentro de esta clasificación se encuentran los combustibles fósiles como el petróleo.

El agotamiento del recurso no renovable, es expresado como “esperanza de vida” del recurso o una relación entre reservas mundiales estimadas y extracción anual mundial efectiva. En la actualidad, además del aumento mundial en el uso del petróleo que tiende a agotar sus reservas, está el deterioro ambiental que éste ocasiona (Martínez y Roca, 2001). A diferencia de dichos recursos se encuentran los recursos renovables, que aunque se consideran potencialmente agotables se puede observar en ellos un criterio de desarrollo sustentable. Algunos de los tipos de energía renovable más importantes son:

1) Energía solar

El sol es una fuente de energía, limpia, inagotable y gratuita. La transformación de energía solar en energía térmica o eléctrica puede realizarse en el propio lugar de consumo sin tener que transportarse ni depender de otras infraestructuras.

2) Energía eólica

La energía cinética del viento es considerada una fuente sostenible de energía, una tecnología madura para generación eléctrica. En todo el mundo, hay más de 50,000 turbinas eólicas; por citar un ejemplo, en el estado de California funcionan unas 17,000 turbinas que generan 1,500 megawatts (Nebel y Wright, 1999). La energía eólica se considera una forma indirecta de energía solar, puesto que masas de aire provocan un incremento de la presión atmosférica.

3) Energía geotérmica

La viabilidad de este tipo de energía, considerada sustentable, dependerá del desarrollo de tecnología que permita el aprovechamiento de todos los tipos de recursos geotérmicos (roca seca caliente, geopresurizados, marinos y magmáticos). Aunque su progreso generalmente se reduce a regiones de tipo volcánico, muchos expertos consideran que apenas se ha explorado este tipo de energía.

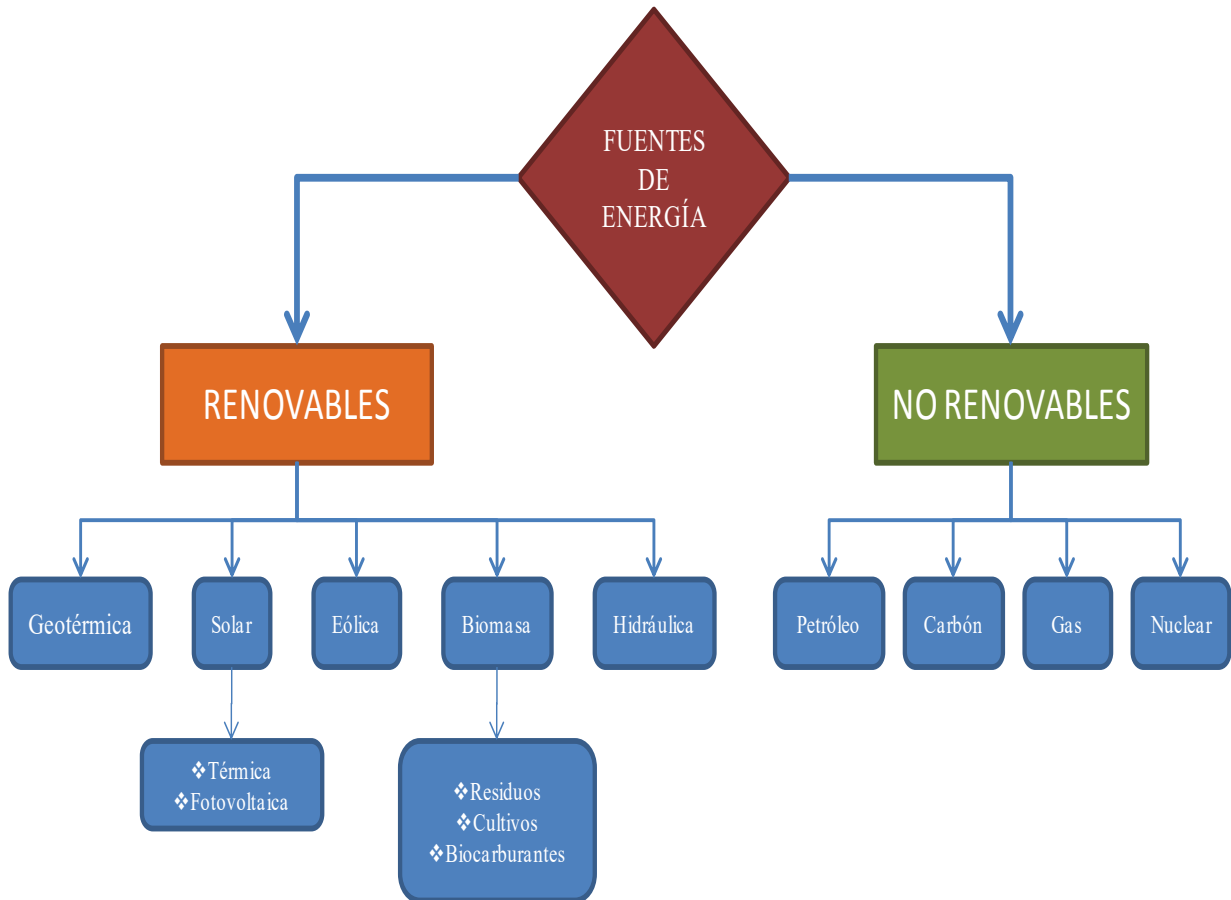
4) Energía hidráulica

La energía hidráulica es una fuente renovable que no contamina, es aprovechada para generar electricidad, y de hecho fue una de las primeras formas que utilizaron para producirla. El aprovechamiento de la energía potencial del agua para producir energía eléctrica utilizable, constituye en esencia la energía hidroeléctrica. El conjunto de instalaciones e infraestructura para aprovechar este potencial se denomina central hidroeléctrica. De acuerdo con Nebel y Wright (1999), “alrededor del ocho por ciento de la electricidad producida en Estados Unidos proviene de las presas hidroeléctricas, casi todas en 300 grandes embalses concentrados en el noroeste y el sureste”.

5) Energía de biomasa

De acuerdo con Greenpeace (2008), la biomasa en la producción energética y la industria significa masa derivada de material biológico, usualmente plantas. Cubre un rango muy amplio de fuentes vegetales, incluyendo aquéllas utilizadas directamente para combustible y aquéllas que se procesan en biocombustibles (maíz, soya, caña de azúcar, jatropha, etc.).

Figura 1.
Fuentes de energía



Fuente: Agencia Valenciana de Energía, 2008

1.1.2. Definición y clasificación de los biocombustibles

La bioenergía es el término colectivo dado a la energía derivada de la biomasa. Un tipo de bioenergía son los biocombustibles, entre los cuales se destacan el etanol y el biodiesel. Los biocombustibles, son energías obtenidas de recursos biológicos o biomasa, proveniente de materia orgánica de actividades agrícola, pecuaria, silvícola, acuicultura, algacultura, residuos de la pesca, domésticos, comerciales, industriales y de microorganismos. Los biocombustibles se consideran como renovables, es decir, que la materia prima utilizada para producir cualquier biocombustible puede ser repuesta a una tasa igual o más rápida a la que el

biocombustible es consumido. Estas energías renovables, son utilizadas principalmente como reemplazo de gasolina o diesel en el transporte. El etanol (alcohol etílico) es producido a partir de la fermentación de los azúcares que se encuentran en los productos vegetales (cereales, caña de azúcar, remolacha o biomasa) combinados en forma de sacarosa, almidón y celulosa. El etanol puede obtenerse de dos maneras básicas: por hidratación del etileno, que se deriva del petróleo o gas natural o por fermentación de azúcares que se encuentran en productos vegetales. En este último caso, dependiendo de su fuente de materias primas, su proceso implica principalmente la separación de los azúcares, su fermentación y destilación de los mismos (Greenpeace, 2008).

Los biocombustibles denominados de primera generación, usan como materias primas diversos granos (maíz, trigo, sorgo, soya, canola, etc.) y la caña de azúcar, principalmente. En el caso del biodiesel se utiliza la colza (canola), arboles de semillas oleaginosas (jatropha), soya y palma de aceite. Existe además los que se conoce como biocombustibles de segunda generación; que provienen de la transformación de biomasa a líquidos, a través de la utilización de una fermentación enzimática potenciada, la cual intenta utilizar la lignina y la celulosa que proviene de las gramíneas perennes, de hierba, paja, hojas y residuos de los cultivos de maíz, sorgo, el bagazo de la caña y otros materiales celulósicos para convertirlos en etanol. Finalmente, se encuentran aquellos biocombustibles denominados de tercera generación; que son generados a partir de algas cultivadas.

1.1.2.1. Productos obtenidos a partir del etanol y biodiesel

EL etanol y biodiesel ofrece diversas posibilidades de mezclas para la obtención de biocombustibles con los siguientes nombres y propiedades (Biocombustibles.es, 2006):

E5: El biocombustible E5 significa una mezcla del 5% de etanol y el 95% de gasolina normal. Esta es la mezcla habitual y mezcla máxima autorizada en la actualidad por la regulación europea, sin embargo, es previsible una modificación de la normativa europea que aumentará este límite al 10% (E10) ya que diferentes estudios constatan que los vehículos actuales toleran sin problemas mezclas hasta el 10% de etanol y los beneficios para el medioambiente son significativos.

E10: El biocombustible E10 significa una mezcla del 10% de etanol y el 90% de gasolina normal. Esta mezcla es la más utilizada en E.U. ya que hasta esta proporción de mezcla los motores de los vehículos no requieren ninguna modificación e incluso produce la elevación del un octano en la gasolina mejorando su resultado y obteniendo una notable reducción en la emisión de gases contaminantes.

E85: Mezcla de 85% de etanol y 15 % de gasolina, utilizada en vehículos con motores especiales. En E.U., las marcas más conocidas ofrecen vehículos adaptados a estas mezclas. También se comercializan, los llamados vehículos FFV (Flexible Fuel Vehicles) o Vehículos de Combustibles Flexibles con motores adaptados que permiten una variedad de mezclas.

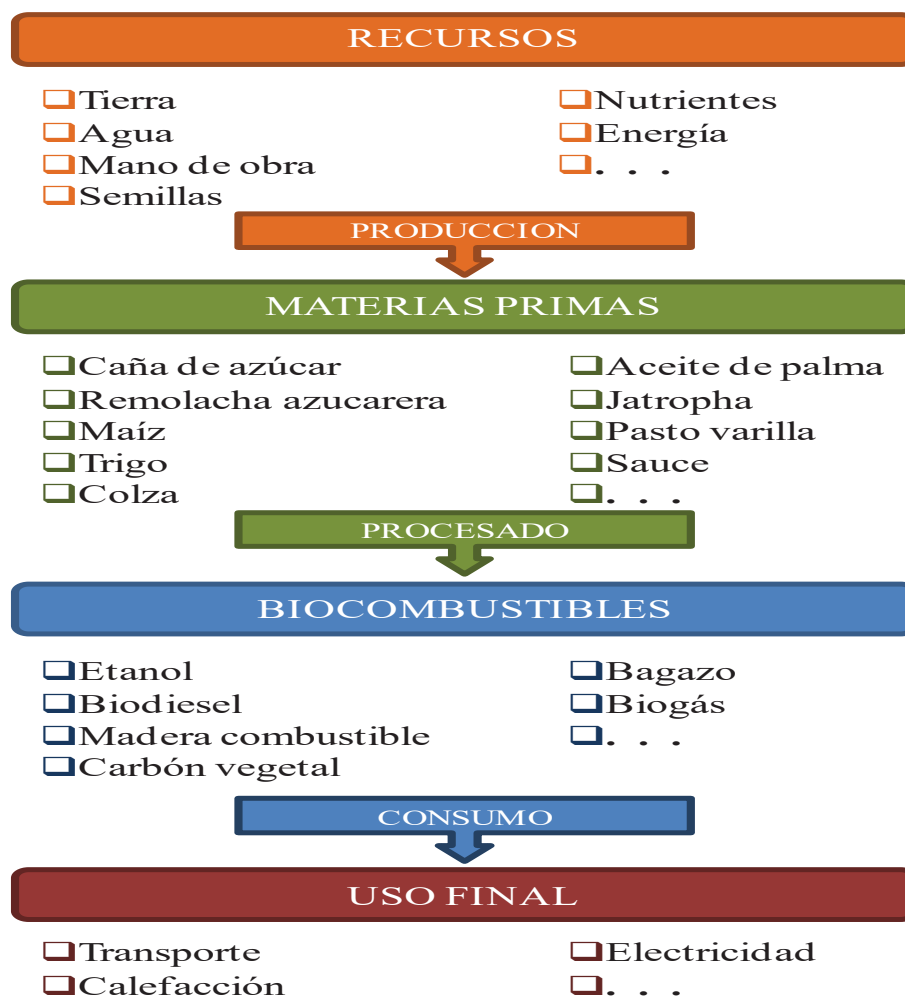
E95 y E100: Mezclas hasta el 95% y 100% de etanol son utilizados en algunos países como Brasil con motores especiales.

E-DIESEL: El biodiesel permite su mezcla con gasoil utilizando un aditivo solvente y produciendo un biocombustible diesel el E-Diesel, con muy buenas características en cuanto a combustión y reducción de contaminación ofreciendo así otras alternativas al biodiesel en el campo de los vehículos diesel. El E-Diesel ya se comercializa con éxito en E.U. y Brasil y pronto hará su aparición en España y Europa.

ETBE: No se comercializa como un biocombustible, sino que se utiliza como un aditivo de la gasolina. El ETBE (etil ter-butil eter) se obtiene por síntesis del etanol con el isobutileno, subproducto de la destilación del petróleo. El ETBE posee las ventajas de ser menos volátil y más miscible con la gasolina que el propio etanol y como el etanol, se aditiva a la gasolina en proporciones del 10-15%. La adición de ETBE o etanol sirve para aumentar el índice de octano de la gasolina, evitando la adición de sales de plomo.

Figura 2.

Cadena de producción de los biocombustibles líquidos



Fuente: FAO, 2008. El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Biocombustibles: Perspectivas, Riesgos y Oportunidades.

1.2. Motivaciones ambientales para el uso de biocombustibles: el calentamiento global

El problema del calentamiento global, se refiere a que en el último siglo el ritmo de las variaciones climatológicas se ha acelerado a un grado tal que pone en peligro la vida del planeta. Los estudios científicos a nivel internacional han observado una relación directa entre el calentamiento global o cambio climático y el aumento en las emisiones de gases de efecto

invernadero. El efecto invernadero es provocado por los gases que se encuentran en la atmósfera (ejemplo el CO₂), ocasionando que la energía solar sea absorbida por la superficie de la tierra, manteniendo la temperatura en condiciones elevadas con los resultados desastrosos experimentados por el planeta durante los últimos años (ver ilustración 1).

Ilustración 1.
Descripción del efecto invernadero



Fuente: Tudela, 2004.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (2007), la principal causa del aumento de la temperatura es el proceso de industrialización que se inició desde mediados del siglo XVIII, y el uso de grandes cantidades de petróleo, gasolina y carbón, al igual que la tala indiscriminada de bosques y algunos métodos de explotación agrícola. Por lo anterior, existen argumentos de carácter ambiental que impulsan la sustitución de los combustibles fósiles por biocombustibles en el transporte, con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero siendo congruentes con los compromisos asumidos en el Marco del Protocolo de

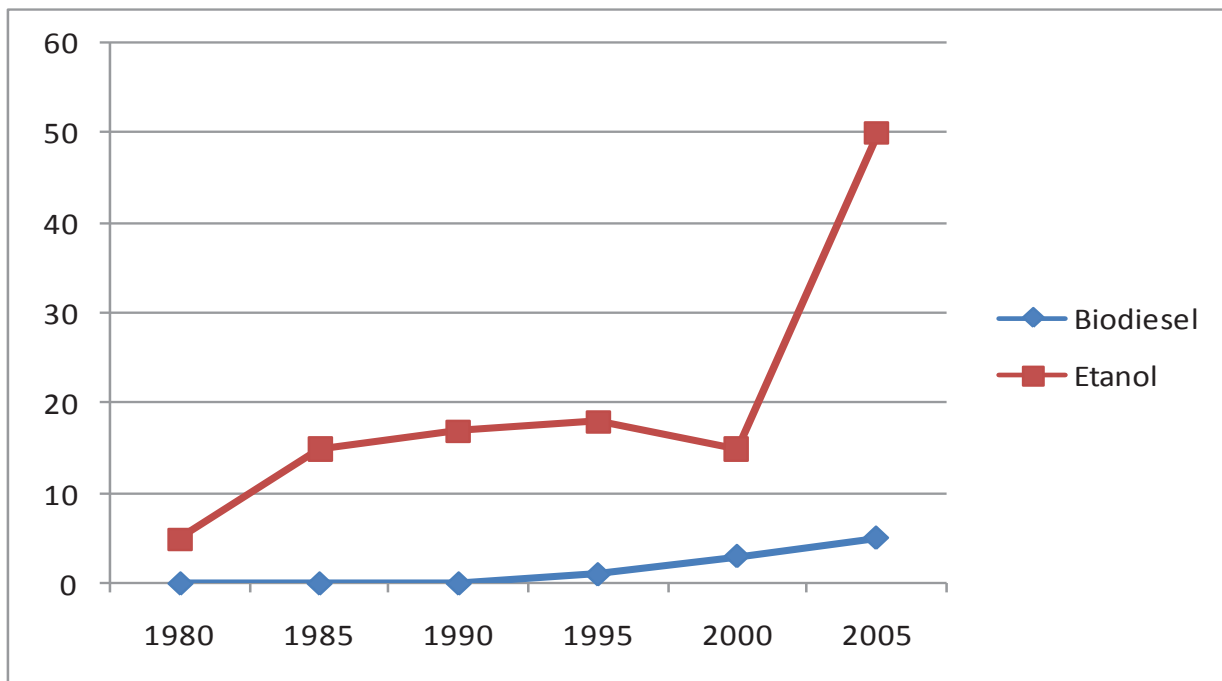
Kioto. Además de las normas en materia de medio ambiente, que argumentan el uso de los biocombustibles como sustituto del MTBE como aditivo para oxigenar la gasolina, favoreciendo el uso del etanol y biodiesel. Un ejemplo de lo anterior, es la economía brasileña que utiliza etanol a base de caña de azúcar; reduciendo un 13% las emisiones de gases de efecto invernadero (FAO, 2008). Por otra parte, en un estudio del Banco Mundial (2008), se señala la eficiencia del biodiesel al reducir los gases de efecto invernadero entre un 50 y 60%. Asimismo, se considera que el diesel convencional o fósil, arroja a la atmósfera cerca de 130 gramos de CO₂, a diferencia del biodiesel que contribuye con poco menos de 60 gramos, siendo este último menos contaminante que el primero (Aserca, 2007).

1.3. Principales regiones productoras de biocombustibles a nivel mundial

El incremento de los precios del petróleo, ha generado que países como Brasil, Estados Unidos, China y la Unión Europea, entre otras economías; apoyen la producción de combustibles líquidos provenientes de insumos agrícolas. Este interés hacia las energías renovables, se ha visto reflejado en los incrementos de los últimos años en la producción mundial de biocombustibles (ver gráfica 3). Entre el año 2000 y 2007, la producción mundial de etanol se triplicó, por lo que se espera que para el 2008 y 2017 se duplique, llegando a los 127 millones de litros (OCDE y FAO, 2008). Las economías de Estados Unidos y Brasil, se convirtieron en los principales productores mundiales de biocombustibles; siendo generadores del 90% del etanol a nivel mundial.

En el caso de la Unión Europea, la producción del biodiesel ha tomado especial relevancia mediante el uso de aceites vegetales; produciendo el 75% del biodiesel en el mundo (Banco Mundial, 2008). Por su parte, los países asiáticos como Tailandia, China e Indonesia han incentivado programas y regulaciones específicas para la mezcla de etanol y gasolina; en China actualmente el gobierno subsidia cuatro plantas de etanol con la finalidad de reducir los excedentes en la oferta doméstica de granos y su dependencia de las importaciones de petróleo crudo.

Grafica 3.
Incremento mundial en la producción de biocombustibles, 1980-2005
(Billones de litros)

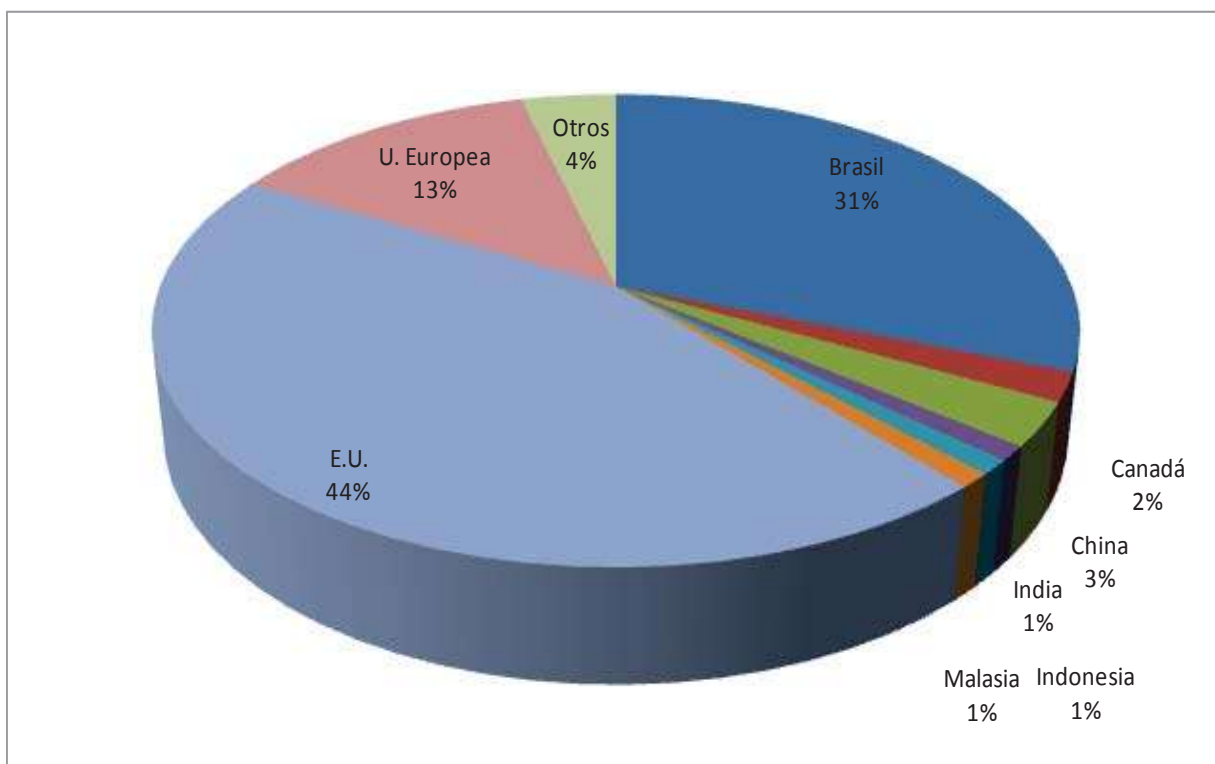


Fuente: Consejo de Cooperación Económica del Pacífico, 2006.

1.3.1. El caso del etanol y el biodiesel

Estados Unidos, ocupa el primer lugar en la producción de biocombustibles en el mundo, específicamente etanol a base de maíz como insumo. Desde el primer trimestre del 2007, el gobierno estadounidense fomentó la producción de etanol para disminuir la dependencia hacia las importaciones de petróleo. El impulso en la producción de etanol, se consolidó a través del establecimiento de la Ley de Política Energética en el 2005. Sin embargo, Estados Unidos a diferencia de Brasil no impulsó tan decididamente la producción de etanol en la década de los setentas y ochentas; siendo hasta inicios del año 2004, cuando se presenta un “boom” en la producción de etanol, incrementándose de manera significativa en años posteriores (ver grafica 4).

Gráfica 4.
Principales países productores de biocombustibles



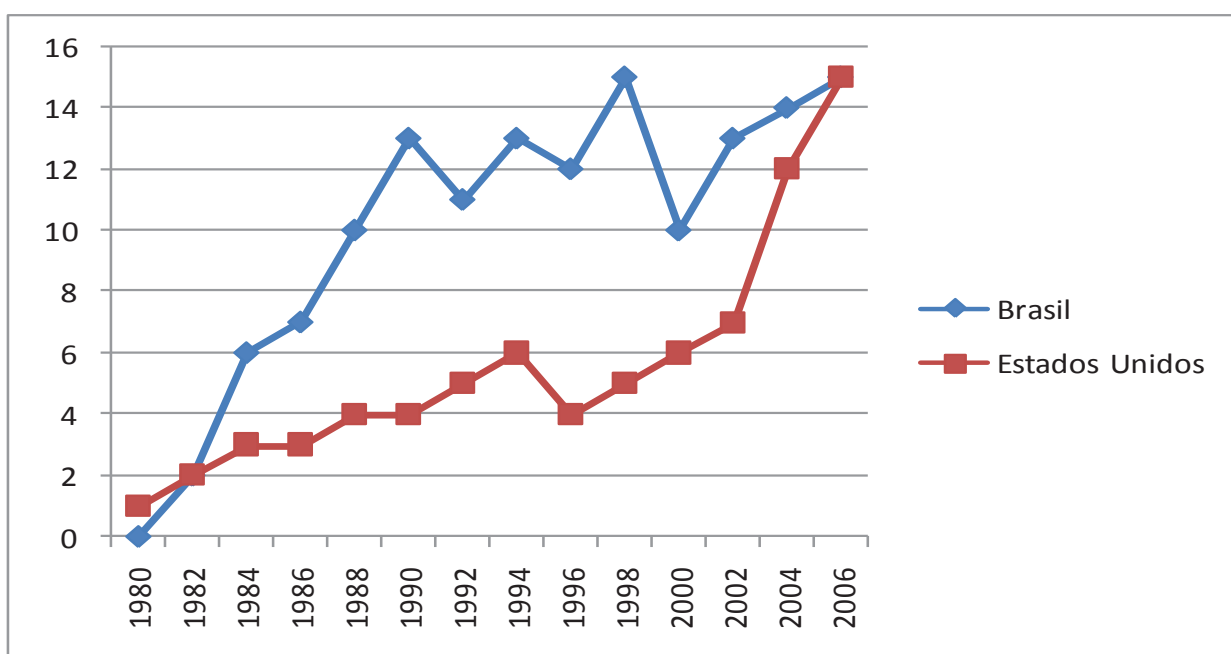
Fuente: Elaboración propia con datos de F.O. Licht, 2007.

Por su parte, Brasil ocupa el segundo lugar en la producción de etanol con 19,000 millones de litros hasta el año 2007 (ver cuadro 2). Su experiencia es un punto de referencia para las economías latinoamericanas que desean entrar dentro del mercado mundial de energías renovables. Dicha economía, ha logrado disminuir su dependencia de las energías no renovables, por medio del empleo de etanol a base de caña de azúcar. La economía brasileña, cuenta con grandes extensiones de territorio disponible para la siembra y cosecha de la caña de azúcar, una infraestructura tecnológica y la experiencia en cuanto a la comercialización del etanol; lo que ha permitido contar con las condiciones óptimas para la producción y comercialización de etanol en los últimos años.

Brasil inicio la producción de etanol durante los setentas en respuesta a la crisis del petróleo, mediante el establecimiento de un programa nacional de combustibles llamado “Proalcool”,

con el objetivo de aumentar la producción de alcohol de caña de azúcar como sustituto de la gasolina para el sector transporte. En 1973, el gobierno de Brasil estableció una mezcla oficial de alcohol que incrementó el porcentaje de la mezcla de etanol en la gasolina de un 5% hasta 20%, para disminuir las presiones por el alza en los precios internacionales del petróleo (OCDE, 2008). Asimismo, un análisis de la OCDE (2008), señala que dicha economía es el único país donde los costos para la producción de etanol con caña de azúcar, no sólo se encuentran por debajo de los precios locales libres de impuesto para la gasolina, sino también son 70% inferiores al costo regional de abastecimiento de este combustible (ver gráfica 5).

Gráfica 5.
Producción de etanol: Brasil y Estados Unidos, 1980-2006
(Billones de litros)



Fuente: Consejo de Cooperación Económica del Pacífico, 2006.

Por su parte, la Unión Europea ha sido una región enfocada primordialmente a la producción de biodiesel presentando una producción de 6,109 millones de litros anuales hasta el 2007. A nivel mundial, dicha región representa aproximadamente un 80% de la producción y consumo; empleando como insumos semillas oleaginosas como la soya. En la Unión Europea, el

biodiesel representa entre un 2-3 % del consumo en el transporte y se considera alcanzará niveles de hasta un 6 % para el 2010 (Biodiesel 2020, 2008). En este sentido, Alemania es el principal productor de biodiesel de la región, con un 54% de la producción mundial. Empleando para la producción de biodiesel 1.5 millones de hectáreas de colza y girasol (Aserca, 2007). Asimismo, Estados Unidos es la segunda economía a nivel mundial con una producción de 1,688 millones de litros de biodiesel, seguido de Indonesia y Malasia con producciones menores a los 500 millones de litros (ver cuadro 2). Se estima que la Unión Europea como la principal región productora mundial de dicho biocombustible, alcanzará para el 2012 una producción de 16,000 millones de litros y Estados Unidos llegará hasta los 8,000 millones de litros de biodiesel; utilizando en ambas regiones la soya como insumo para su producción (Biodiesel, 2008).

Cuadro 2.
Principales países productores de etanol y biodiesel hasta el 2007
(Millones de litros)

País	Etanol	Biodiesel	Total
Brasil	19,000	227	19,227
Canadá	1,000	97	1,097
China	1,840	114	1,954
India	400	45	445
Indonesia	0	409	409
Malasia	0	330	330
Estados Unidos	26,500	1,688	28,188
Unión Europea	2,253	6,109	8,361
Otros	1,017	1,186	2,203
Mundo	52,009	10,204	62,213

Nota: Los datos presentados pueden haber sido redondeados.

Fuente: F.O. Licht, 2007. Base de OCDE-FAO, 2008.

1.4. Principales críticas a la producción de biocombustibles

Una de las críticas principales para la producción de biocombustibles, ha sido el efecto sobre los alimentos básicos, ya que al competir por los mismos insumos se genera una presión sobre la oferta de granos, provocando el alza de los precios de las materias primas agrícolas (*commodities* agrícolas). El ejemplo más claro es el maíz cuyo precio de acuerdo a información del Banco Mundial (2008), aumentó en más del 60% entre el 2006 y 2007, como consecuencia del programa de producción de etanol de Estados Unidos que incentivó a los agricultores a responder a precios más altos del maíz, incrementando las áreas sembradas y el suministro de materias primas agrícolas para producir biocombustibles. Por lo anterior, se puede concluir que el aumento en la demanda por biocombustibles llevará a una competencia entre alimentos y biocombustibles por el uso de *commodities* agrícolas para su producción, siendo uno de los factores responsables de la crisis alimentaria mundial.

Otra de las críticas más relevantes en el tema de los biocombustibles, es lo referente a que el uso de tierras con un elevado valor ambiental, podrían acabar utilizándose para producir cultivos energéticos. Por consiguiente se provocaría una reducción en la diversidad biológica, presentando un costo ambiental global que supere las ventajas de los biocombustibles para el medio ambiente (UNCTAD, 2008).

Hasta ahora, los biocombustibles de primera generación se producen principalmente con insumos agrícolas (maíz, trigo, soya y oleaginosas); por lo que se espera que un futuro el cambio tecnológico permita el surgimiento de los biocombustibles de segunda generación que utilizan la biomasa vegetal como insumo (madera, tallos de plantas y hojas, etc.). Esta generación de biocombustibles, aún se encuentra en la etapa de desarrollo, no siendo viable a nivel comercial.

1.5. Marco legal de la bioenergía en México: Ley para el Desarrollo y Promoción de los Bioenergéticos

Al igual que otros países, México se ha planteado la posibilidad de sustituir parte de los hidrocarburos incorporando a la matriz energética una cierta cantidad de biocombustibles. Por

lo anterior, se estableció un marco legal en materia de biocombustibles como estrategia para promover la diversificación y complemento de la oferta de combustibles fósiles, y materia ambiental se fomentaría el uso de energía más limpia reduciendo emisiones contaminantes.

En el 2006, fue expedida la Ley para el Desarrollo y Promoción de los Bioenergéticos en México, dicha ley permitirá el establecimiento de un marco jurídico para la industria de la bioenergía, permitiendo su independencia en relación a la ley de energías fósiles. La ley crea la comisión intersectorial para el desarrollo de bioenergéticos, integrada por las Secretarías de Energía (SENER), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría de Economía (SE) y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

En el caso de los biocombustibles se fomenta el impulso de la agroindustria para la producción de etanol, como elemento clave para contribuir a lograr la autosuficiencia energética en el país por medio de energías renovables con el fin de coadyuvar a la diversificación de energía y al desarrollo sustentable como condiciones que permitan garantizar el apoyo al campo mexicano. La Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos, busca crear los incentivos necesarios para el desarrollo de infraestructura y tecnología de vanguardia para la producción de bioenergía. Retomando el texto de la Ley de los Bioenergéticos (2006), para no crear confusiones innecesarias y para distinguir a los bioenergéticos de los combustibles fósiles, los define en la fracción II del artículo 2 como:

“II. Combustibles obtenidos de la biomasa provenientes de materia orgánica de las actividades, agrícola, pecuaria, silvícola, acuacultura, algacultura, residuos de la pesca, domésticas, comerciales, industriales, de microorganismos, y de enzimas, así como sus derivados, producidos, por procesos tecnológicos sustentables que cumplan con las especificaciones y normas de calidad establecidas por la autoridad competente en los términos de esta Ley; atendiendo a lo dispuesto en el artículo 1 fracción I de este ordenamiento.”

Entre las nuevas agroindustrias que podrían crearse a futuro en base a producción de biomasa para fines energéticos podemos mencionar: bioaceites carburantes, etanol carburante,

biocombustibles sólidos y agroelectricidad. Con la publicación de dicha ley, México dio un paso esencial para fomentar su introducción como complemento de la oferta de carburantes vehiculares –donde se percibe que ofrecen beneficios ambientales por la menor emisión de contaminantes– y al mismo tiempo se espera que los ejidatarios y comuneros, y los trabajadores del campo en general, mejoren su economía al poder participar con inversionistas privados para el cultivo de materia prima para producir bioenergéticos. Tanto el gobierno federal como varios gobiernos estatales ya apuestan por los bioenergéticos, fomentando y apoyando programas de cultivo, considerando que permitirán un desarrollo sustentable del país, crearán empleos, atraerán la inversión extranjera e incluso podrían fomentar la exportación hacia Estados Unidos de América y países de Europa que son consumidores potenciales de estos combustibles, particularmente del etanol y del biodiesel.

Los bioenergéticos también son una opción para Petróleos Mexicanos (Pemex), sobre todo como oxigenante de sus gasolinas, y se ve factible que la producción de dichos combustibles ayude a disminuir la importación de gasolinas. Las autoridades competentes para la aplicación e interpretación de la ley de los bioenergéticos son:

- Secretaría de Energía (SENER)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Dicha ley hace una distinción especial para los bioenergéticos producidos del maíz y designa a la SAGARPA como la autoridad competente para otorgar los permisos correspondientes en los términos de la fracción VIII del artículo 11 de la Ley: “VIII. Otorgar permisos previos para la producción de bioenergéticos a partir del grano de maíz en sus diversas modalidades, mismos que se otorgarán solamente cuando existan inventarios excedentes de producción interna de maíz para satisfacer el consumo nacional.” En cuanto a los bioenergéticos obtenidos a partir del maíz, el anteproyecto señala que la utilización, parcial o total, de maíz importado para la producción de bioenergéticos no requerirá de permiso previo, pero sí de un aviso que deberá darse a la SAGARPA, a efecto de que ésta verifique la congruencia entre las importaciones de maíz y la producción de biocombustibles. La ley procura proteger el uso del maíz como bioenergético por ser un tema sensible en México, toda vez que siendo un país cuyas raíces

culturales se sustentan en el maíz, resulta preocupante que hoy día tenemos que importarlo. En su artículo 18, la ley de bioenergéticos considera que deben otorgarse incentivos a las personas que contribuyan al desarrollo de la industria de los bioenergéticos y a la modernización de su infraestructura, a través de la fabricación, adquisición, instalación, operación o mantenimiento de maquinaria para la producción de bioenergéticos, así como a aquellas personas que realicen investigaciones de tecnología, cuya aplicación disminuya la generación de emisiones contaminantes a la atmósfera, aguas, suelos, sitios, así como la innovación tecnológica en las plantas de producción de bioenergéticos.

1.5.1. Oferta de biocombustibles en México

México por la variedad de sus recursos naturales y diversidad climatológica, cuenta con grandes ventajas para el aprovechamiento de ciertos insumos para fines energéticos como ciertos tipos de cultivos, vegetales, desperdicios agrícolas y forestales; que cuentan con bajo valor de mercado. La generación de etanol y biodiesel a base de dichos insumos, no contribuyen agravar los efectos de la crisis alimentaria y tampoco traen efectos adversos al medio ambiente; además promueven la diversificación y complemento de la oferta de combustibles fósiles y el impulso en la comercialización hacia el mercado norteamericano y europeo.

Como señala Masera (2006), en México, existe un gran potencial energético del recurso biomásico, siendo un 27-50% proveniente de la madera, 26% de agrocombustibles y 0.6% de los subproductos de origen municipal. El uso de la biomasa como energía en México, representa el 8% de la demanda de energía primaria y está concentrada en el uso de leña residencial y de pequeñas industrias y el uso de bagazo de caña en ingenios azucareros (Masera, 2006). Sin embargo, la bioenergía tiene un gran potencial en México, lo que podría ser un catalizador para el desarrollo sustentable. Entre la biomasa que se puede encontrar tenemos: el bagazo del agave, cascarilla de café, cascarilla de arroz de trigo y de lirio acuático, siendo estados como Durango, Sonora, Sinaloa, Chiapas y principalmente Veracruz, los que pueden contribuir con insumos suficientes de biomasa que permita la producción de etanol.

Para el caso del biodiesel, se encuentran como insumos: la palma, higuera y jatropha; esta última es considerada un cultivo con grandes ventajas ambientales y económicas como insumo para la producción de biodiesel en estados como Michoacán.

En este sentido, el Instituto Nacional de Ecología (INE) y SAGARPA (2008), consideran las siguientes ventajas en el uso de la biomasa vegetal y arbustos como la jatropha para la producción de biocombustibles:

- Impulso de la actividad agrícola de México, manteniendo la actividad en los sectores industriales relacionados directamente con producción agrícola, fertilizantes, maquinaria agrícola o producción de semillas.
- Creación de fuentes de trabajo en el sector agrícola y de la transformación.
- La utilización de la biomasa de los cultivos energéticos tiene un menor requerimiento de materias primas para su producción por lo que el impacto ambiental es menor.
- Se toman en consideración cultivos perenes, protegen al suelo de la erosión, eliminando el laboreo excesivo y pérdida de suelo fértil.
- Permite una reducción de CO₂ ya que este ha sido previamente fijado por las plantas mediante la fotosíntesis antes de su combustión.
- Reducen el consumo de petrolíferos los cuales se pueden destinar a la generación de otros productos con mayor valor de mercado y posicionamiento estratégico en el mismo.

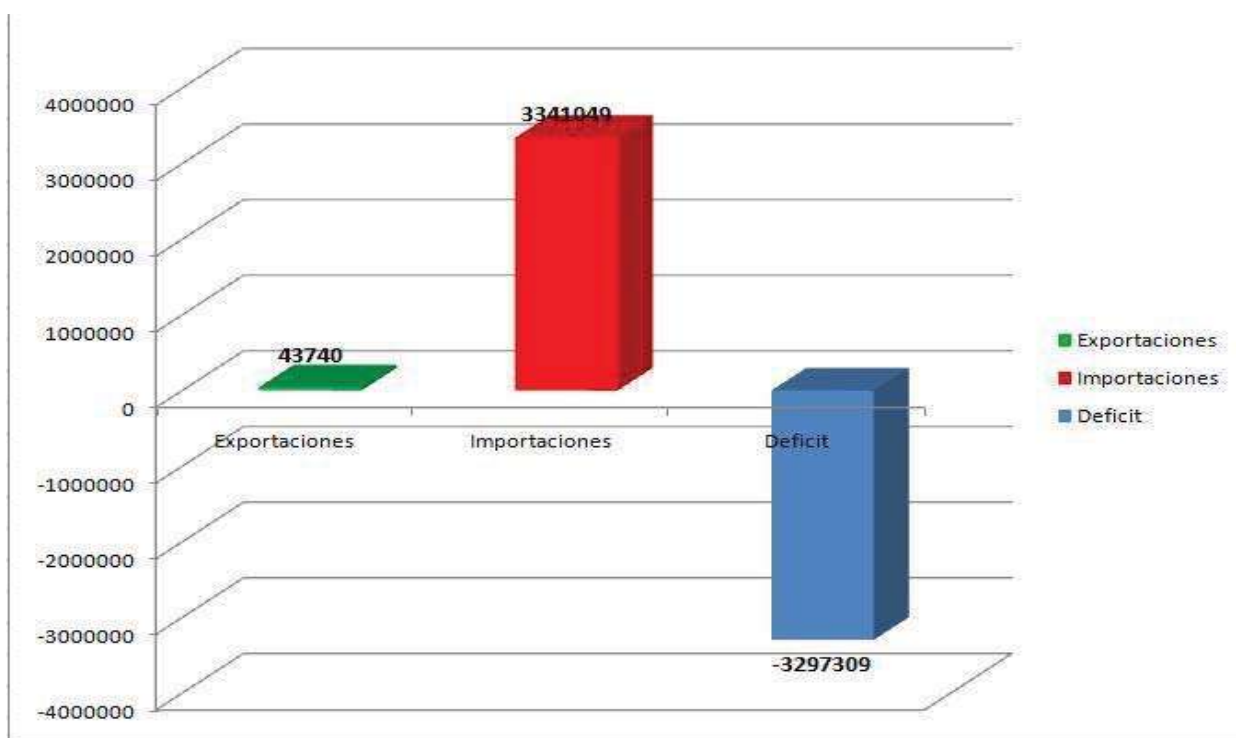
1.5.1.1. El caso del maíz como insumo para la producción de etanol en México

El uso de maíz como insumo para el caso de México; no se considera viable desde el punto de vista económico ni ambiental. En primer lugar, ya que la producción de biocombustibles en el mundo a base de granos se considera uno de los factores primordiales que ha impulsado los problemas de crisis alimentaria. Aunado a lo anterior, el maíz como insumo para la generación de etanol en México, no se considera viable desde el punto de vista económico, ya que la producción de dicho *commodity* agrícola es insuficiente para abastecer la demanda nacional, por lo que se tiene que hacer uso de las importaciones.

Durante el 2007, las exportaciones totales de maíz amarillo fueron únicamente de 43,740 toneladas y las importaciones totales de 3,341,049 toneladas; generando un déficit en balanza

comercial de maíz amarillo de 3, 297,309 toneladas (ver gráfica 6). En este sentido, el presidente del Consejo Nacional Agropecuario destacó que frente a la tendencia de alza en los granos en países deficitarios como México, el destinar parte de la cosecha a la producción de bioenergéticos provocaría un déficit mayor. Asimismo, el premio Nobel de Química (Mario Molina), dentro del Foro Global Agroalimentario 2007; fue contundente al expresar que: “si los mexicanos copiamos el modelo de producir etanol a base de maíz como en el caso de Estados Unidos, solo estaríamos ayudando a Estados Unidos a reducir su dependencia energética del Medio Oriente”. El químico expresó que la producción de etanol a base de celulosa era más viable, sin embargo la tecnología para este proceso es demasiado costosa y aun no es comercial.

Gráfica 6.
Balanza comercial del maíz amarillo, 2007
(Toneladas)



Nota: Se consideraron los meses de julio-diciembre del 2007 para la obtención de totales en exportaciones e importaciones.

Fuente: Elaboración propia con información del Banco de México.

1.5.2. Proyectos de etanol y biodiesel en México

De acuerdo con la Comisión de Agricultura y Ganadería, en México existen 35 plantas para la producción de etanol en los estados de Sinaloa, Chiapas, Michoacán, Tamaulipas, Morelos, Jalisco, Monterrey y Veracruz. En Sinaloa está en proceso la construcción de cuatro plantas de etanol, en Chiapas una, en Michoacán dos y en Veracruz una. El resto de los estados están en espera de la consolidación del marco jurídico de la ley de promoción y desarrollo de los bioenergéticos (Biocombustibles.es, 2007). Sinaloa, es el primer estado del país que ha consolidado la construcción de dos plantas de etanol, actualmente se encuentran en la segunda planta con un avance de 35% que contempla el empleo de maíz como insumo. La planta está ubicada en los Mochis, Sinaloa; espera moler 90 mil toneladas de maíz, para obtener una producción de 10.5 millones de galones de etanol al año. La producción del combustible renovable esta prevista a partir del 2009, para el mercado nacional ó extranjero (Estados unidos); representando un costo de 450 millones de pesos (Teorema ambiental, 2008).

En el caso del biodiesel el ITESM construyó la primera planta de biodiesel en Nuevo León, Monterrey y la planta fue inaugurada en el 2005, con una inversión de 16 millones de pesos aproximadamente, usando sebo de ternera como insumo y un potencial de alrededor de 600m³ por mes de biodiesel. Por su parte la Universidad Vasconcelos de Oaxaca, desde el 2004 ha generado experimentos para la generación de biodiesel a base de desperdicios de aceite vegetal, con una capacidad de 3.6 m³ al mes (SENER, BID, GTZ, 2007). Asimismo, en el estado de Chiapas, se creó la comisión de bioenergéticos, que tiene como objetivo principal la obtención de biodiesel a través de jatropha; instalando en Cintalapa y otros municipios plantas para biodiesel. En el 2007, se inició un proyecto productivo de cultivo de jatropha en Sinaloa, con el establecimiento del primer lote auspiciado por la fundación Produce Sinaloa, A.C. Además, hay algunos inicios de actividades con jatropha en Oaxaca, Morelos, Campeche, Yucatán, Sonora, Veracruz, Tabasco y Guerrero. Por su parte el IPN (Instituto Politécnico Nacional) realiza varios estudios acerca de la jatropha en el área de biotecnología del centro de desarrollo de productos bióticos.

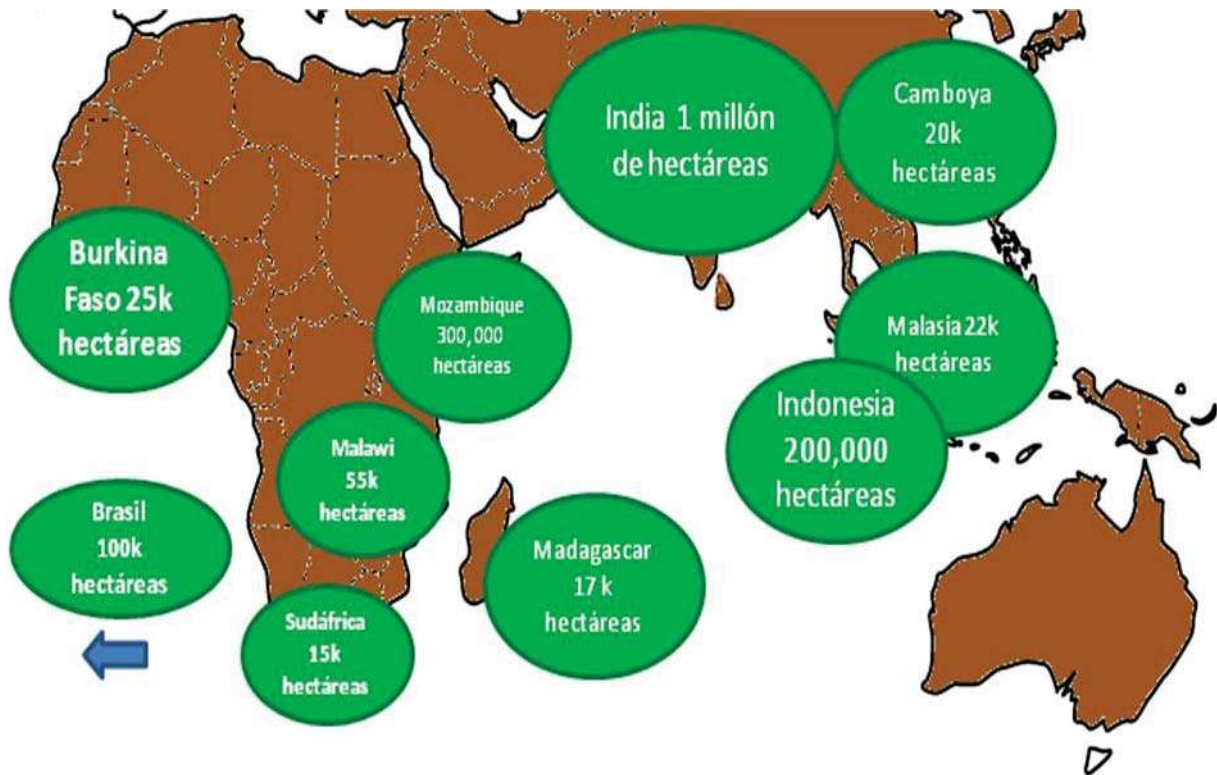
1.5.3. Un insumo sustentable para generación de biodiesel: el caso de la jatropha

De acuerdo con la FAO en su informe global de bioenergía 2008, el cultivo de la jatropha o piñoncillo, es considerado como uno de los insumos más viables y sustentables para la producción de biodiesel a nivel mundial. La jatropha, es una planta que cuenta con diversos beneficios:

- 1) Crece en terrenos desérticos, por tanto no compite con tierras destinadas a la agricultura
- 2) Requiere poca agua para su cultivo
- 3) Se produce en grandes volúmenes si afectar los precios de los alimentos
- 4) Produce un tipo de aceite ideal para la producción de biodiesel
- 5) Una hectárea de jatropha puede producir entre 1.5 y 2.5 toneladas de biodiesel

La jatropha, se puede encontrar en países como Brasil, Nicaragua, Colombia, India, Egipto y México. Actualmente, existe un proceso de expansión a escala comercial de diversas empresas extranjeras en proyectos productivos a base de la jatropha en regiones de la India, África (Madagascar, Mozambique, Malawi, Burkina Fasso y Sudáfrica); Sudeste de Asia, Centro y Sudamérica. Un ejemplo de lo anterior es la empresa British Petroleum que patrocina un proyecto experimental para producir biodiesel a partir de un proyecto de 100 mil hectáreas en Indonesia y desde el 2005 India anunció planes para desarrollar plantaciones de un total de 350,000 hectáreas (biofuels internacional, 2007). Después de la India, África es la segunda región con mayor cultivo de jatropha a escala comercial (ver figura 4). Esta expansión incluye programas pilotos y empresas de mayor escala en China, Asia central, América del sur/central, y el sur de EU. El contenido de aceite de cada semilla está entre 35% y 37% pudiendo llegar a cifras superiores dependiendo de la variedad y manejos culturales (ver figura 3).

Figura 3.
Proyectos en desarrollo de jatropha a escala comercial



Fuente: Biodiesel 2020: Revisión de un mercado global.

La importancia de la jatropha como cultivo para la producción de biodiesel, se ve reflejada en proyectos de importancia internacional como en el caso de la empresa Globasol, especializada en proyectos de energías renovables. Dicha empresa, construyó una planta de biodiesel a base de jatropha, en el poblado de Azua, en República Dominicana con una inversión de 63 millones de dólares y la creación de 12,000 empleos directos. Se optó por el uso de la jatropha ya que se considera que este cultivo, presenta grandes ventajas naturales al ser resistente a las sequías y desarrollarse en suelos de escasa fertilidad, en el que crece muy rápido y produce semillas con alto contenido de aceite a los dos o cinco años después de su plantación. El objetivo fue desarrollar un proyecto sustentable, mediante un autoabastecimiento de energía obtenida de los recursos naturales del país, sin causar perjuicio a la cadena alimenticia. El proyecto de Globasol, fue premiado como el mejor proyecto en la categoría “Balance entre

inversión y generación de empleo” en el Sexto Foro Latinoamericano de Liderazgo en Estados Unidos (BiodieselSpain, 2008).

1.5.3.1. La jatropha: un insumo viable para la producción de biodiesel para exportación en Michoacán

La jatropha, es nativa de México y Centroamérica, ampliamente cultivada en Centro América, África y Asia. En México, la planta se encuentra en forma silvestre en diversos estados de la república mexicana, como Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Sinaloa, Sonora, Puebla, Hidalgo y Morelos. La planta es resistente a la sequía y crece en suelos pobres y arenosos, en climas tropicales y semitropicales; se le considera el beneficio de reforestar zonas erosionadas. El arbusto de *J. curcas* tiene un periodo productivo de más de 40 años. Además, que desde el primer año (9-10 meses) se obtiene semilla (Martínez, 2007). Una hectárea de terreno puede producir de 6-8 toneladas promedio, pudiendo pasar las 10 toneladas y más dependiendo del cultivo y área y condiciones de plantación. Esto generaría aprox. 2,100 a 2,800 hasta más de 3,000 litros de aceite (Biodisol, 2008). Un promedio anual de producción de semilla alrededor de 5 Ton/ha. Las semillas de mexicanas tienen un contenido de aceite entre 55-60% en promedio para ser convertido en biodiesel (Martínez, 2007).

La jatropha es una oleaginosa exótica con amplias ventajas sobre otros cultivos para producción de biodiesel como la soya. Se desarrolla en campos con un régimen pluvial de 300 mm anuales ó más, esto implica campos de muy bajo valor, marginales, a diferencia de la soya que requiere más de 800 mm (Bioenergy, 2008). La jatropha se puede cultivar especialmente en aquellos terrenos donde las malas prácticas aplicadas por los agricultores han deteriorado las cualidades físicas y químicas, haciendo de éstos terrenos inservibles para la agricultura. Este biocombustible tiene un proceso de producción primaria y elaboración industrial que determina un balance de carbono menos contaminante que los combustibles fósiles (ver ilustración 2).

Ilustración 2.

Arbusto de jatropha



Fuente: FAO, 2008. Informe Global de Energía.

El biodiesel obtenido a base de jatropha presenta las siguientes características (Martínez, 2007 y Biodisol, 2008):

- El biodiesel cumple con los estándares de calidad internacionales, teniendo la cualidad de cualquier combustible para funcionar en motores de diesel modernos. Por tanto, los motores no necesitan modificaciones para usarlo.
- Presenta ventajas sobre el diesel pues disminuye la emisión de una variedad de contaminantes. Las emisiones de CO₂ y SO₂ se reducen en un 80 y 100%, respectivamente comparado con el petro-diesel.
- Puede mezclarse en cualquier proporción con el gasoil fósil, mejorando la calidad del combustible obtenido.
- Diversas investigaciones consideran que el aceite de jatropha, puede obtener biocombustible de alta calidad.

El uso de biocombustibles en México ya es una realidad estados como Chiapas, Michoacán, Veracruz, Yucatán, Sonora y Tabasco cuentan con proyectos generadores de biodiesel; el caso más reciente lo podemos ver en Chiapas, ya que este año se puso en marcha una planta generadora de biodiesel a base de jatropha, dando abastecimiento a una flotilla de vehículos para el servicio de transporte público.

Capítulo II.

Marco Teórico para el Estudio de los Biocombustibles dentro de la Dinámica del Desarrollo Sustentable

2.1. La teoría del desarrollo sustentable dentro de la dinámica de las energías renovables

La teoría del desarrollo sustentable, no es una expresión nueva del desarrollo, sino el resurgimiento de diversas teorías del desarrollo que tienen su origen en los años setenta. El término “sustentabilidad”, se popularizó por primera vez en 1987, en la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas (CMMAD). La comisión destacó al desarrollo sustentable como el tema de su informe final llamado “Nuestro futuro común”. En dicho informe, se enfatiza la incompatibilidad entre los modelos de los países desarrollados y el uso racional de los recursos naturales. La CMMAD (1987), plantea las siguientes estrategias para que las economías puedan adaptarse al desarrollo sustentable:

- 1) Revitalizar el crecimiento
- 2) Cambiar la calidad del crecimiento
- 3) Satisfacer las necesidades esenciales del ser humano
- 4) Un nivel de población sostenible
- 5) Conservar y acrecentar los recursos
- 6) Reorientar la tecnología y controlar los riesgos
- 7) Integrar a la economía y al medio ambiente
- 8) Cambiar las relaciones económicas mundiales y sus esquemas de cooperación

Por su parte, en 1992 en la ciudad de Río de Janeiro, se llevó a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), llamada “Cumbre de la

tierra”; resaltando nuevamente el concepto de desarrollo sustentable, definiéndolo como “el desarrollo que satisface las necesidades actuales de la humanidad sin poner en riesgo los recursos de las futuras generaciones”. En esta conferencia se recomienda una articulación equilibrada en lo relativo al medio ambiente y el desarrollo económico, reconociendo la necesidad de reajustar el modelo de producción y consumo para el caso de los países desarrollados. En cuanto a los países en desarrollo, se establece una relación estrecha entre pobreza y deterioro ambiental (CNUMAD, 1992).

Por lo anterior, no solo debe existir una preocupación continúa en los aspectos económicos (como la asignación eficiente de los recursos escasos), sino una consideración del desarrollo en un sentido más amplio que abarque aspectos sociales y la protección al medio ambiente.

Los resultados de la CNUMAD, fueron la creación de un plan dirigido a guiar el desarrollo en direcciones sustentables durante el siglo XXI. Asimismo, una mayor conciencia mundial de la comunidad internacional sobre un concepto integral de desarrollo se refleja en 1992, durante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). En dicha convención, se expresa una creciente preocupación por los efectos del cambio climático en perjuicio del planeta. En ella se reconoce a los gases de efecto invernadero como un problema global mundial, que requiere acciones oportunas para contrarrestarlo. Además de señalar la existencia de un conjunto de países con mayor responsabilidad en la emisión de dichos gases; por lo que se considera el establecimiento de acciones inmediatas para enfrentar el problema. Asimismo, la convención establece como uno de sus principios fundamentales para los países en desarrollo, el logro de un crecimiento económico y social sustentable (CMNUCC, 1992). Por su parte, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) establece que para el logro del desarrollo sustentable evaluar a partir de cuatro dimensiones:

Dimensión Económica

La sustentabilidad se relaciona con la posibilidad de mantener el crecimiento hacia el futuro, considerando que cada sistema económico va cambiando su modalidad de acumulación en el tiempo. Asimismo, se considera que la disponibilidad de recursos (naturales, humanos, tecnológicos, etc.) son condicionantes del crecimiento de cualquier economía.

Dimensión Social

Esta dimensión se refiere esencialmente a la atención de todos los aspectos relacionados con la calidad de vida de los individuos. Siendo las políticas sociales, el ingreso familiar y el empleo algunos de los principales aspectos encargados de determinar el nivel de calidad humana.

Dimensión Ambiental

Dicha dimensión comprende los aspectos que conforman el entorno natural. En este sentido, se destaca la no-reproducibilidad de los mismos en sus calidades originarias como consecuencia de las actividades sociales de producción y consumo. Por lo anterior, siendo la mayor parte de la dimensión natural de “propiedad universal”, se generan externalidades que implican costos que inducen a una asignación ineficiente de los recursos.

Dimensión Política

El desarrollo sustentable, necesariamente implica el concepto de gobernabilidad y las condiciones que garanticen los derechos de las sociedades. Además de una participación efectiva de dichos grupos para lograr niveles de sustentabilidad dentro de cualquier nación. El PNUD, insiste en una necesidad de realizar reformas estructurales que garanticen una interrelación efectiva entre las dimensiones para el desarrollo sustentable, considerando que el éxito de su aplicación dependerá de los siguientes aspectos:

- Satisfacción de las necesidades básicas del ser humano
- Un crecimiento económico constante y de calidad
- Atención a los aspectos demográficos
- Opciones tecnológicas adecuadas
- Aprovechar y conservar los recursos naturales y el medio ambiente

En resumen, el desarrollo sustentable está enfocado primordialmente hacia una mejora en la calidad de vida de los individuos, sin el abuso de los recursos naturales más allá de la capacidad del ambiente. El objetivo del desarrollo sustentable es definir proyectos viables y reconciliar los aspectos económicos, sociales, ambientales y políticos de las actividades humanas, como dimensiones que ayudan al entendimiento un nuevo concepto de desarrollo.

Todo lo anterior, hace evidente la necesidad de evitar mantener estilos de desarrollo basados en una explotación irracional del medio ambiente, que perjudican la calidad de vida de los seres humanos. Desafortunadamente, ya sea por exceso de ambición por parte de las economías industrializadas o carencias de los países en desarrollo; se ha observado un incremento acelerado de los problemas ambientales y sociales a nivel mundial. Por tanto, es necesario mantener la idea fundamental del desarrollo sustentable mediante la conservación del patrimonio natural, como un legado que requiere cumplir sus diferentes funciones para el futuro (Martínez y Roca, 2001).

En este sentido, el vencer los retos que implica el desarrollo sustentable, dependerá de fomentar una responsabilidad global, enmarcada sobre políticas mundiales firmes capaces de establecer los límites de la libertad individual en función del bienestar común presente y futuro. Sin embargo, hasta el momento los logros pueden plantearse a través de un aparente éxito económico y un fracaso en las medidas para enfrentar los problemas ambientales y sociales, que de persistir provocaran un colapso en el orden mundial. Por lo anterior, las políticas comerciales nacionales e internacionales y los aspectos ambientales, no pueden observarse como fenómenos aislados y deberán mantenerse acordes con los criterios de sustentabilidad que permitan un mundo en el que el crecimiento económico y el equilibrio ambiental sean vistos de manera integral.

2.1.1. Los biocombustibles: energías renovables sustentables

Como señala Jiménez (2005), la creación de un nuevo paradigma global sustentable, da lugar a una nueva forma de pensar y plantear la realidad sobre las bases de globalidad y sustentabilidad. Dicho paradigma, hace un análisis de las teorías económicas y del desarrollo, así como de lo relacionado con el medio ambiente. En este sentido los fenómenos ambientales que se hacen presentes dentro de este cambio global en perjuicio de la humanidad, destacan los siguientes:

- La emisión de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente por el dióxido de carbono que han generado el fenómeno del cambio climático. Como señala Nebel y

Wright (1999:10), en 1995 el Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (GICC); considero que “las actividades humanas, incluyendo la quema de combustibles fósiles vienen aumentando las concentraciones de gases de invernadero en la atmósfera. Se estima que estos cambios han de cambiar el clima regional y mundial al igual que parámetros relacionados como temperatura, precipitación, humedad del suelo y nivel del mar.”

- La emisión de sustancias químicas especialmente clorofluorocarbonados (CFC), provocando el agotamiento de la capa de ozono
- La contaminación a nivel general de aguas, aire, suelos, etc. Lo que plantea graves problemas para la vida de la humanidad
- La destrucción de los recursos naturales:
 - ✓ Deforestación
 - ✓ Desertización
 - ✓ Pérdida de biodiversidad

Por tanto, Nebel y Wright (1999) consideran que: “decir que un sistema o proceso es sustentable significa que puede continuar indefinidamente sin agotar nada de los recursos materiales o energéticos que necesita para funcionar”. En este sentido, las implicaciones de la nueva dinámica de los biocombustibles frente al desarrollo sustentable, puede verse desde distintos enfoques, que deben ser analizados con detenimiento. Por un lado, se considera que dichas energías propician: un fomento a la seguridad energética, una disminución en la emisión de gases de efecto invernadero respecto a los combustibles fósiles, desarrollo rural, ganancias económicas y reducción de la pobreza. En contra posición, se considera que la producción de cultivos energéticos podría llevar a una expansión de la frontera agrícola, deforestación, monocultivos, contaminación del agua, difusión de organismos genéticamente modificados, problemas sobre la seguridad alimentaria (que se vive actualmente) y una distribución poco equitativa de los beneficios sociales.

Sin embargo, el que los biocombustibles presenten características de sustentabilidad, dependerá del tipo de insumo utilizado para su producción, procedimientos, la tecnología y las políticas energéticas de cada economía. Los costos y beneficios resultantes, tienen que estudiarse e identificarse claramente. En el marco de agricultura sustentable de Greenpeace en

cuanto a las políticas de bioenergía (2007), se señala que la siembra de cultivos bioenergéticos deben cubrir los siguientes criterios:

1) No causen modificación de ecosistemas intactos. La siembra de cultivos bioenergéticos no debe causar la destrucción directa o indirecta de ecosistemas diversos y/o valiosos.

2) No debilite la seguridad y soberanía alimentaria. Los cultivos bioenergéticos tienen implicaciones en el uso de suelo. La tierra agrícola es un recurso no renovable y la demanda de cultivos bioenergéticos inevitablemente conducirá al aumento de competencia por la tierra entre cultivos comestible y no comestibles. Los cultivos bioenergéticos no deberán competir con los alimentarios en las áreas o países donde la tierra agrícola es necesaria para la seguridad alimentaria.

3) Las tecnologías de bioenergía no deben incluir la liberación de organismos transgénicos o genéticamente modificado al ambiente.

4) Minimizar el uso de agroquímicos (fertilizantes, pesticidas y herbicidas). Por ser dañinos para el ser humano y medio ambiente.

5) Promover la conservación del agua y la fertilidad del suelo. Los cultivos para biocombustibles deben mantener la fertilidad del suelo, evitar la erosión, conservar los recursos hídricos y tener impactos mínimos en la calidad, nutrientes y balance mineral del agua.

Por lo anterior, una evaluación de la sustentabilidad en el uso de biocombustibles dentro de los siguientes aspectos es de gran relevancia:

Seguridad energética

La seguridad energética es uno de los puntos más importantes que las políticas energéticas mundiales deben tomar en cuenta en relación a los biocombustibles y el desarrollo sustentable. La volatilidad del petróleo, junto a la creciente demanda de energía fósil, genera condiciones de incertidumbre, siendo este un tema de prioridad para todas las economías a nivel mundial. En este sentido, se trata de analizar el aporte de los biocombustibles para contribuir al ahorro de energía fósil y su diversificación.

Generación de gases de efecto invernadero

Existe una necesidad mundial por disminuir los daños causados al planeta, a través de la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles en el transporte, que permita una reducción de gases de efecto invernadero. Las normas ambientales internacionales específicamente en E.U. y la Unión Europea, favorecen el uso de los biocombustibles argumentando que la sustitución del MTBE como aditivo para la oxigenación de la gasolina, con efecto contaminante sobre las aguas, por el ETBE, implica favorecer al etanol como sustituto de oxigenación de la gasolina. En el caso de la Unión Europea, las limitaciones sobre contenido de azufre en el diesel también tienden a favorecer la incorporación del biodiesel con contenidos muy bajos de ese componente (Greenpeace, 2008).

Desarrollo regional

Las economías en desarrollo a nivel mundial, observan en los biocombustibles una gran oportunidad para lograr el desarrollo regional. Las condiciones idóneas en cuanto al clima y recursos naturales por parte de dichos países, se presenta como un gran potencial para obtener biocombustibles a partir de insumos competitivos. Sin embargo el éxito de lo anterior, dependerá de un proceso de equidad que incluya a empresarios, medianos y pequeños productores. Así como, beneficios en las condiciones generales de vida de las familias dedicadas a la producción de insumos para biocombustibles. En este sentido, los proyectos para la generación de energías renovables como los biocombustibles, pueden ser una opción para el desarrollo, siempre y cuando se enfoquen en insumos que cumplan con los criterios de sustentabilidad mediante un equilibrio económico y ambiental como sería el caso de la jatropha para generación de biodiesel en las regiones costa y tierra caliente en Michoacán

Preservación del medio ambiente

En materia de medio ambiente, existe una gran controversia en materia de biocombustibles, sobre todo si se considera aquellos biocombustibles que se producen a base de insumos agrícolas. En este sentido, se debe tener especial atención en el respeto a la biodiversidad y el medio ambiente evitando:

- Uso excesivo de fertilizantes
- Monocultivos
- Desperdicio de agua
- Contaminación
- Degradación de suelos.

Crisis alimentaria

El empleo de cultivos agrícolas como materias primas para biocombustibles, sigue siendo un problema de controversia a nivel mundial. El uso de insumos agropecuarios como el maíz, en el caso de Estados Unidos, se considera ha generado condiciones de crisis alimentaria, por la escases de dicho insumo para consumo humano y su empleo a la industria de las bioenergías. Una mayor demanda internacional por biocombustibles tiene diversas implicaciones sobre la producción, precio y disponibilidad de los *commodities* agrícolas básicos.

2.2. De la teoría clásica del comercio internacional al modelo Heckscher-Ohlin

La teoría del comercio internacional, enfatiza la importancia del libre comercio para incrementar la riqueza de todas las naciones. En este sentido, el comercio mutuamente beneficioso se basa en el principio de la ventaja absoluta. Se argumentaba lo siguiente: un país puede ser más eficiente que otro en la producción de algunos bienes y menos eficiente que otro en la producción de otros bienes. Independientemente de la causa de la diferencia en la eficiencia, ambos países se pueden beneficiar si cada uno se especializa en la producción de aquello que puede hacer más eficientemente que el otro (Chacholiades, 1992). Es decir, un país exportará aquel bien en cuya producción presenta una ventaja absoluta e importará aquel en el que presenta una desventaja absoluta (Ossa, 2002). Lo que de acuerdo con Ossa (2002), implica que la ventaja absoluta en la producción de un bien significa que se produce a un costo absoluto, medido en unidades de mano de obra, inferior al de otro país. Por su parte, la idea de la ventaja comparativa desarrollada a principios del siglo XIX, trata de una versión simplificada en la que se supone: dos economías que producen dos bienes, mercados perfectamente competitivos, eliminando los costos de transporte y manteniendo todos los costos de producción constantes; siendo el único factor el trabajo (Wonnacott, 1992).

De acuerdo con la teoría de la ventajas comparativas, se dice que un país tiene ventajas en aquel bien en el cual el grado de superioridad del país es mayor y una desventaja comparativa en aquel bien en el cual su grado de superioridad es menor con relación al país en desarrollo. De igual manera, considera que el país en desarrollo tiene una ventaja comparativa en aquel bien en el cual su grado de inferioridad es menor y una desventaja comparativa en aquel bien en el cual su grado inferioridad es mayor con relación al país avanzado (Chacholiades, 1992). En consecuencia la ventaja comparativa genera ganancias por medio de la especialización, a través del intercambio de mercancías entre países. De este modo Wonnacott (1992), expresa que cualquier economía presenta una ventaja comparativa en aquel bien que puede producir más barato; es decir a un costo de oportunidad menor en relación a otra economía; producir mejor significa producir con menor uso de trabajo. Ya que en ese tiempo el factor trabajo era el factor productivo por excelencia; por tanto mientras menos trabajo se ocupara en la producción de un bien este sería más económico (Schettino, 1995).

De acuerdo con la teoría de la ventaja comparativa, los países deben aprovechar sus recursos naturales y especializarse en la producción de artículos que gocen de ventajas. Estas naciones deben exportar a fin de importar de otras naciones bienes producidos en mejores condiciones. De esta manera, se establece una división internacional del trabajo benéfica para todos los países, debido a que tendría como resultado un ingreso mundial más elevado y cada vez mejor distribuido entre todas las economías (Mercado, 2007).

Por su parte, el modelo Heckscher-Ohlín (1977), o de proporciones factoriales explica la ventaja comparativa de los países en el comercio internacional en base a su dotación relativa de recursos. Es decir, que la teoría neoclásica del comercio internacional, explica los flujos comerciales en base a las diferencias en la dotación relativa de factores entre economías (Ossa, 2002). Por lo anterior, como expresa Krugman (2001), las economías se especializaran para su producción y exportación en aquellos bienes que presentan una ventaja comparativa, en términos de la abundancia e intensidad de sus factores. Es decir, que un país exportará la mercancía cuya producción requiera el uso intensivo del factor relativamente abundante y barato, e importará la mercancía cuya producción requiera de uso intensivo del factor relativamente escaso y caro.

El modelo neoclásico de Hecksher-Ohlin (1977), puede resumirse en cuatro teoremas: el teorema de Hecksher-Ohlin, el teorema de la igualación de los precios de los factores, el teorema de Stolper Samuelson y el teorema de Rybcznski. Sus postulados básicos son:

- 1) Las regiones se caracterizan unas de otras por estar dotadas de ciertos recursos en mayor abundancia. En cada región los factores abundantes serán más baratos:
 - Respecto de los precios relativos de otros factores escasos dentro de la misma región, y
 - En comparación con los precios de otras regiones (para esos mismos recursos abundantes) que los poseen en cantidades relativamente menores.
- 2) Al ser más baratos los factores más abundantes de cada región habrá tendencia preferencial a ser usados en mayor cantidad respecto a los menos abundantes que serán comparativamente más caros.
- 3) En consecuencia, cada región producirá y exportará aquellas mercancías que requieren de recursos que por ser abundantes son baratos. Además a causa de una dotación abundante de recursos, la población tendrá la oportunidad de lograr determinada especialización y conocimiento que le dará superioridad respecto a otras regiones. El resultado final será menores costos y precios de los productos acabados que incluyan en alta proporción el o los recursos más abundantes.

2.3. Evaluación financiera y económica de proyectos

De acuerdo con (Coss, 2007), el método del valor presente es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

Por tanto, todo lo que se requiere es determinar el valor presente de cada alternativa y seleccionar aquella que tenga el valor presente máximo. Sin embargo, es importante señalar que el valor presente de la alternativa seleccionada deberá ser mayor que cero, ya que de esta

manera el rendimiento que se obtiene es mayor que el interés mínimo atractivo. La tasa interna de retorno o rendimiento, es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Está definida como la tasa de interés que reduce a cero el valor presente, el valor futuro o el valor anual equivalente de una serie de ingresos y egresos. En términos económicos la tasa interna de rendimiento representa el porcentaje o la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de tal modo que el saldo al final de la vida de la propuesta es cero (Coss, 2007). La siguiente ecuación matemática expresa el cálculo del VPN financiero para un proyecto en un horizonte temporal de 10 años:

$$FNPV = \sum_{t=1}^{10} \frac{F \pi_t}{(1+r)^t}$$

$$F \pi_t = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} (I_{it} - C_{it})$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} I_{it} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} p_{it}^I * q_{it}^I$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} C_{it} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} p_{it}^C * q_{it}^C$$

$$FNPV \geq 0$$

Donde:

$FNPV$: Valor Presente Neto Financiero

$F\pi_t$: Beneficio Neto Financiero en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

r : Tasa de descuento financiera

I_{it} : Ingreso i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

C_{it} : Costo i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

p_{it}^I : Precio asociado al rubro que genera el Ingreso i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

q_{it}^I : Cantidad asociada al rubro que genera el Ingreso i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

p_{it}^C : Precio asociado al rubro que genera el Costo i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

q_{it}^C : Cantidad asociada al rubro que genera el Costo i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

Al igual que la evaluación financiera de proyectos, la evaluación económica emplea como instrumentos al Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Sin embargo, la evaluación económica contempla también las externalidades de un proyecto, que incluyen los costos y beneficios intangibles ó indirectos (Just y Weninger, 1997). La siguiente ecuación expresa la evaluación económica de un proyecto:

$$SENPV = \sum_{t=1}^{10} \frac{SE \pi_t}{(1+r^*)^t}$$

$$SE \pi_t = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} \{I_{it} - C_{it}\} + (VPE_{it} - VNE_{it})$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} I_{it} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} p_{it}^I * q_{it}^I$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} C_{it} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} p_{it}^C * q_{it}^C$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} VPE_{it} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} \lambda_{it}^{PE} * q_{it}^{PE}$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} VNE_{it} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{10} \lambda_{it}^{NE} * q_{it}^{NE}$$

$$SENPV \geq 0$$

Donde:

$SENPV$: Valor Presente Neto Económico

$SE\pi_t$: Beneficio Neto Económico en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

r^* : Tasa de descuento económica

I_{it} : Ingreso i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

C_{it} : Costo i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

VPE_{it} : Valor de la externalidad positiva i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

VNE_{it} : Valor de la externalidad negativa i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

p_{it}^I : Precio asociado al rubro que genera el Ingreso i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

q_{it}^I : Cantidad asociada al rubro que genera el Ingreso i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

p_{it}^C : Precio asociado al rubro que genera el Costo i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

q_{it}^C : Cantidad asociada al rubro que genera el Costo i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

λ_{it}^{PE} : Precio sombra de la externalidad positiva i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

λ_{it}^{NE} : Precio sombra de la externalidad negativa i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

q_{it}^{PE} : Cantidad de la externalidad positiva i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

q_{it}^{NE} : Cantidad de la externalidad negativa i en el tiempo t ($t=1, \dots, 10$)

En este sentido el VPN y la TIR, son instrumentos de gran importancia para realizar la evaluación financiera y económica de un proyecto. Por lo anterior, la presente investigación realizará una evaluación financiera y económica para el proyecto: “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”; considerando que este será viable si el valor presente neto (VPN) es mayor que cero. Dicho VPN trae los beneficios netos de un proyecto a valor presente en un

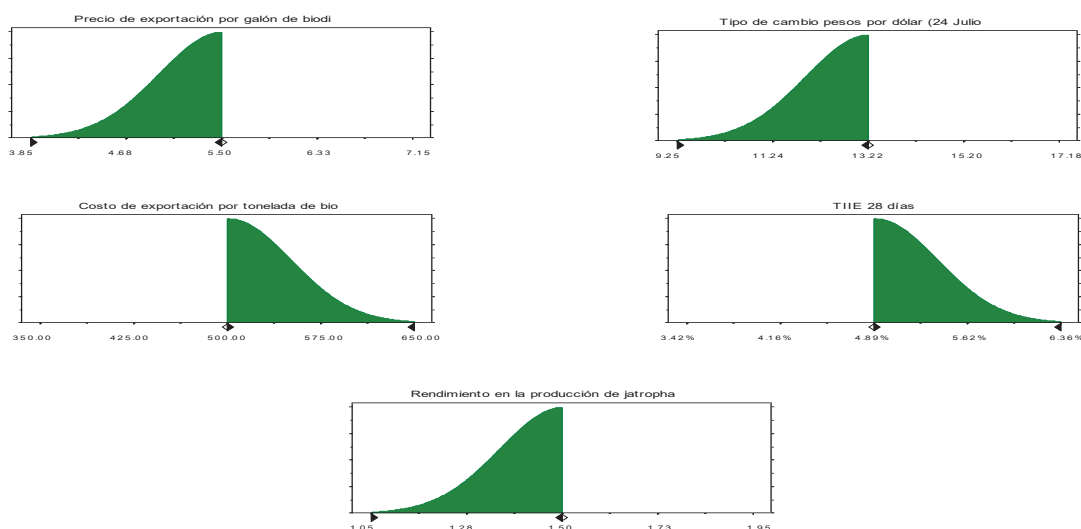
lapso de tiempo determinado. En el caso de la tasa interna de retorno (TIR), esta se refiere a la tasa de descuento máxima de un proyecto antes de llegar a un VPN negativo.

2.3.1. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una técnica que sirve para evaluar la incertidumbre de una propuesta de inversión. La sensibilidad de un proyecto debe hacerse con respecto al parámetro más incierto, es decir se determina la sensibilidad de la TIR o el VPN del proyecto a cambios en el precio unitario de venta, o a cambios en los costos, o a cambios en el nivel de demanda. Las principales ventajas de utilizar la técnica del análisis de sensibilidad son: 1) su fácil entendimiento (no se requiere tener conocimiento sobre teoría de probabilidad), y 2) su facilidad de aplicación. Sus principales desventajas son: 1) Analiza variaciones de un parámetro a la vez, y 2) No proporciona la distribución de probabilidad de la TIR o el VPN para variaciones en las estimaciones de los parámetros del proyecto (Coss, 2007).

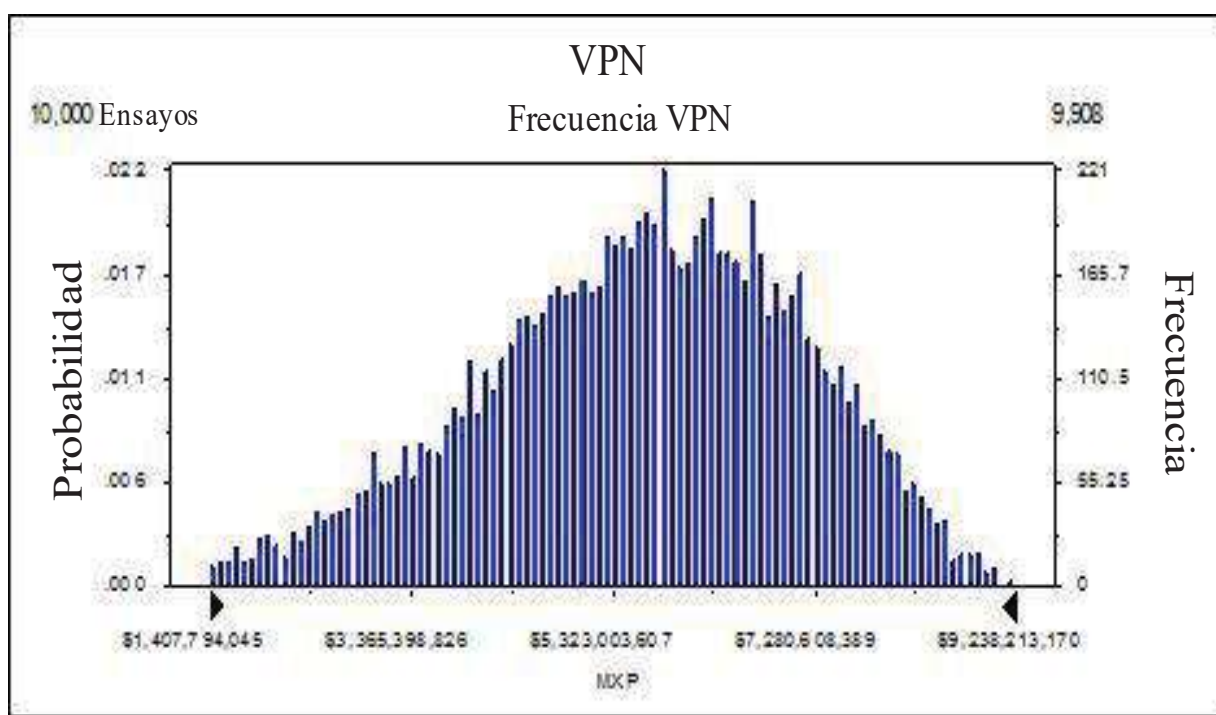
El primer paso de la técnica de análisis de sensibilidad, consiste en asignar supuestos a las variables sensibles:

Grafica 7.
Asignación de supuestos para variables sensibles



En segundo lugar, por medio de simulaciones tipo Monte-Carlo se asignan valores a las variables sensibles y como resultado se obtiene un Valor Presente Neto (VPN) para un proyecto en cada simulación. El VPN es la variable a pronosticar de la simulación (ver gráfica 8).

Gráfica 8.
Valor Presente Neto para cada simulación



Capítulo III.

Diseño de Investigación y Técnicas de Medición para Demostrar la Viabilidad de la Producción y Exportación de Biodiesel en Michoacán

3.1. Métodos cualitativos

De acuerdo con Hernández (2005), el método cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación. Para la realización de la presente investigación se emplearon técnicas cualitativas como entrevistas y conferencias, para identificar elementos fundamentales de la problemática desde la percepción de los actores clave.

3.1.1. Asistencia a conferencias y entrevistas en materia de biocombustibles

Se realizaron entrevistas a especialistas en materia de energías renovables. La entrevista al Dr. Daniel Rojas Bravo (área de laboratorio de biotecnología agrícola y vegetal), en el Centro Universitario de la Ciénega (CUCI) sede Ocotlán (Jalisco); permitió el logro de un mayor entendimiento del tema de los biocombustibles de manera general y las mejores alternativas para México. Además, se asistió a la conferencia “6 herramientas para generar riqueza”; impartida por funcionarios de la SAGARPA, lo que permitió una mayor comprensión sobre el tema de las energías renovables y el cambio climático.

Por su parte, la entrevista vía telefónica a los encargados del área de campo de los ingenios azucareros de Santa Clara y Pedernales en los municipios de Tocuambo y Tacámbaro en Michoacán, permitió obtener información relevante para descartar alternativas de insumos

para la producción de biocombustibles⁴. Asimismo, una visita a la Secretaría de Desarrollo Económico en Michoacán (SEDECO), a la Agencia Estatal de Atracción de Inversiones y Proyectos Estratégicos; con el LAE. Bolívar Villegas Villaseñor; permitió la obtención de algunos datos referentes a los apoyos para la implementación de proyectos de biodiesel en Michoacán dentro del municipio de Lázaro Cárdenas.

3.2. Métodos cuantitativos

El método cuantitativo emplea la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (Hernández, 2005). Para la medición cuantitativa se establecieron indicadores, índices, parámetros y técnicas econométricas para establecer relación entre variables.

3.2.1. Modelación econométrica

Para la modelación econométrica, se utilizó el *software* E-Views 6, y se desarrollaron los modelos de cointegración y de corrección de errores, para probar la hipótesis de que se ha creado una relación de largo plazo entre los precios internacionales de la gasolina y los principales insumos agrícolas utilizados en la producción de etanol (maíz y azúcar):

-El etanol es el biocombustible más utilizado a nivel mundial. Los análisis de cointegración y de corrección de errores se centraron en demostrar que se ha creado una relación de largo plazo entre los precios internacionales de la gasolina y los principales insumos agrícolas utilizados en la producción de etanol (i.e. maíz, caña de azúcar).

-Se buscó probar mediante estos métodos econométricos que existe la cointegración mencionada, y que dicha relación fue clave para el inicio y escalamiento de la crisis alimentaria mundial de años recientes.

⁴ Se contacto vía telefónica a los encargados del área de campo de los ingenios azucareros de Santa Clara y Pedernales: Ing. Carmelo Espindola y Juan García.

-Lo anterior, buscó enfatizar la necesidad de utilizar insumos para biocombustibles que no compitan con la alimentación (i.e. jatropha).

De acuerdo con Dickey-Fuller (1981) y Johansen (1998), los pasos a seguir para aplicar el método de cointegración se pueden resumir en los siguientes:

1. Comprobar que las series son no estacionarias en su nivel (Prueba Dickey-Fuller Aumentada de Raíces Unitarias).
2. Comprobar que las series tienen el mismo orden de integración (Prueba Dickey-Fuller Aumentada de Raíces Unitarias).
3. Comprobar que entre dos series no estacionarias con el mismo orden de integración existe una combinación que sí es estacionaria, con lo que se obtiene al menos una ecuación de cointegración entre dichas variables (Prueba de Johansen).

Por su parte, el modelo de corrección de errores se llevó a cabo mediante los siguientes pasos (Engel y Granger, 1987):

- a. El primer paso consiste en verificar que las series son integradas en el mismo orden. Para lo anterior, se comprueba que las series son integradas de orden 1, ya que dichas series son no estacionarias en su nivel y se vuelven estacionarias en su primera diferencia.
- b. Una vez verificado que todas las series son integradas en el mismo orden, se prosigue a seguir el Método de Engle y Granger (1987) para elaborar un modelo de corrección de errores.
 - i. En primer lugar, se corre una regresión teniendo una variable dependiente y una variable independiente.
 - ii. En segundo lugar, se guardan la serie de residuales de la regresión mencionada y se corre una nueva regresión teniendo como variable dependiente la primera diferencia de la variable dependiente, y como variables independientes: 1) la primera diferencia de la variable

dependiente rezagada un período; 2) la primera diferencia de la variable independiente; 3) la primera diferencia de la variable independiente rezagada un período; 4) el residual de la primera regresión rezagado un período.

En la presente investigación, mediante los modelos de cointegración y de corrección de errores se determinó la existencia de una relación de equilibrio de largo plazo entre los precios internacionales de los principales insumos agrícolas (maíz y caña de azúcar) y los precios internacionales de la gasolina; como una de las causas de la crisis alimentaria mundial de años recientes. Por lo que se considera conveniente el empleo de insumos para biocombustibles que no compiten con la alimentación como la jatropha para generación de biodiesel.

3.2.2. Funciones algebraicas

Para la presente investigación, se diseñó un Indicador Heckscher-Ohlin que permitió identificar los municipios en Michoacán con mayor dotación relativa de recurso “tierra ociosa de clima árido para el cultivo de jatropha”:

$$I_i^{H-O} = f(\zeta_i, \tau_i)$$

$$\zeta_i = f(\sigma_i, \eta_i, \omega_i)$$

Donde:

I_i^{H-O} : Indicador Heckscher-Ohlin para el municipio i (donde $i = 1, 2, 3, \dots, n$) para diferenciar la dotación relativa del recurso “tierra ociosa de clima árido en los municipios de Michoacán para la producción de jatropha”

ζ_i : Superficie rural disponible en el municipio i (donde $i = 1, 2, 3, \dots, n$)

τ_i : Temperatura media anual en el municipio i (donde $i = 1, 2, 3, \dots, n$)

σ_i : Superficie total del municipio i (donde $i = 1, 2, 3, \dots, n$)

η_i : Superficie cultivada del municipio i (donde $i = 1, 2, 3, \dots, n$)

ω_i : Estimación de superficie poblada del municipio i (donde i = 1, 2, 3, ... , n)

Se consideró a la temperatura media anual y a la superficie rural disponible, como condiciones naturales necesarias para el cultivo de la jatropha. Asimismo, a partir de una función algebraica se diseñó un Indicador de Ventajas Comparativas para identificar los municipios de Michoacán con relación a su vinculación en la logística de exportación de biodiesel desde el Puerto Lázaro Cárdenas:

$$I_i^{V-C} = f(\varphi_i, \upsilon_i)$$

Donde:

I_i^{V-C} : Indicador ventajas competitivas para el municipio i (donde i = 1, 2, 3, ... , n) con relación a su vinculación en la logística de exportación de biodiesel desde el Puerto Lázaro Cárdenas

φ_i : Costo monetario de traslado del municipio i (donde i = 1, 2, 3, ... , n) al Puerto Lázaro Cárdenas

υ_i : Tiempo de traslado del municipio i (donde i = 1, 2, 3, ... , n) al Puerto Lázaro Cárdenas

De esta manera, mediante la combinación de las funciones algebraicas anteriores se diseñó un índice de competitividad de los municipios de Michoacán con relación a su potencial para vincularse dentro de un proyecto de producción y exportación de biodiesel:

$$I_i^C = f(I_i^{H-O}, I_i^{V-C})$$

Donde:

I_i^C : Índice de Competitividad del municipio i (donde i = 1, 2, 3, ... , n) con relación a su potencial para vincularse en un proyecto de producción y exportación de biodiesel

I_i^{H-O} : Indicador de ventajas comparativas para el municipio i (donde $i = 1, 2, 3, \dots, n$) para diferenciar la disponibilidad del recurso “tierra ociosa de clima árido en los municipios de Michoacán para la producción de jatropha”

I_i^{V-C} : Indicador Ventajas Comparativas para el municipio i (donde $i = 1, 2, 3, \dots, n$) con relación a su vinculación en la logística de exportación de biodiesel desde el Puerto Lázaro Cárdenas

3.2.3. Evaluaciones financiera y económica del proyecto

Una vez que han sido determinados los municipios que se vincularán al proyecto: “producción y exportación de biodiesel en Michoacán”, se realizó una evaluación financiera y económica del proyecto con un horizonte temporal de 10 años. La evaluación económica además de la evaluación financiera considera a las externalidades positivas o negativas relacionadas a la implementación del proyecto.

3.2.4. Análisis de riesgo

A su vez, utilizando el *software* Crystal-Ball (versión 2000.2.2), se llevó a cabo el análisis de riesgo de las evaluaciones financiera y económica del proyecto: “producción y exportación de biodiesel en Michoacán.

3.2.5. Modelo econométrico de datos de panel

Por otra parte, utilizando el *software* E-Views 6, se desarrolló un modelo econométrico tipo datos de panel, para explicar la demanda de diesel (y por ende de biodiesel) en los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Los países de la OCDE son los clientes potenciales para la exportación de biodiesel. Se considera a España como el mercado objetivo del proyecto, por las oportunidades que ofrece en cuanto a su demanda de biodiesel.

El modelo de datos de panel que se desarrolló presenta las siguientes características:

- Combinan series de tiempo con observaciones de sección cruzada.

- Incluirá diversas variables exógenas ó independientes de los 30 países miembros de la OCDE. Incluyendo datos de los años 2003 y 2004.

Cuadro 3.
Listado de países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)

Austria	Corea del Sur
Australia	Luxemburgo
Bélgica	México
Canadá	Países Bajos
República Checa	Nueva Zelanda
Dinamarca	Noruega
Finlandia	Polonia
Francia	Portugal
Alemania	Eslovaquia
Grecia	España
Hungría	Suiza
Islandia	Turquía
Italia	Reino Unido
Japón	Estados Unidos

Fuente: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

El modelo incluyó diversas variables exógenas ó independientes de los 30 países miembros de la OCDE. Incluyendo datos de los años 2003 y 2004. El modelo de datos de panel, explicó la demanda de diesel (biodiesel) en los países con mayor probabilidad de ser clientes de las exportaciones del proyecto. El modelo se desarrolló con los logaritmos de las variables con la finalidad de que las relaciones queden expresadas en términos porcentuales:

$$\begin{aligned} \text{Log}(TSDFC) = & \beta_1 \text{Log}(GDP) + \beta_2 \text{Log}(UP) + \beta_3 \text{Log}(V) + \beta_4 \text{Log}(RTN) + \beta_5 \text{Log}(RP) + \beta_6 \text{Log}(MTE) \\ & + \beta_7 \text{Log}(CTSE) + \varepsilon \end{aligned}$$

Donde:

$Log(TSDFC)$: Logaritmo del consumo de diesel en el sector transporte

$Log(GDP)$: Logaritmo del producto interno bruto

$Log(UP)$: Logaritmo del porcentaje de población urbana con relación a la población total

$Log(V)$: Logaritmo del número total de vehículos

$Log(RTN)$: Logaritmo de la red total de caminos

$Log(RP)$: Logaritmo del porcentaje de caminos pavimentados con relación al total de caminos

$Log(MTE)$: Logaritmo del valor agregado en manufactura producto de maquinaria y equipo de transporte

$Log(CTSE)$: Logaritmo de las exportaciones de servicios comerciales de transportación

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_7$: Coeficientes del modelo de datos de panel

ε : Error de estimación del modelo de datos de panel

Capítulo IV.

Análisis e Interpretación de los Resultados para Demostrar la Viabilidad de la Producción y Exportación de Biodiesel en Michoacán

4.1. La inviabilidad de producir biocombustibles con insumos agrícolas vinculados a la alimentación: un enfoque de cointegración

Como se ha expresado, el incremento en los precios del petróleo y sus derivados, ha generado una preocupación por la seguridad de los suministros energéticos a nivel mundial, lo anterior, ha implicado para algunos países en desarrollo vislumbrar nuevos mercados energéticos como es el caso de los biocombustibles (etanol y biodiesel). De acuerdo con datos de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 2007), el uso de biocombustibles actualmente representa alrededor del 3% del consumo mundial de gasolina y algunos analistas pronostican que es posible que dichas energías representen un 20% de los combustibles consumidos en el mundo para el año 2020. Sin embargo, la producción de biocombustibles a base de *commodities* agrícolas, ha provocado un incremento acelerado en su precio a nivel internacional; reforzado con un fenómeno especulativo que provocó el incremento en el precio de los alimentos, detonando en una crisis alimentaria global en años recientes.

El siguiente análisis se enfocó en observar las repercusiones del impulso internacional de los biocombustibles en el precio de los *commodities* agrícolas vinculados a su producción. A continuación, se presentaran los resultados de la relación de largo plazo entre los precios internacionales de la gasolina y los principales insumos para producir etanol (el maíz y la caña de azúcar). La información muestra los precios internacionales diarios del maíz y el azúcar

obtenidos de Reuters y los precios internacionales diarios de la gasolina con información de la Agencia de Información de Energía de Estados Unidos (EIA).

En primer lugar, se desarrolló la prueba de cointegración entre los precios internacionales de la gasolina y *commodities* agrícolas vinculados a la producción de etanol (azúcar, maíz) para el período 1999-2008. Adicionalmente, se calculó una matriz de correlación entre los precios internacionales de los siguientes granos: maíz, sorgo, soya y trigo. Posteriormente, se realizó el análisis de cointegración entre los precios internacionales de la gasolina y el precio de la azúcar en el período 1986–1998, y para el período 1995–1998 en el caso del maíz (ver anexo 3 y 4). Se demostrará que la relación de largo plazo (cointegración) entre los precios internacionales de la gasolina y el maíz, se presentó en años recientes debido al creciente uso de maíz para producir etanol por parte de Estados Unidos. Así, el precio internacional del maíz ha quedado ligado al precio internacional de la gasolina. La conclusión a la que se llega es que crisis alimentaria experimentada en años recientes, se explica principalmente por dicha relación de cointegración que se ha formado entre los precios internacionales de la gasolina y el maíz, y el efecto dominó que generó el incremento del maíz en otros productos básicos. Por consiguiente resulta imperativo el impulsar la producción de biocombustibles el uso de insumos que no compitan con la alimentación y que cumplen con los criterios de sustentabilidad como el caso del cultivo de la *jatropha* para producción de biodiesel.

Período 1999-2008. Prueba de estacionariedad para los precios internacionales de la gasolina, el azúcar y maíz.

El primer paso en el análisis consistió en la prueba del orden de integración de las variables. El análisis de cointegración solo puede ser desarrollado con variables no estacionarias que tienen el mismo orden de integración. En los siguientes cuadros, se muestran los resultados de las Pruebas de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada aplicado a las variables. Todas las variables implicadas en las pruebas de la cointegración eran no estacionarias e integradas de primer orden, lo que significa que su primera diferencia llegó a ser estacionaria (ver cuadro 4).

Cuadro 4.

Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada aplicada a los precios internacionales de la gasolina y el azúcar, 1999-2008

Variable	Prueba Estadística Dickey-Fuller Aumentada	Nivel de Significancia	Prueba de Valores Críticos	Resultados
Precios Internacional de la gasolina (Los Angeles)	-1.68	1%	-3.433227	No estacionaria
		5%	-2.862697	
		10%	-2.567432	
Primera diferencia de los precios internacionales de la gasolina (Los Ángeles)	-42.96	1%	-3.433227	Estacionaria I (1)
		5%	-2.862697	
		10%	-2.567432	
Precios Internacionales de la gasolina (Nueva York)	-1.33	1%	-3.433230	No estacionaria
		5%	-2.862698	
		10%	-2.567433	
Primera diferencia de los precios internacionales de la gasolina (Nueva York)	-29.02	1%	-3.433230	Estacionaria I (1)
		5%	-2.862698	
		10%	-2.567433	
Precios Internacionales de la gasolina (Costa del Golfo de E.U.)	-1.55	1%	-3.433225	No estacionaria
		5%	-2.862696	
		10%	-2.567432	
Primera diferencia de los precios internacionales de la gasolina (Costa del Golfo de E.U.)	-20.22	1%	-3.433237	Estacionaria I (1)
		5%	-2.862701	
		10%	-2.567434	
Precios Internacionales de la azúcar	-1.42	1%	-3.433225	No estacionaria
		5%	-2.862696	
		10%	-2.567432	
Primera diferencia de los precios internacionales de la azúcar	-48.17	1%	-3.433227	Estacionaria I (1)
		5%	-2.862697	
		10%	-2.567432	

Nota: Precios diarios de 04/01/99 al 20/03/2008.

Fuente: Elaboración propia, con datos de Reuters y Agencia de Información de Energía (EIA).

Cuadro 5.

Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller aplicada a los precios internacionales de la gasolina y el maíz ,1999-2008

Variable	Prueba estadística Dickey-Fuller Aumentada	Nivel de Significancia	Prueba de valores críticos	Resultados
Precios Internacionales del maíz amarillo	0.19	1%	-3.432919	No estacionaria
		5%	-2.862561	
		10%	-2.567359	
Primera diferencia de los precios internacionales del maíz amarillo (Golfo Exp. 2)	-27.02	1%	-3.432919	Estacionaria I (1)
		5%	-2.862561	
		10%	-2.567359	
Precios Internacionales de la gasolina (Nueva York)	-0.75	1%	-3.432930	No estacionaria
		5%	-2.862566	
		10%	-2.567362	
Primera diferencia de los precios internacionales de la gasolina (Nueva York)	-31.16	1%	-3.432930	Estacionaria I (1)
		5%	-2.862566	
		10%	-2.567362	
Precios Internacionales de la gasolina (Costa del Golfo de E.U.)	-1.15	1%	-3.432920	No estacionaria
		5%	-2.862561	
		10%	-2.567359	
Primera diferencia de los precios internacionales de la gasolina(Costa del Golfo de E.U.)	-20.14	1%	-3.432952	Estacionaria I (1)
		5%	-2.862575	
		10%	-2.567367	
Precios Internacionales de la gasolina(Los Angeles)	-1.36	1%	-3.432923	No estacionaria
		5%	-2.862563	
		10%	-2.567360	
Primera diferencia de los precios internacionales de la gasolina (Los Angeles)	-45.52	1%	-3.432923	Estacionaria I (1)
		5%	-2.862563	
		10%	-2.567360	

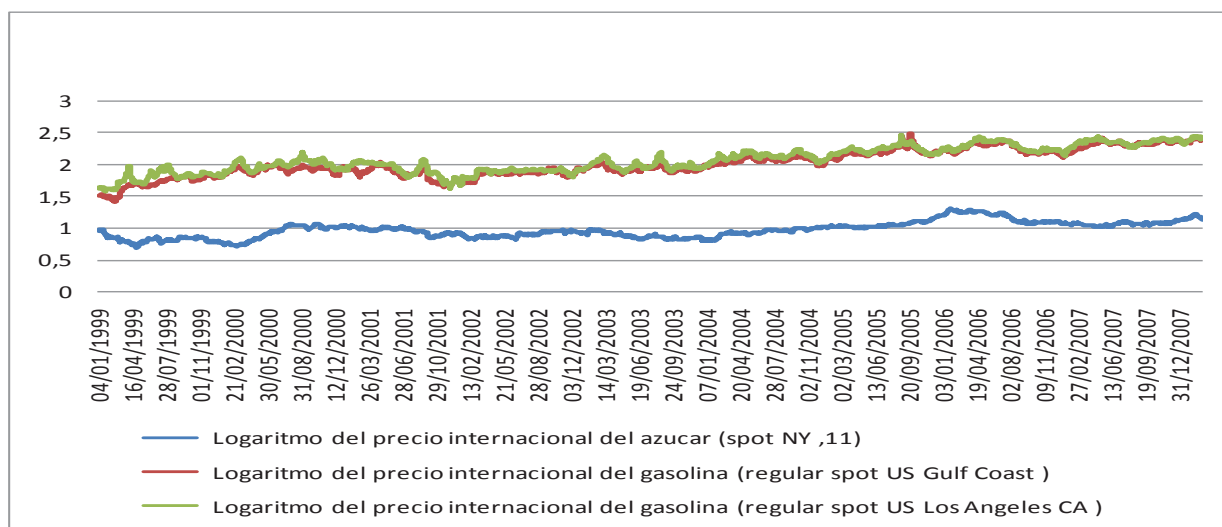
Nota: Precios diarios de 04/01/99 al 29/07/2008

Fuente: Elaboración propia, con datos de Reuters y Agencia de Información de Energía (EIA).

Pruebas de cointegración para los precios internacionales de la gasolina, azúcar y el maíz.

Las pruebas de la cointegración de Johansen, fueron aplicadas para confirmar la existencia de una relación de largo plazo entre los precios internacionales de la gasolina y de los principales insumos agrícolas utilizados para la producción del etanol. Los precios internacionales de la gasolina y el azúcar tienen una relación de largo plazo (cointegración) en el período 04/01/1999–29/07/2008. El efecto brasileño explica dicha relación. Cabe recordar que Brasil es el principal productor y exportador de azúcar a nivel mundial, y que la producción brasileña de etanol –la segunda más grande del mundo después de la de E.U.- se realiza a partir de la caña de azúcar. En este sentido, el etanol y el azúcar compiten por un mismo insumo: la caña de azúcar. Al aumentar el precio internacional de la gasolina, también aumentan los incentivos para substituir dicho combustible fósil por etanol. Así, aumenta la demanda de etanol y con ello también aumenta la demanda por caña de azúcar, lo que ocasiona un aumento en el precio de este producto agrícola. Al aumentar el precio de la caña de azúcar, también aumenta el precio del azúcar. De esta forma, el precio internacional de la gasolina y el precio internacional del azúcar han desarrollado una relación de cointegración (ver gráfica 9).

Gráfica 9.
Precio internacional de la gasolina y el azúcar



Nota: Precios internacionales diarios 04/01/99 al 29/07/08

Fuente: Elaboración propia con datos de Reuters y Agencia de Información de Energía (EIA).

Cuadro 6.
Prueba de cointegración de Johansen entre los precios internacionales del azúcar y la gasolina, 1999-2008

Variable	Hipótesis nula del número de ecuaciones de cointegración	Estadístico Traza	Valor crítico de 5%	Resultados
Precios Internacionales del azúcar y la gasolina (Nueva York)	Ninguno	24.18	25.87	La prueba indica que no existen ecuaciones de cointegración al 5% de nivel de significancia.
	Máximo 1	6.17	12.51	
Precios internacionales del azúcar y gasolina (Costa del Golfo E.U.)	Ninguno	27.90	25.87	La prueba indica 1 ecuación de cointegración al 5% de nivel de significancia
	Máximo 1	6.22	12.51	
Precios internacionales del azúcar y gasolina (Los Ángeles)	Ninguno	27.63	25.87	La prueba indica 1 ecuaciones de cointegración a un 5% de nivel de significancia
	Máximo 1	6.68	12.51	

Nota: Precios internacionales diarios del 04/01/99 al 29/07/08.

Fuente: Elaboración propia con datos de Reuters y Agencia de Información de Energía (EIA).

Por otro lado, los precios internacionales de la gasolina y el maíz tienen una relación de cointegración en el período 04/01/1999–29/07/2008 (ver gráfica 10). El efecto estadounidense explica dicha relación ya que E.U. es el principal productor y exportador de maíz a nivel mundial.

Cuadro 7.

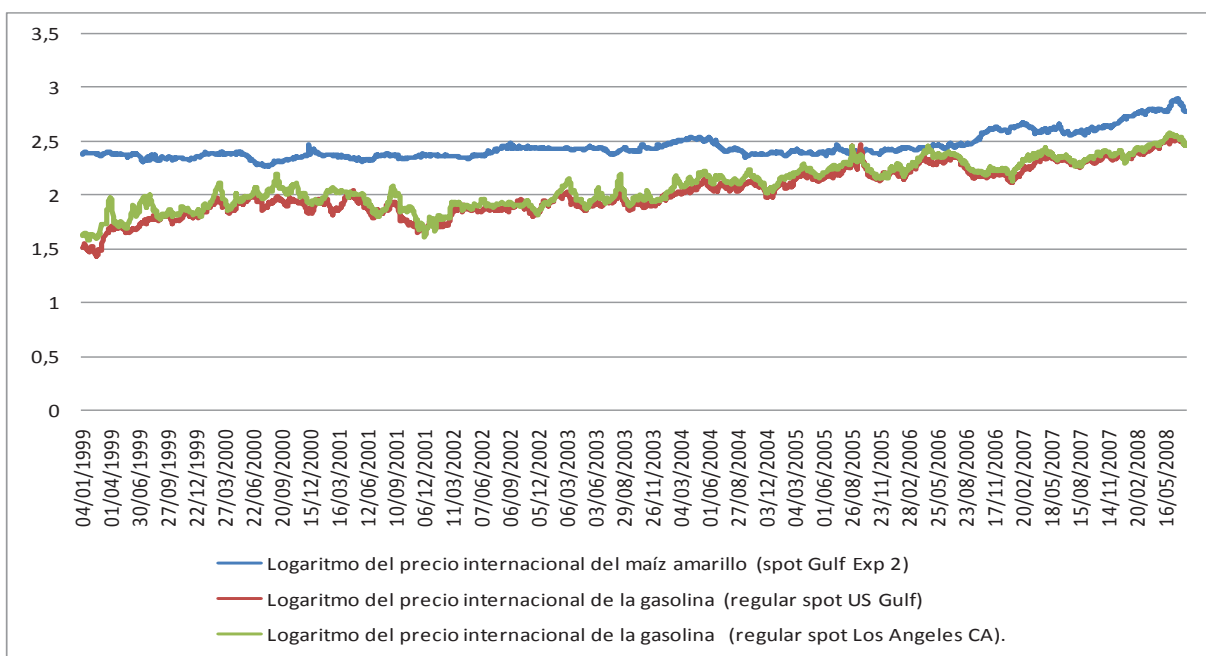
Prueba de cointegración de Johansen entre los precios internacionales del maíz y la gasolina, 1999-2008

Variable	Hipótesis nula del número de ecuaciones de cointegración	Estadístico Traza	Valor crítico de 5%	Resultados
Precios Internacionales del maíz y la gasolina (Los Angeles)	Ninguno	20.23	18.39	La prueba indica 2 ecuaciones de cointegración al 5% de nivel de significancia
	Máximo 1	5.77	3.84	
Precios internacionales del maíz y gasolina (Nueva York)	Ninguno	16.75	18.39	La prueba no indica ninguna ecuación de cointegración al 5% de nivel de significancia
	Máximo 1	2.81	3.84	
Precios internacionales del maíz y gasolina (Costa del Golfo)	Ninguno	16.43	18.39	La prueba no indica ninguna ecuación de cointegración a un 5% de nivel de significancia
	Máximo 1	2.60	3.84	

Nota: Precios internacionales diarios del 04/01/99 al 29/07/08

Fuente: Elaboración propia con datos de Reuters y Agencia de Información de Energía (EIA).

Gráfica 10.
Precio internacional de la gasolina y el maíz



Nota: Precios internacionales diarios 04/01/99 al 29/07/08.

Fuente: Elaboración propia con datos de Reuters y Agencia de Información de Energía (EIA).

La producción de etanol en E.U. con maíz, tuvo un efecto similar que la producción de etanol de Brasil con caña de azúcar. Se debe observar, que la relación de equilibrio de largo plazo entre los precios internacionales de la gasolina y el azúcar se ha presentado antes que la relación de los precios internacionales de la gasolina y el maíz. Esto se debe a los siguientes factores:

- a. La crisis petrolera de los 70's impulsó a Brasil a utilizar fuentes renovables de energía para disminuir su dependencia a las importaciones de petróleo. De esta forma, Brasil inició una ambiciosa estrategia de producción de etanol utilizando la caña de azúcar como insumo. Al destinar Brasil una proporción creciente de caña de azúcar a la producción de etanol, ha ocasionado que el insumo utilizado en dicho país a la producción de azúcar incrementa su precio. Dado que Brasil es el principal productor

mundial de azúcar, los incrementos en los precios del azúcar brasileña implican incrementos en el precio internacional de dicho *commodity*.

b. Por otro lado, Estados Unidos no impulsó tan decididamente como Brasil la producción de etanol en las décadas de los 80's y 90's. La economía estadounidense, aumentó de manera tardía la producción de etanol con relación a Brasil; el incremento en el precio internacional del maíz tuvo un impacto directo en el precio de otros granos, y un impacto indirecto en el precio de un gran número de alimentos. Este efecto dominó provocó un aumento en el precio de algunos productos básicos, lo que derivó en la crisis alimentaria mundial experimentada en años recientes.

En el siguiente cuadro, se muestra una matriz de correlación entre los logaritmos de los precios internacionales de los granos: maíz, sorgo, soya y trigo.

Cuadro 8.
Matriz de correlación de los precios internacionales de los granos

Granos	Log Maíz	Log Sorgo	Log Soya	Log Trigo
Log Maíz	1	0.14208362	0.88481867	0.89844467
Log Sorgo	0.14208362	1	0.27991724	0.03529534
Log Soya	0.88481867	0.27991724	1	0.83263285
Log Trigo	0.89844467	0.03529534	0.83263285	1

Fuente: Elaboración propia con datos de Reuters. Precios internacionales diarios de 25/04/2000 al 29/07/2008.

Nota: 1) Precios internacionales del maíz: spot Gulf Exp. 2 maíz amarillo.

2) Precios internacionales del sorgo: spot 2YM Kansas City.

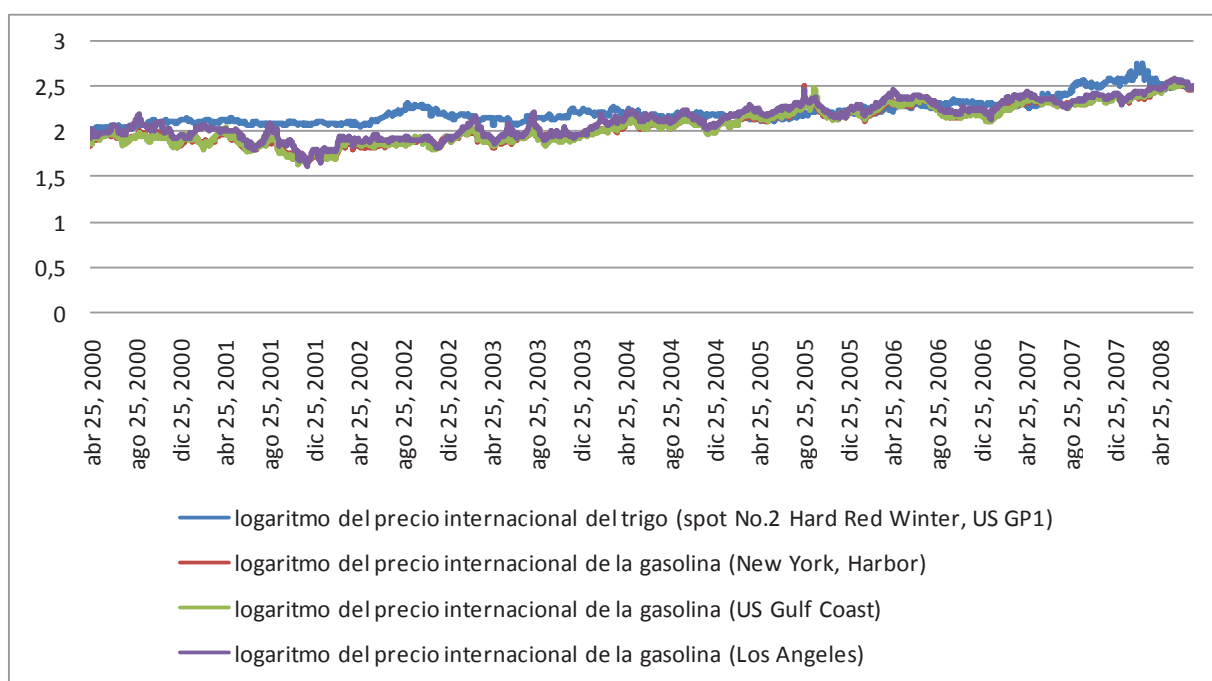
3) Precios internacionales de la soya: spot 2YSB USG P1.

4) Precios internacionales del trigo: spot No.2 Hard Red Winter USG P1.

Se observa, que existe una correlación positiva entre los precios internacionales de dichos granos. Los precios del maíz y del trigo presentan la correlación más fuerte, seguida por el maíz y la soya. Por su parte, el sorgo muestra la correlación más baja con otros granos, ya que este es utilizado principalmente para la alimentación del ganado, a diferencia de los otros

granos que sirven para el consumo humano. Por lo anterior, dada la correlación existente entre los precios internacionales de los granos, y la relación de largo plazo que se ha formado entre los precios internacionales de la gasolina y el maíz; se ha provocado una relación de cointegración entre el precio internacional de la gasolina y el de los granos que guardan una fuerte correlación positiva con el precio del maíz: el trigo y la soya (ver gráficas 11 y 12).

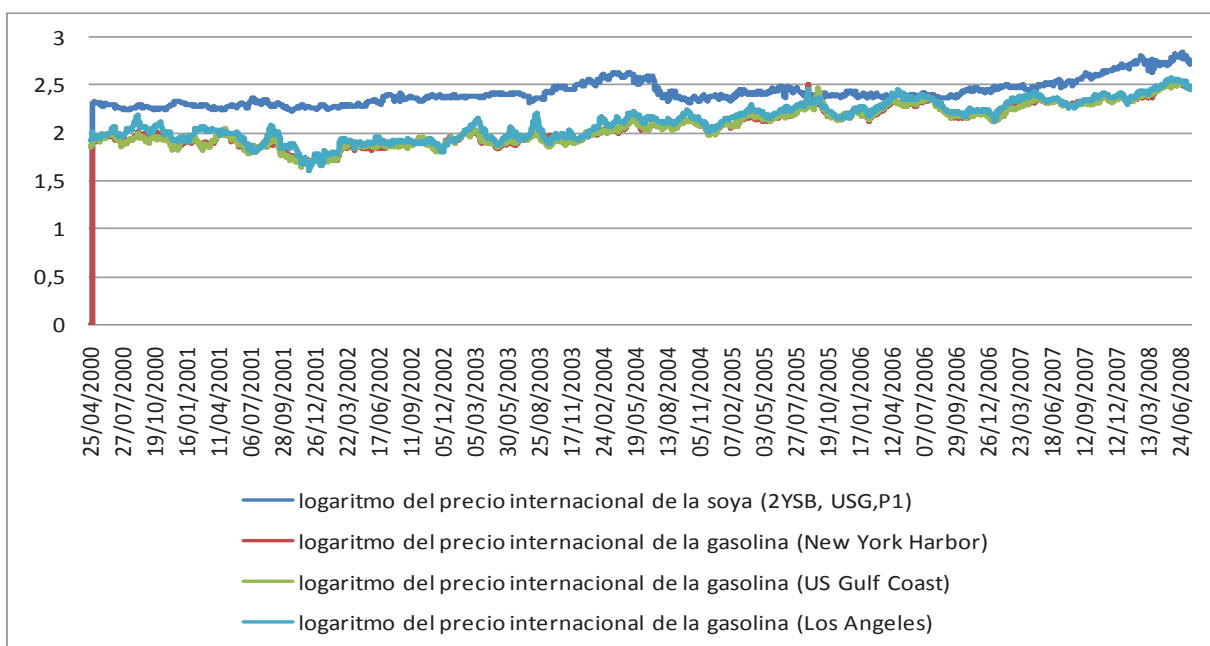
Gráfica 11.
Precio internacional de la gasolina y el trigo



Nota: Precios internacionales diarios 25/04/2000 al 25/04/2008.

Fuente: Elaboración propia con datos de Reuters y Agencia de Información de Energía (EIA).

Gráfica 12.
Precios internacionales de la gasolina y la soya



Nota: Precios internacionales diarios 25/04/2000 al 24/06/2008.

Fuente: Reuters y Agencia de Información de Energía (EIA).

Por todo lo expresado anteriormente, se concluye que un factor subyacente principal de la crisis alimentaria mundial, es la combinación de la cointegración del precio internacional de la gasolina y del maíz, y la fuerte correlación entre los precios internacionales de los granos. En este sentido, los precios internacionales del maíz presentan una tendencia a seguir los precios internacionales de la gasolina; por tanto, el incremento sustancial del precio de la gasolina tiene implicaciones significativas en los incrementos del precio del maíz. Como consecuencia los precios internacionales de los granos tienden a incrementarse y subsecuentemente los precios de otros alimentos se incrementan también. La situación anterior, implicó la adopción de medidas drásticas por parte de algunos países que decidieron restringir sus exportaciones de alimentos durante la crisis. Dicha decisión incrementó aun más la escasez de alimentos para muchas economías pobres lo que agravó más las condiciones de crisis alimentaria.

De los resultados anteriores se puede inferir que el factor subyacente principal de la crisis de alimentaria mundial experimentada en años recientes, estará presente hasta que la producción de Estados Unidos por etanol sustituya el uso del maíz por insumos que no causen impactos negativos en el precio de los alimentos, como por ejemplo el cultivo de la *jatropha* para la producción de biodiesel.

4.1.1. Modelo de corrección de errores y la existencia de cointegración para los precios internacionales de la gasolina y de los principales insumos agrícolas ligados a la producción de etanol (azúcar, maíz)

Se utilizó el método de Engel y Granger (1987), para analizar la cointegración a partir de la corrección del error. Se utilizaron series de los logaritmos de los precios diarios de gasolina, azúcar y maíz. Asimismo, se realizó la corrección del error en los VAR (Vectores Autorregresivos) de los grupos conformados por el precio internacional del azúcar y algún precio internacional de referencia de la gasolina, y por los grupos conformados por el precio internacional del maíz y algún precio internacional de referencia de la gasolina.

4.1.1.1. Gasolina y azúcar

El precio internacional del azúcar utilizado fue el Spot del Contrato 11 de Nueva York; mientras que los precios internacionales de referencia utilizados para la gasolina fueron el Spot de Nueva York, Spot de Los Ángeles, Spot de la Costa del Golfo de Estados Unidos. El primer paso consistió en verificar que las series son integradas en el mismo orden. Para lo anterior, se comprobó que las series de los precios internacionales del azúcar, la gasolina Los Ángeles, la gasolina Nueva York y la gasolina de la Costa del Golfo de los Estados Unidos son integradas de orden 1, ya que dichas series son no estacionarias en su nivel y se vuelven estacionarias en su primera diferencia.

Una vez verificado que todas las series son integradas en el mismo orden, se prosiguió a seguir el Método de Engle y Granger (1987), para elaborar un Modelo de corrección de errores. Como primer paso, se corrió una regresión teniendo como variable dependiente al precio internacional del azúcar y como variable independiente al precio internacional de la gasolina. El segundo paso consistió en guardar la serie de residuales de la regresión mencionada. El

tercer paso consistió en correr una nueva regresión teniendo como variable dependiente la primera diferencia del precio internacional del azúcar, y como variables independientes: 1) la primera diferencia del precio internacional del azúcar rezagada un período; 2) la primera diferencia del precio internacional de la gasolina; 3) la primera diferencia del precio internacional de la gasolina rezagada un período; 4) el residual de la primera regresión rezagado un período.

a) Gasolina Los Ángeles y azúcar

El coeficiente de los residuales indica que aproximadamente 0.64% del desequilibrio del precio internacional del azúcar se “corrige” cada día por cambios en el precio internacional de referencia de la gasolina Los Ángeles. Por otro lado, la corrección del error del VAR (Vector Autorregresivo) del grupo conformado por el precio internacional del azúcar y el precio internacional de la gasolina Los Ángeles indicó que aproximadamente el 1.1% del desequilibrio del precio internacional del azúcar se “corrige” cada día por cambios en el precio internacional de referencia de la gasolina Los Ángeles (ver cuadro 9). Ambos modelos de corrección de errores permiten reforzar la existencia de cointegración entre los precios internacionales de la gasolina (Los Ángeles) y del azúcar. En este sentido, existe una relación de largo plazo entre ambos precios.

b) Gasolina Nueva York y azúcar

El coeficiente de los residuales indica que aproximadamente 0.83% del desequilibrio del precio internacional del azúcar se “corrige” cada día por cambios en el precio internacional de referencia de la gasolina de Nueva York. Por otro lado, la corrección del error del VAR (Vector Autorregresivo) del grupo conformado por el precio internacional del azúcar y el precio internacional de la gasolina de Nueva York indicó que aproximadamente el 0.54% del desequilibrio del precio internacional del azúcar se “corrige” cada día por cambios en el precio internacional de referencia de la gasolina Los Nueva York (ver cuadro 9). Ambos modelos de corrección de errores permiten reforzar la existencia de cointegración entre los precios internacionales de la gasolina (Nueva York) y del azúcar. En este sentido, existe una relación de largo plazo entre ambos precios.

c) Gasolina de la Costa del Golfo y azúcar

El coeficiente de los residuales indica que aproximadamente 0.82% del desequilibrio del precio internacional del azúcar se “corrige” cada día por cambios en el precio internacional de referencia de la gasolina de la Costa del Golfo. Por otro lado, la corrección del error del VAR (Vector Autorregresivo) del grupo conformado por el precio internacional del azúcar y el precio internacional de la gasolina Costa del Golfo indicó que aproximadamente el 0.65% del desequilibrio del precio internacional del azúcar se “corrige” cada día por cambios en el precio internacional de referencia de la gasolina Costa del Golfo (ver cuadro 9). Ambos modelos de corrección de errores permiten reforzar la existencia de cointegración entre los precios internacionales de la gasolina (Costa del Golfo) y del azúcar. En este sentido, existe una relación de largo plazo entre ambos precios.

Cuadro 9.
Resultados del Modelo de corrección de errores para la gasolina y el azúcar

Variable	Coeficiente de los residuales	Corrección del error
Gasolina Los Ángeles y azúcar	0.006412	0.011802
Gasolina Nueva York y azúcar	0.008369	0.005426
Gasolina Costa del Golfo y azúcar	0.008280	0.006581

Fuente: Elaboración propia con datos de Reuters y Agencia de Información de Energía (EIA).

4.1.1.2. Gasolina y maíz

El precio internacional del maíz utilizado fue el precio Spot del maíz amarillo; mientras que los precios internacionales de referencia utilizados para la gasolina fueron el Spot de Nueva York, Spot de Los Ángeles, Spot de la Costa del Golfo de Estados Unidos. Como el caso anterior, el primer paso consistió en verificar que las series son integradas en el mismo orden. Para lo anterior se comprobó que las series de los precios internacionales del maíz, gasolina

Los Ángeles, gasolina Nueva York y gasolina Costa del Golfo de Estados Unidos son integradas de orden 1, ya que dichas series no son estacionarias en su nivel y se vuelven estacionarias en su primera diferencia.

Ya que fue verificado que todas las series son integradas en el mismo orden se prosiguió a seguir el Método de Engle y Granger (1987), para elaborar un Modelo de Corrección de Errores. Como primer paso se corrió una regresión teniendo como variable dependiente al precio internacional del azúcar y como variable independiente al precio internacional de la gasolina. El segundo paso consistió en guardar la serie de residuales de la regresión mencionada. El tercer paso consistió en correr una nueva regresión teniendo como variable dependiente la primera diferencia del precio internacional del azúcar, y como variables independientes: 1) la primera diferencia del precio internacional del azúcar rezagada un período; 2) la primera diferencia del precio internacional de la gasolina; 3) la primera diferencia del precio internacional de la gasolina rezagada un período; 4) el residual de la primera regresión rezagado un período.

1) Gasolina Los Ángeles y maíz

El coeficiente de los residuales indica que aproximadamente 0.19% del desequilibrio del precio internacional del maíz se “corrige” cada día por cambios en el precio internacional de referencia de la gasolina Los Ángeles. Por otro lado, la corrección del error del VAR (Vector Autorregresivo) del grupo conformado por el precio internacional del maíz y el precio internacional de la gasolina Los Ángeles indicó que aproximadamente el 0.21% del desequilibrio del precio internacional del azúcar se “corrige” cada día por cambios en el precio internacional de referencia de la gasolina Los Ángeles (ver cuadro 10). Ambos modelos de corrección de errores permiten reforzar la existencia de cointegración entre los precios internacionales de la gasolina (Los Ángeles) y del maíz. En este sentido, existe una relación de largo plazo entre ambos precios.

2) Gasolina Nueva York y maíz

El coeficiente de los residuales indica que aproximadamente 0.21% del desequilibrio del precio internacional del maíz se “corrige” cada día por cambios en el precio internacional de referencia de la gasolina Nueva York. Por otro lado, la corrección del error del VAR (Vector Autorregresivo) del grupo conformado por el precio internacional del maíz y el precio internacional de la gasolina Nueva York indicó que aproximadamente el 0.13% del desequilibrio del precio internacional del azúcar se “corrige” cada día por cambios en el precio internacional de referencia de la gasolina Nueva York (ver cuadro 10). Ambos modelos de corrección de errores permiten reforzar la existencia de cointegración entre los precios internacionales de la gasolina (Nueva York) y del maíz. En este sentido, existe una relación de largo plazo entre ambos precios.

3) Gasolina de la Costa del Golfo y maíz

El coeficiente de los residuales indica que aproximadamente 0.63% del desequilibrio del precio internacional del maíz se “corrige” cada día por cambios en el precio internacional de referencia de la gasolina Costa del Golfo. Por otro lado, la corrección del error del VAR (Vector Autorregresivo) del grupo conformado por el precio internacional del maíz y el precio internacional de la gasolina Costa del Golfo indicó que aproximadamente el 0.13% del desequilibrio del precio internacional del azúcar se “corrige” cada día por cambios en el precio internacional de referencia de la gasolina Costa del Golfo (ver cuadro 10). Ambos modelos de corrección de errores permiten reforzar la existencia de cointegración entre los precios internacionales de la gasolina (Costa del Golfo) y del maíz. En este sentido, existe una relación de largo plazo entre ambos precios.

Cuadro 10.

Resultados del Modelo de corrección de errores para la gasolina y el maíz

Variable	Coefficiente de los residuales	Corrección del error (Vector Autorregresivo)
Gasolina Los Ángeles y maíz	0.001977	0.002111
Gasolina Nueva York y maíz	0.002123	0.001370
Gasolina Costa del Golfo y maíz	0.006324	0.001370

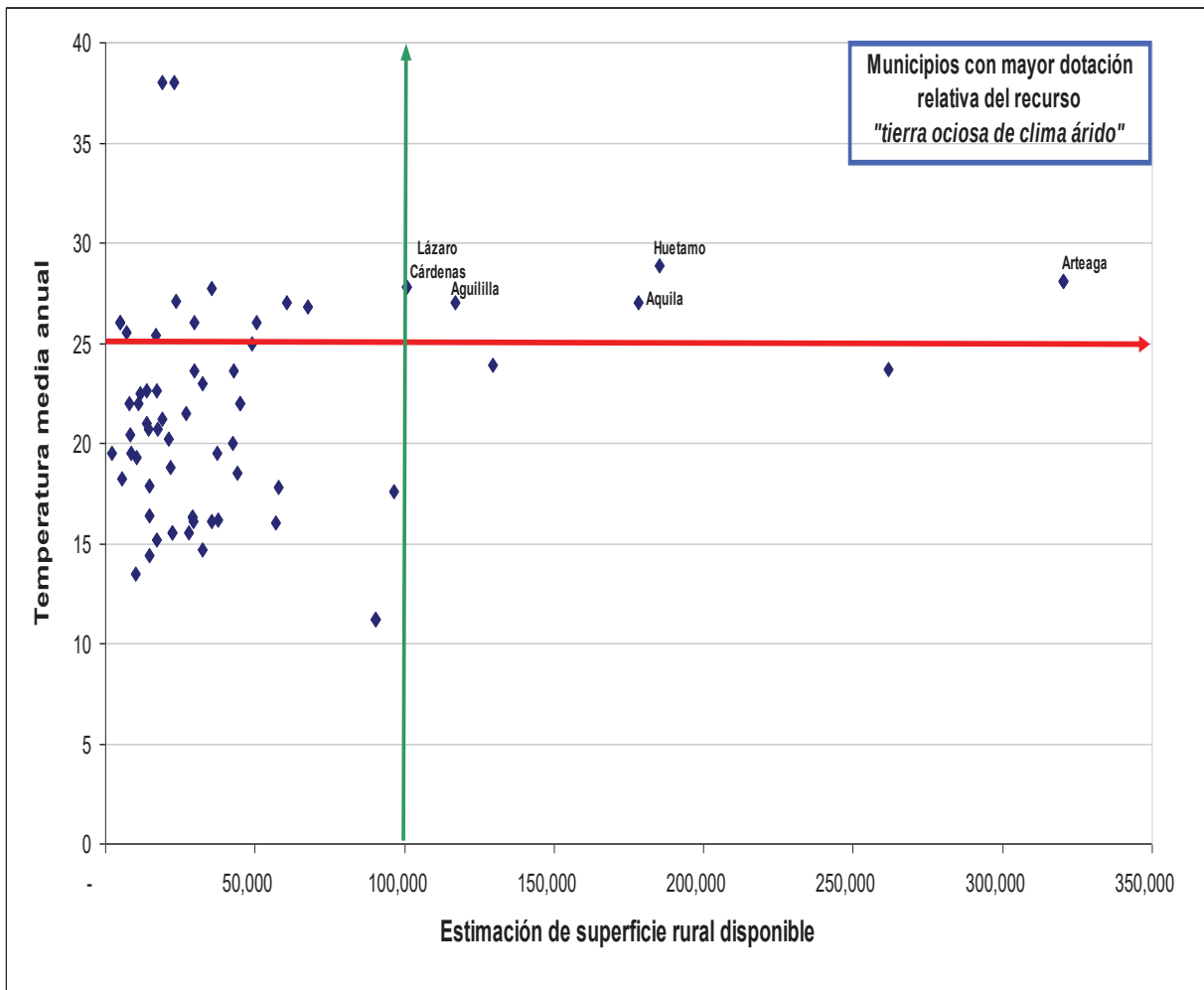
Fuente: Elaboración propia con datos de Reuters y Agencia de Información de Energía (EIA).

4.2. El Modelo Heckscher-Ohlin y la dotación relativa del recurso “tierra ociosa de clima árido para el cultivo de jatropha” en los municipios de Michoacán

Con el Indicador Heckscher-Ohlin, se identificaron los municipios de Michoacán que cuentan con la mayor dotación relativa del recurso “tierra ociosa de clima árido para la producción de jatropha”. Los municipios que presentan mayor dotación relativa del recurso son: Lázaro Cárdenas, Aguililla, Aquila, Huetamo y Arteaga. (ver gráfica 13).

Gráfica 13.

Municipios con mayor dotación del recurso “tierra ociosa de clima árido”



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, SAGARPA y Enciclopedia de Municipios del Estado de Michoacán.

4.2.1. Obtención de la dotación relativa del recurso “tierra ociosa de clima árido”

Para identificar el recurso “tierra ociosa de clima árido” se consideró: i) una temperatura media anual mayor a los 25 grados centígrados; ii) una superficie rural disponible mayor a 100,000 hectáreas.

Se consideraron los municipios que presentan acceso carretero de acuerdo con datos de la SCT. Para la estimación de la superficie rural disponible, se consideró restar un 15% a la superficie total, como porcentaje de la población urbana para los municipios de Morelia, Sahuayo, Zamora, La Piedad, Zitácuaro y Uruapan. Para los municipios restantes, dicho porcentaje fue solamente de un 5% para cada municipio. Finalmente, al resultado obtenido se restó la superficie cultivable y de esta forma se obtuvo la superficie rural disponible para cada municipio.

4.3. Ventajas competitivas de los municipios de Michoacán con relación a su vinculación en la logística de exportación de biodiesel desde el Puerto Lázaro Cárdenas

Con el indicador de ventajas competitivas se identificaron los municipios de Michoacán que presentan ventajas para su vinculación en la logística de exportación del biodiesel desde el Puerto Lázaro Cárdenas.

4.3.1. Obtención de las estimaciones para el tiempo y costo total de traslado del insumo (jatropha)

a) El tiempo de traslado del insumo en horas del municipio de origen a Lázaro Cárdenas, se obtuvo de datos de la SCT.

b) El costo por litro de diesel fue de 5.80551 hasta el año 2009. Asimismo, la obtención de la estimación del costo del diesel del municipio de origen a Lázaro Cárdenas (considerando un rendimiento de 2 km por litro), se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Costo del diesel por recorrido} = \text{Longitud en kilómetros} / 2 \times \text{Costo del diesel}$$

a) El costo del pago del chofer encargado del traslado de la materia prima (jatropha), se calculó mediante la siguiente fórmula:

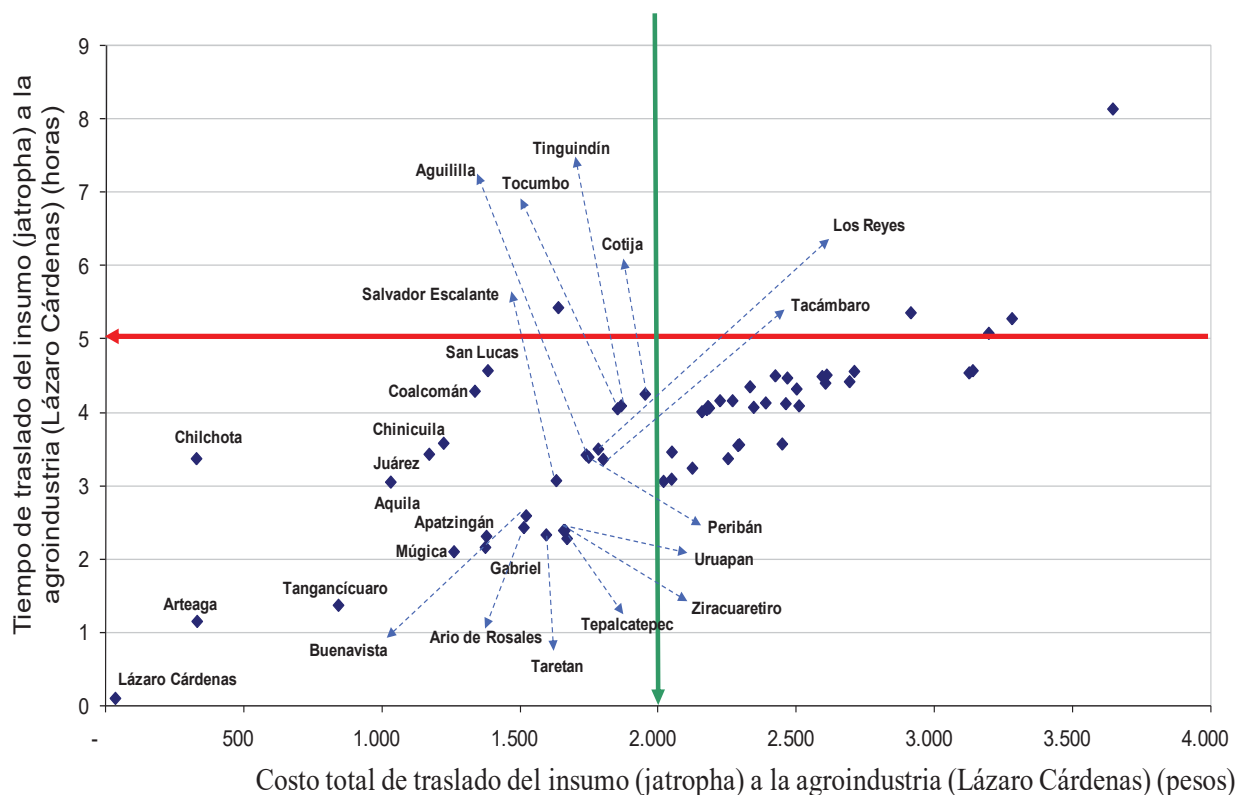
$$\text{Costo del chofer por recorrido} = \text{Costo del diesel} \div 2 \times \text{Longitud en kilómetros.}$$

c) El costo del camión para el traslado del insumo, se obtuvo de datos proporcionados por la SCT, considerando el pago de casetas para un camión de 6 ejes del municipio de origen a Lázaro Cárdenas.

d) Finalmente, la estimación del costo total del traslado del insumo (jatropha) hacia el Puerto de Lázaro Cárdenas, se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Costo total de traslado} = \text{Costo del diesel (por recorrido)} + \text{Costo del chofer (por recorrido)} + \text{Costo del camión (casetas)}$$

Gráfica 14. Municipios de Michoacán con relación a su vinculación en la logística de exportación de biodiesel desde el Puerto Lázaro Cárdenas



Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Los cálculos anteriores permitieron identificar a los municipios que se encuentran a menos de 5 horas de tiempo de traslado del insumo (jatropha) hacia el Puerto de Lázaro Cárdenas y un costo de traslado menor a 2,000 pesos a los siguientes: Lázaro Cárdenas, Arteaga, Chilchota, Tangancícuaro, Aguila, Música, Juárez, Chinicuila, Coalcomán, San Lucas, Apatzingán, Gabriel Zamora, Ario de Rosales, Salvador Escalante, Ario, Teretán, Tepalcaltepec, Ziracuarentiro, Uruapan, Aguililla, Periban, Tacámbaro, Los Reyes, Tocumbo, Tinguindín y Cotija.

4.4. Índice de competitividad de los municipios de Michoacán con relación a su vinculación en un proyecto de producción y exportación de biodiesel

Mediante una combinación de los componentes de los indicadores Heckscher-Ohlin y ventajas competitivas, se desarrolló un índice de competitividad de los municipios con relación a su vinculación en un proyecto de producción y exportación de biodiesel.

$$I_i^C = 0.4 \log \zeta_i + 0.3 \log \tau_i - 0.1 \log \upsilon_i - 0.2 \log \phi_i$$

Donde:

I_i^C : Índice de competitividad del municipio i (donde i = 1, 2, 3, ..., n) con relación a su vinculación en un proyecto de producción y exportación de biodiesel

ζ_i : Superficie rural disponible en el municipio i (donde i = 1, 2, 3, ..., n)

τ_i : Temperatura media anual en el municipio i (donde i = 1, 2, 3, ..., n)

υ_i : Tiempo de traslado del municipio i (donde i = 1, 2, 3, ..., n) al Puerto Lázaro Cárdenas

ϕ_i : Costo monetario de traslado del municipio i (donde i = 1, 2, 3, ..., n) al Puerto Lázaro Cárdenas

Los porcentajes para cada variable (tierra, temperatura anual, costo monetario y tiempo de traslado del insumo) del índice de competitividad se determinaron de acuerdo a los siguientes criterios:

- Superficie rural disponible. Para la superficie rural disponible se consideró una ponderación del 40% (0.4) ya que dicha variable es la de mayor importancia para el cultivo del insumo (jatropha).
- Temperatura media anual. La temperatura media anual se consideró de 30% (0.3); ya que es otra de las variables de mayor importancia para el cultivo del insumo.

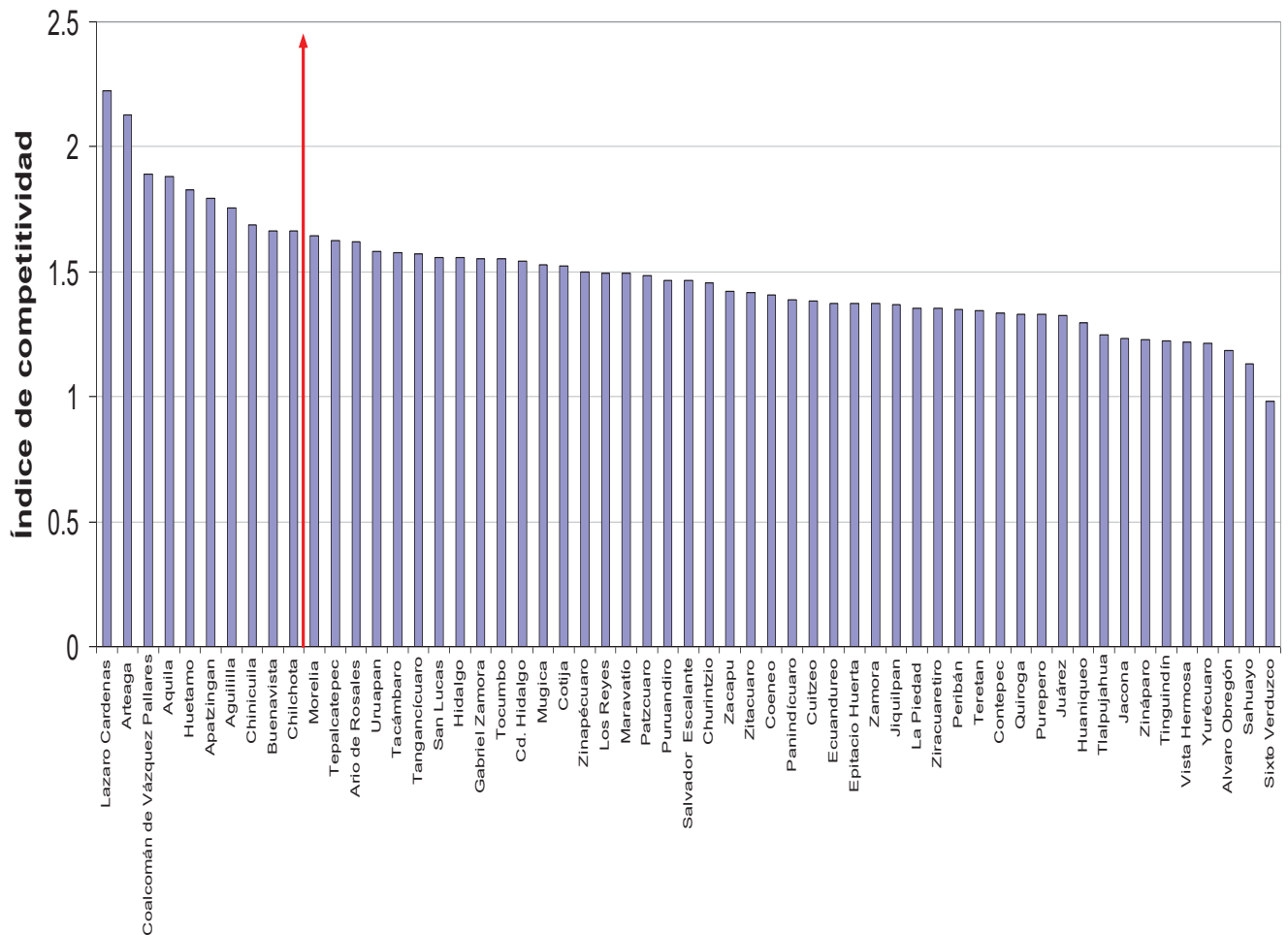
La superficie rural disponible y la temperatura media anual, presentan una relación positiva con el índice ya que el aumento en dichas variables, incrementa el nivel de competitividad para el municipio correspondiente.

- Costo monetario. Para el costo monetario se contempló un 20% (0.2) de ponderación. La relación del costo monetario con el índice de competitividad es negativa; ya que el aumento en dicha variable disminuye el índice de competitividad.
- Tiempo de traslado. Al componente del tiempo de traslado se le consideró una ponderación de 10% (0.1), siendo el componente menos significativo ya que el insumo no es perecedero.

El Índice de Competitividad permitió identificar los municipios con mayores ventajas competitivas para vincularse al proyecto de “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”. Los diez municipios identificados con mayor nivel de competitividad para vincularse al proyecto: Lázaro Cárdenas, Arteaga, Coalcomán, Aquila, Huetamo, Apatzingán, Aguililla, Chinicuila, Buenavista y Chilchota (ver gráfica 15).

Gráfica 15.

Municipios con mayor índice de competitividad en relación al proyecto de producción y exportación de biodiesel en Michoacán



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, SAGARPA y la SCT.

4.5. Antecedentes y explicación del proyecto “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”

Los biocombustibles presentan una tendencia a substituir a los combustibles fósiles y se estima que su demanda experimentará un crecimiento sostenido por un lapso no menor a 40 años, ya que se calcula que hasta entonces comenzará a darse una nueva reconversión en el

tipo de combustibles utilizados en el transporte y otras industrias (se dice que el hidrógeno podría llegar a substituir a los biocombustibles).

Como se señaló anteriormente, la gradual substitución de los combustibles fósiles por biocombustibles se debió a dos razones fundamentales:

- 1) Se estima que las reservas probadas y probables de combustibles fósiles se agotarán aproximadamente en un siglo.
- 2) Es imperativo reducir el impacto ambiental de los combustibles fósiles en el calentamiento global.

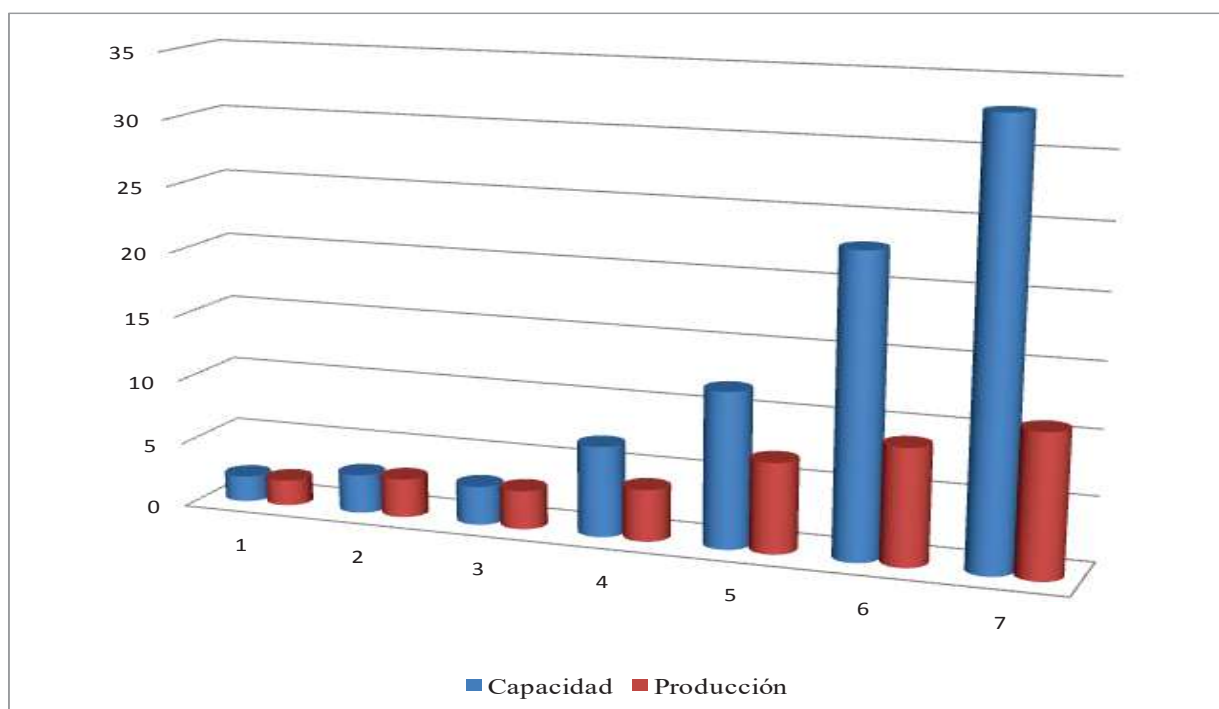
Lo anterior provocó:

- La necesidad por impulsar la producción y consumo de biocombustibles ha impulsado una atractiva oportunidad de negocio en el mercado global.
- Se ha analizado el impacto negativo de emplear insumos que compiten con la alimentación para la producción de biocombustibles (i.e. maíz, soya, sorgo, etc).
- Los negocios más viables y sustentables dentro del mercado de los biocombustibles serán aquellos vinculados a insumos que no afecten la agricultura y/o la alimentación, por ejemplo la producción de biodiesel a partir de *jatropha*.

4.5.1. Explicación del proyecto: “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”

De acuerdo con información de la empresa APPA, Biocarburantes; la Unión Europea es productora y consumidora de un 80% del biodiesel a nivel mundial. Además se considera que este representará un 3% del combustible en transporte, y para el 2010 llegará hasta un 6% (ver gráfica 16).

Gráfica 16.
Producción y capacidad productiva mundial de biodiesel en la Unión Europea, 2002-
2008
(Millones de toneladas por año)

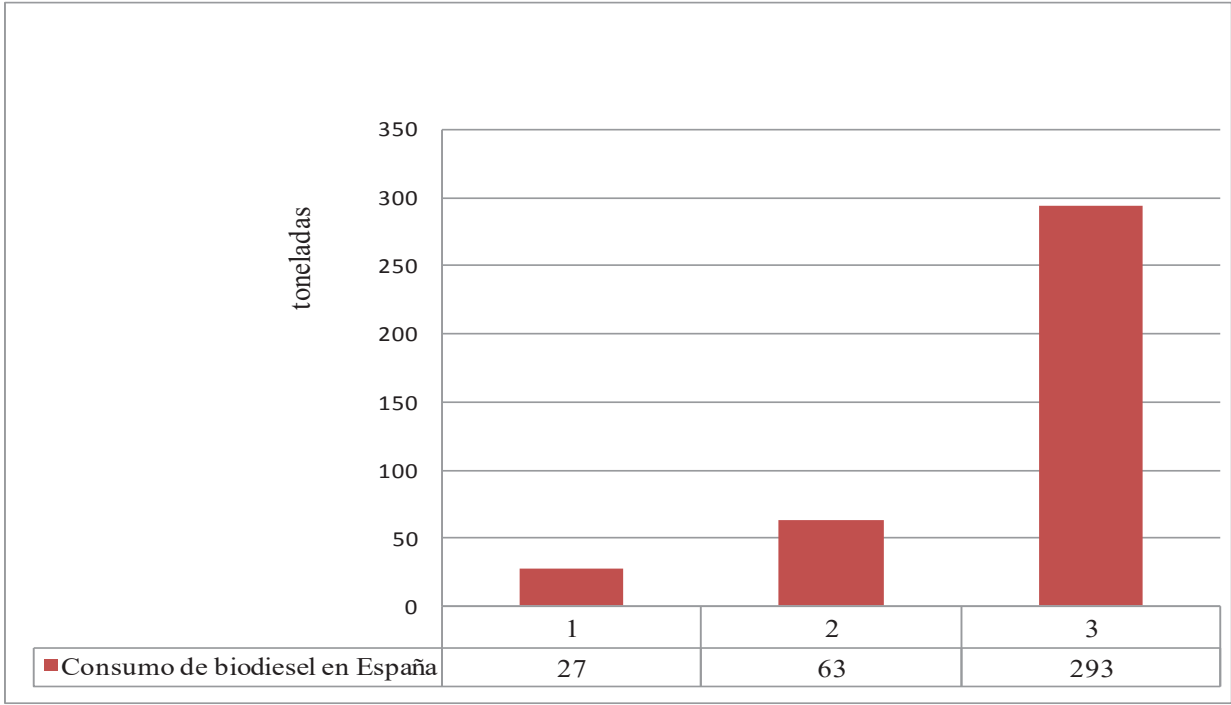


Fuente: APPA, Biocarburantes. Biodiesel 2020: Estudio del mercado mundial.

En este sentido, el gobierno de España impulsó un plan para la producción de etanol y biodiesel; sin embargo las metas que fijadas con relación a la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles serán difíciles de alcanzar sin el recurso de las importaciones. El Plan de Energías Renovables 2005-2010 ha fijado que España deberá alcanzar en 2010 la sustitución del 5.83% de su consumo de combustibles fósiles por biocombustibles; en 2007 dicha sustitución era apenas del 1.16%; por lo que las importaciones de España de biocombustibles ha aumentado para alcanzar el 5.83% de sustitución (APPA Biocarburantes, 2008).

Por lo anterior, se considera como mercado objetivo primario del proyecto “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán” a España (bajo el supuesto de que se continúa con la meta de substituir el 5.83% del diesel por biodiesel); sin dejar de considerar la diversificación de las exportaciones hacia otros países de la Unión Europea y a los socios de México en el TLCAN (ver gráfica 17).

Gráfica 17.
Consumo de biodiesel en España, 2005-2007
(Toneladas)

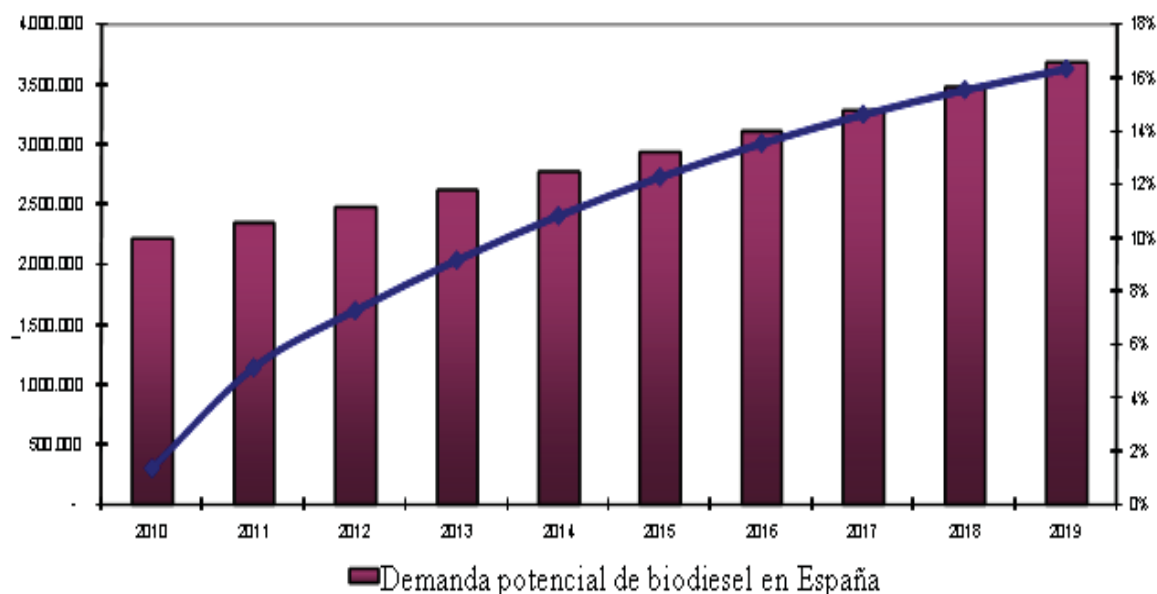


Fuente: APPA Biocarburantes. Biodiesel 2020: Estudio del mercado mundial.

Por tanto, con base en el supuesto de sustitución de 5.83% de diesel por biodiesel se calculó la demanda potencial para el mercado objetivo de España, alcanzando para el 2019 un 16% del porcentaje de penetración potencial de las exportaciones del proyecto en Michoacán (ver gráfica 18).

Gráfica 18.

Demanda potencial de biodiesel en España y penetración de las exportaciones del proyecto en Michoacán, 2010-2019



Fuente: Elaboración propia con datos de los Indicadores Mundiales de Desarrollo (Banco Mundial) y APPA Biocarburantes, 2008.

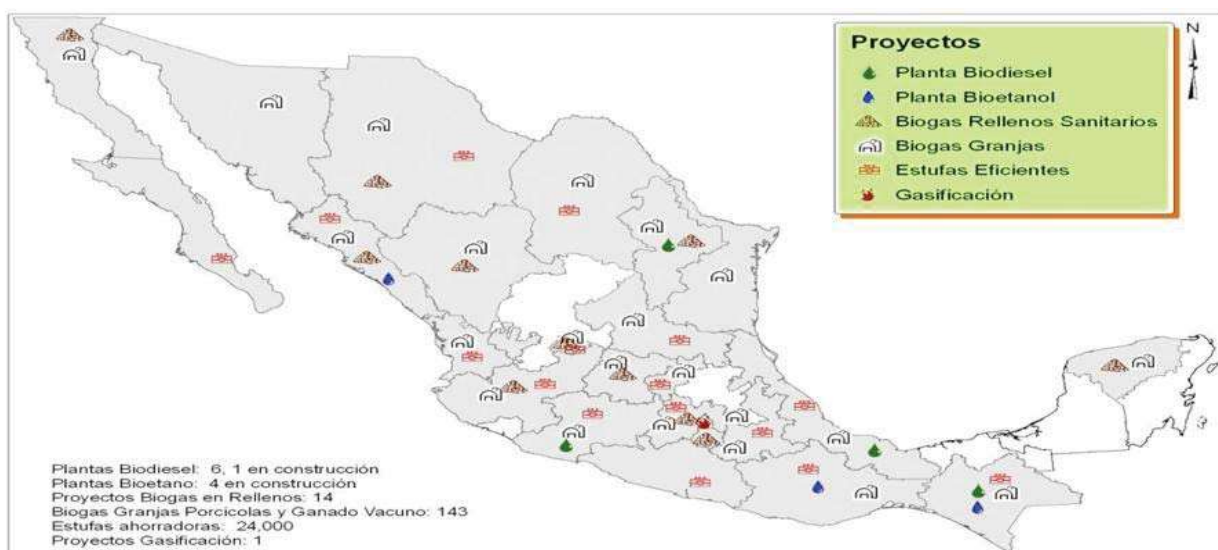
En este sentido, como se ha señalado con anterioridad la jatropha se presenta como uno de los insumos más viables y sustentables para la producción de biodiesel a nivel mundial, contando con las siguientes características (Biodisol, 2008):

- Es un cultivo resistente a todo, más de ocho meses de sequía al año (temperaturas que rondan en los 40 grados centígrados).
- La jatropha protege y fertiliza el suelo; ya que la caída de las hojas hace que se forme un manto protector, de esta forma el suelo erosionado vuelve a ser fértil.
- En lugares desérticos donde no crece nada por la falta de agua y calor, la jatropha es capaz de crear con sus arbustos que alcanzan los seis metros, auténticos bosques verdes.
- El cultivo de jatropha beneficia regiones improductivas, con puestos de trabajo y desarrollo local.

Se tiene información de que el estado de Michoacán ha realizado estudios a fin de impulsar una nueva alternativa de cultivos, llegado a la conclusión de que la entidad cuenta con las condiciones necesarias para la plantación de la jatropha para la generación de biodiesel. En el estado se localizaron 181 sitios susceptibles para la plantación de jatropha en 22 municipios ubicados particularmente en las regiones de costa y tierra caliente; entre ellos Aquila, Arteaga y Lázaro Cárdenas. Asimismo, se ha encontrado a la jatropha como el aceite de mejor calidad para la producción del biodiesel; siendo la jatropha michoacana una especie no tóxica donde después de extraer el aceite es posible utilizarlo para la producción de alimento balanceado de alto contenido proteínico, lo cual da un beneficio adicional al agricultor michoacano (SEDECO, 2007).

Por lo anterior, de las 6 plantas de producción de biodiesel en México, una se encuentra en el municipio de Lázaro Cárdenas, Michoacán. En el año 2007, la empresa Bioenergex como parte del grupo Propalma (especialistas en la producción de biodiesel) y el Gobierno del Estado de Michoacán, dieron inicio a las operaciones de de una planta generadora de biodiesel en el Parque de la Pequeña y Mediana Industria en Lázaro Cárdenas, Michoacán.

Figura 4.
Proyectos de energías renovables en México



Fuente: REMBIO. Red Mexicana de Bioenergía.

Sin embargo, para el año 2008 se determinó el cierre temporal de las operaciones de la planta de biodiesel a causa de la sustitución del insumo (jatropha) por una especie de cultivo llamado “coquillo” (coco aceitoso) originario de Chiapas; lo que provocó el incremento en costos y por tanto, la operación de la planta de manera esporádica y a un nivel muy por debajo de su potencial. En este sentido, el proyecto de “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán” que se propone en la presente investigación, pretende aprovechar y escalar la planta de biodiesel ya existente en Lázaro Cárdenas. Para lo anterior, el proyecto contempla en una primera etapa de 5 años, la siembra de 200 mil hectáreas de jatropha, en los municipios de Aquila, Lázaro Cárdenas y Arteaga (ver figura 5).

Durante la segunda etapa, se buscará duplicar la superficie cultivada de jatropha para alcanzar las 400 mil hectáreas. La superficie adicional se buscará en los 3 municipios en donde ya se cultivaba en la 1ª etapa del proyecto, así como en municipios aledaños dentro de la región de tierra caliente. Es importante recordar que el proyecto pretende cultivar jatropha en tierras ociosas las regiones de costa y tierra caliente (ver figura 7).

Figura 5.
Michoacán, división por municipios



Fuente: INEGI (2008).

Actuar a tiempo será clave para el éxito del proyecto, ya que se vislumbra competencia. Otras empresas contemplan el cultivo de la *jatropha* en Michoacán para producir biodiesel. La empresa alemana Jatro Biofuels, inició la producción extensiva de *jatropha* en Michoacán; con una inversión aproximada de 200 millones de dólares, dentro de la región de tierra caliente por considerar los beneficios del cultivo de *jatropha* en dicha región y considerando el establecimiento de una planta procesadora de biodiesel para exportación hacia Alemania.

Por otra parte, el municipio de Lázaro Cárdenas por su ubicación es el lugar óptimo para la producción y exportación de biodiesel, ya que cuenta con un puerto marítimo que presenta las siguientes grandes ventajas, de acuerdo con la Administración Portuaria Lázaro Cárdenas S.A. de C.V:

1) Puerto Lázaro Cárdenas:

- Está acondicionado para recibir navíos de grandes dimensiones y todo tipo de cargas; es el único puerto protegido de México que puede recibir embarcaciones de hasta 165 mil toneladas de desplazamiento.
- Cuenta con accesos carretero y ferroviario, energía eléctrica de alta, media y baja tensión, agua cruda, telefonía, y combustible para satisfacer la demanda de la industria que pueda establecerse.
- Algunas de las líneas navieras de servicio regular que operan carga de contenedores en el puerto son: Hapag-Lloyd; Evergreen; APL; COSCO; CSAV; Hamburgsud; Agunsa; CCNI; Maerskline.
- Aeropuerto Nacional de Ciudad Lázaro Cárdenas: Operan cuatro líneas aéreas nacionales con vuelos a la Ciudad de México y Guadalajara.

2) Ferrocarril de carga: Forma parte del corredor TLCAN (Tratado de Libre Comercio de América del Norte); puede enviarse carga desde Lázaro Cárdenas hasta diversos puntos de EE.UU. y Canadá.

3) Carreteras: Lázaro Cárdenas está comunicado por dos carreteras estatales.

Figura 6.

Puerto de Lázaro Cárdenas: ubicación de la planta de biodiesel



Fuente: Google-Earth, 2009.

Las modernas instalaciones del Puerto Lázaro Cárdenas, están equipadas y calificadas para cubrir con eficacia, seguridad y productividad todas las actividades comprendidas en un puerto industrial y comercial de su magnitud. El Puerto Lázaro Cárdenas está diseñado para facilitar las operaciones de comercio internacional, siendo uno de los puntos de interconexión dentro del corredor NAFTA ó TLCAN, se puede enviar carga por ferrocarril desde Lázaro Cárdenas hasta diversos puntos de EE.UU. y Canadá (ver figura 7).

Figura 7.
Puntos de interconexión del corredor NAFTA 6 TLCAN



Fuente: INEGI (2008).

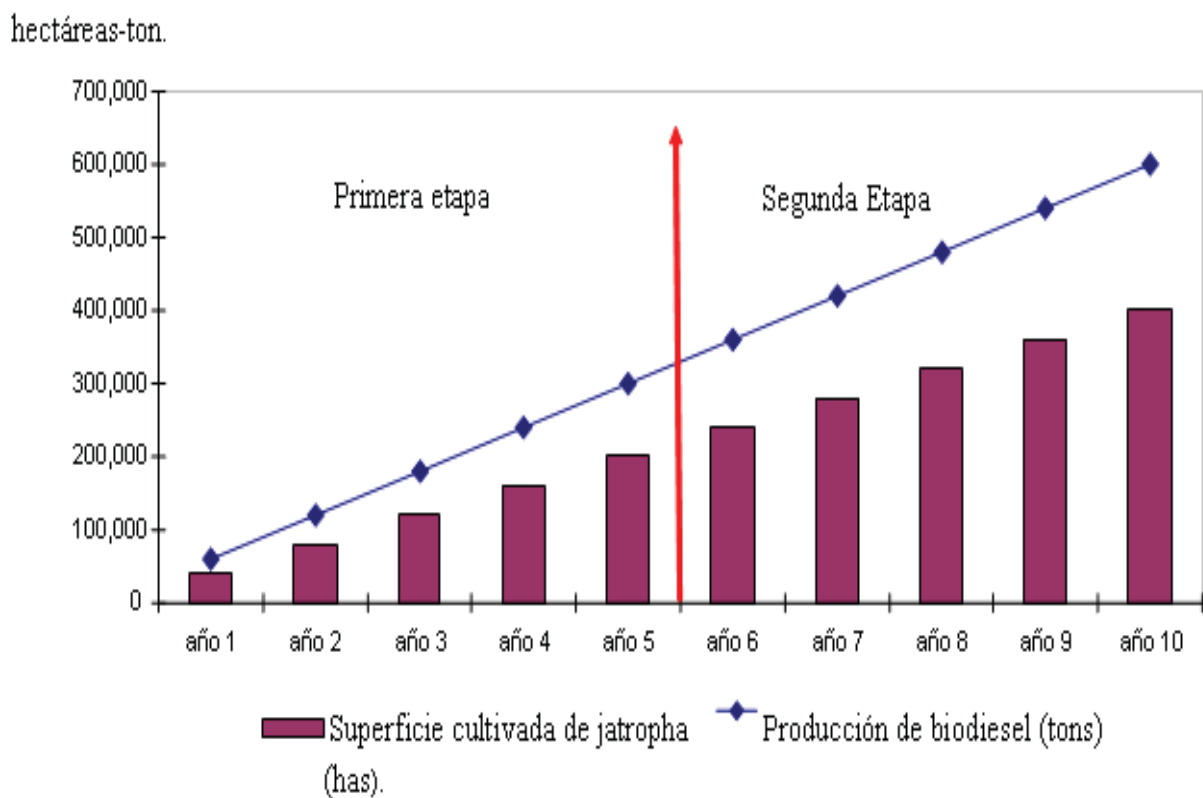
4.6. Evaluación financiera y económica y análisis de riesgo del proyecto: “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”

En este apartado, se presenta la evaluación financiera y económica del proyecto “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”. La finalidad de dichas evaluaciones es demostrar que el proyecto es rentable; y conocer las implicaciones positivas o negativas que puede generar su implementación (externalidades).

Se contempló que se incrementará gradualmente la producción de biodiesel en un orden de 60 mil toneladas por año. Al final de la primera etapa se tendría como meta producir 300 mil toneladas de biodiesel, y al final de la segunda etapa 600 mil toneladas. De acuerdo con la

FAO, en su Informe Global de Bioenergía 2008, se pueden producir entre 1.5 y 2.5 toneladas de biodiesel por hectárea cultivada de jatropha. Por lo que se tomó el menor rango, es decir, 1.5 toneladas de biodiesel por hectárea para proyectar la producción de biocombustible en el proyecto (ver gráfica 19).

Gráfica 19.
Superficie cultivada de jatropha y producción de biodiesel en el proyecto



La crisis económica internacional ocasionó que el precio del biodiesel disminuyera considerablemente hasta 5.5 dólares por galón hasta julio del 2009; sin embargo, la recuperación de la economía mundial presionará a la alza nuevamente dicho precio.

4.6.1. Evaluación financiera del proyecto

De acuerdo a los resultados de la evaluación financiera del proyecto, considerando un horizonte temporal de 10 años, se obtiene un Valor Presente Neto (VPN) de 9.8 mil millones de pesos. Asimismo, el proyecto tiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 85%. Para obtener estos resultados se consideraron los siguientes parámetros: i) rendimiento de la producción de jatropha de 1.5 toneladas por hectárea; ii) precio de exportación del galón de biodiesel de 5.5 dólares; iii) tipo de cambio (24 de Julio 2009) de 13.219 pesos por dólar; iv) costo de exportación por tonelada de biodiesel de 500 dólares; v) tasa de descuento equivalente a la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio 28 días (TIIE 28) más 10 puntos (referencia a la TIIE del 24 de Julio de 2009) igual a 15%.

Se considerando los siguientes costos para la implementación del proyecto:

- a) Costo de adquisición de semilla genéticamente mejorada de jatropha
- b) Costos de construcción de la planta para extracto de aceite y refinería
- c) Capital de trabajo (incluyendo campo y fábrica)
- d) Costos de transporte, empaque, embalaje, puerto, etc.
- e) Depreciación de infraestructura y equipo

Como ingresos se consideran los generados por las exportaciones de biodiesel hacia el mercado de España (ver cuadro 11).

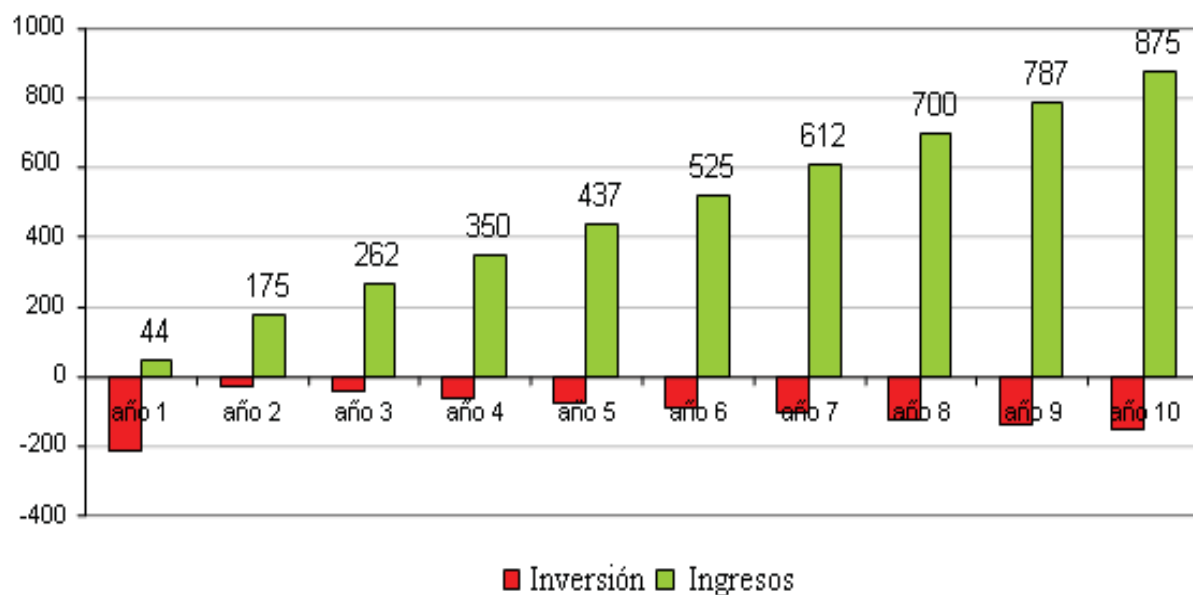
Cuadro 11.

Datos para la evaluación financiera del proyecto: “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
COSTOS										
Adquisición de semilla genéticamente mejorada de jatropa	158,628,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de la planta extractora de aceite	1,586,280,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de la refinería	396,570,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capital de trabajo (incluyendo campo y fábrica)	165,237,500	396,570,000	594,855,000	793,140,000	991,425,000	1,189,710,000	1,387,995,000	1,586,280,000	1,784,565,000	1,982,850,000
(transporte, empaque, embalaje, puerto, etc.)	198,285,000	793,140,000	1,189,710,000	1,586,280,000	1,982,850,000	2,379,420,000	2,775,990,000	3,172,560,000	3,569,130,000	3,965,700,000
Depreciación de infraestructura y equipo	39,657,000	79,314,000	79,314,000	79,314,000	79,314,000	79,314,000	79,314,000	79,314,000	79,314,000	79,314,000
Costos Totales	2,544,657,500	1,269,024,000	1,863,879,000	2,458,734,000	3,053,589,000	3,648,444,000	4,243,299,000	4,838,154,000	5,433,009,000	6,027,864,000
INGRESOS										
Exportación de biodiesel	578,000,775	2,312,003,100	3,468,004,650	4,624,006,200	5,780,007,750	6,936,009,300	8,092,010,850	9,248,012,400	10,404,013,950	11,560,015,500
Beneficios Totales	-	1,966,656,725	1,042,979,100	1,604,125,650	2,165,272,200	2,726,418,750	3,287,565,300	3,848,711,850	4,409,858,400	4,971,004,950
VPN	\$9,817,059,970									
t.d. {TIE 28 días + 10 puntos}	15%									
TIR	85%									
VARIABLES SENSIBLES										
Rendimiento en la producción de jatropa (toneladas por hectárea)	1.5									
Precio de exportación por galón de biodiesel en dólares	5.5									
Tipo de cambio pesos por dólar (24 Julio 2009)	13.219									
Costo de exportación por tonelada de biodiesel en dólares	500									
TIE 28 días (24 Julio 2009)	4.89%									
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Escala de producción (hectáreas cultivadas de jatropa)	40,000	80,000	120,000	160,000	200,000	240,000	280,000	320,000	360,000	400,000
Escala de producción (toneladas de biodiesel)	30,000	120,000	180,000	240,000	300,000	360,000	420,000	480,000	540,000	600,000

Aun considerando el bajo precio actual del biodiesel (5.5 dólares por galón), se estima que el proyecto presente flujos netos positivos a partir del segundo año (ver gráfica 20).

Gráfica 20.
Flujos de efectivo estimados del proyecto (Millones de dólares)



4.6.1.1. Análisis de sensibilidad para el proyecto

Se realizó un análisis de sensibilidad para lo que se utilizó el programa Crystal-Ball, que permite realizar simulaciones de tipo Monte-Carlo, que asignan valores aleatorios a las variables sensibles seleccionadas de acuerdo a distintos supuestos asociados a diferentes escenarios de riesgo. Las variables sensibles seleccionadas en dicho análisis fueron las siguientes:

- Precio de exportación por galón de biodiesel
- Tipo de cambio pesos-dólar (24 julio 2009)
- Costo de exportación por tonelada de biodiesel
- Tasa Interbancaria de Equilibrio (TIIE) a 28 días
- Rendimiento en la producción de jatropha

Se asignó una función de probabilidad normal, ajustando las variables a los distintos escenarios de riesgo (optimista, neutral y pesimista). Siendo el VPN la variable a pronosticar en el análisis de riesgo.

4.6.1.1.1. Análisis de sensibilidad para evaluación financiera

a) Análisis de riesgo: escenario pesimista de la evaluación financiera del proyecto

Se realizó un análisis de sensibilidad para la evaluación financiera del proyecto “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”. Los supuestos en un escenario pesimista sobre las variables sensibles fueron los siguientes: se acotó su distribución de probabilidad de la media a la izquierda en aquellas variables que guardan una relación positiva con el VPN; mientras tanto, se acotó la distribución de probabilidad de la media a la derecha en las variables que guardan una relación negativa con el VPN. En dicho escenario, se obtuvo como resultado que 100% de los VPN’S fueron mayores o iguales a cero.

Para el escenario neutral de la evaluación financiera del proyecto, los supuestos de las variables sensibles utilizan toda la distribución de probabilidad. Al igual que en el gráfico anterior, se obtuvo como resultado el 100% de los VPN son mayores o iguales a cero. Finalmente, en el escenario optimista de la evaluación financiera del proyecto se acotaron las distribuciones de probabilidad de las variables sensibles de la media hacia la derecha en aquellas variables que guardan una relación positiva con el VPN, y de la media a la izquierda en aquellas variables que guardan una relación negativa con el VPN. El escenario optimista de la evaluación financiera arrojó que el 100% de los VPN son mayores o iguales a cero (ver anexo 28).

4.6.2. Evaluación económica y análisis de riesgo del proyecto

En la evaluación económica de un proyecto a la evaluación financiera se suman las externalidades generadas por dicho proyecto. De esta manera, la evaluación económica permite conocer cuánto puede afectar o beneficiar un proyecto a la sociedad en conjunto. En el proyecto “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán” se observaron las siguientes externalidades positivas:

1) A nivel ambiental: Un menor uso de energías no renovables (petróleo), lo cual implica la reducción de CO₂ por la sustitución de diesel por biodiesel y provoca la reducción en las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (como el CO₂) que son las responsables del calentamiento global y el cambio climático.

2) A nivel social: El empleo generado por el proyecto de “producción y exportación de biodiesel en Michoacán” para algunos municipios de las regiones de costa y tierra caliente del estado de Michoacán, considerando 10 jornales por hectárea, en 200 pesos por jornal.

Los resultados de la evaluación económica indican que el proyecto es rentable desde el punto de vista económico, arrojando un VPN de 11.776 miles de millones de pesos y una TIR de 99%. Por tanto los beneficios económicos considerando las externalidades del mismo son suficientes para hacer rentable dicho proyecto (ver cuadro 12).

a) Análisis de riesgo: escenario pesimista de la evaluación económica del proyecto

En el escenario pesimista, los supuestos sobre las variables sensibles, acotaron la distribución de probabilidad de la media a la izquierda en las variables que guardan una relación positiva con el VPN, y de la media a la derecha en las variables que guardan una relación negativa con el VPN. El escenario pesimista de la evaluación económica del proyecto arrojó que el 100% de los VPN fueron mayores o iguales que cero. Para el escenario neutral de la evaluación económica del proyecto, se utiliza toda la distribución de probabilidad de las variables sensibles. El resultado del escenario neutral arrojó que el 100% de los VPN, fueron mayores o iguales que cero. Finalmente, el escenario optimista de la evaluación económica del proyecto los supuestos sobre las variables sensibles en el escenario optimista acotaron su distribución de probabilidad de la media a la derecha en aquellas variables que guardan una relación positiva con el VPN, como el precio de exportación por galón de biodiesel, tipo de cambio pesos por dólar (hasta el 24 julio de 2009), tipo de cambio pesos por euro, rendimiento en la producción de jatropha y precio por tonelada equivalente de CO₂. Asimismo, se acotó la distribución de probabilidad de la media a la izquierda en la variable sensible que guarda una relación negativa con el VPN, la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) a 28 días.

El resultado del escenario optimista arrojó que el 100% de los VPN fueron mayores o iguales que cero (ver anexo 29).

Cuadro 12.

Datos de la evaluación económica para el proyecto de “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
COSTOS										
Adquisición de semilla genéticamente mejorada de jatropha	158.628.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de la planta extractora de aceite	1.586.280.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de la refinería	396.570.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capital de trabajo (incluyendo campo y fábrica)	165.237.500	396.570.000	594.855.000	793.140.000	991.425.000	1.189.710.000	1.387.995.000	1.586.280.000	1.784.565.000	1.982.850.000
(transporte, empaque, embalaje, puerto, etc.)	198.285.000	793.140.000	1.189.710.000	1.586.280.000	1.982.850.000	2.379.420.000	2.775.990.000	3.172.560.000	3.569.130.000	3.965.700.000
Depreciación de infraestructura y equipo	39.657.000	79.314.000	79.314.000	79.314.000	79.314.000	79.314.000	79.314.000	79.314.000	79.314.000	79.314.000
Costos Totales	2.544.657.500	1.269.024.000	1.863.879.000	2.458.734.000	3.053.589.000	3.648.444.000	4.243.299.000	4.838.154.000	5.433.009.000	6.027.864.000
INGRESOS										
Exportación de biodiesel	578.000.775	2.312.003.100	3.468.004.650	4.624.006.200	5.780.007.750	6.936.009.300	8.092.010.850	9.248.012.400	10.404.013.950	11.560.015.500
EXTERNALIDADES POSITIVAS										
Empleo generado (200 pesos por jornal; 10 jornales por hectárea)	80.000.000	160.000.000	240.000.000	320.000.000	400.000.000	480.000.000	560.000.000	640.000.000	720.000.000	800.000.000
Reducciones de emisiones de CO2 por substituir diesel por biodiesel (toneladas de CO2)	4.632.038	18.528.153	27.792.229	37.056.306	46.320.382	55.584.459	64.848.535	74.112.612	83.376.688	92.640.764
Ingresos Totales	662.632.813	2.490.531.253	3.735.796.879	4.981.062.506	6.226.328.132	7.471.593.759	8.716.859.385	9.962.125.012	11.207.390.638	12.452.656.264
Beneficios Totales	-	1.882.024.687	1.221.507.253	1.871.917.879	2.522.328.506	3.172.739.132	3.823.149.759	4.473.560.385	5.123.971.012	6.424.792.264
VPN	\$11.776.685.199									
t.d. (TIE 28 días + 10 puntos)	15%									
TIR	99%									
VARIABLES SENSIBLES										
Rendimiento en la producción de jatropha (toneladas por hectárea)	1,5									
Precio de exportación por galón de biodiesel en dólares	5,5									
Tipo de cambio pesos por dólar (24 Julio 2009)	13,219									
Tipo de cambio pesos por euro (24 Julio 2009)	18,776									
Costo de exportación por tonelada de biodiesel en dólares	500									
TIE 28 días (24 Julio 2009)	4,89%									
Precio de la tonelada equivalente de CO2 (bono de carbono) (euros) (24 Julio 2009)	14,32									
Reducciones de emisiones de CO2 por galón de biodiesel que substituya a un galón de diesel (gramos de CO2)	2.167									
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Escala de producción (hectáreas cultivadas de jatropha)	40.000	80.000	120.000	160.000	200.000	240.000	280.000	320.000	360.000	400.000
Escala de producción (toneladas de biodiesel)	30.000	120.000	180.000	240.000	300.000	360.000	420.000	480.000	540.000	600.000

4.7. Modelo de datos de panel del comportamiento de la demanda de diesel (biodiesel) en los países miembros de la OCDE

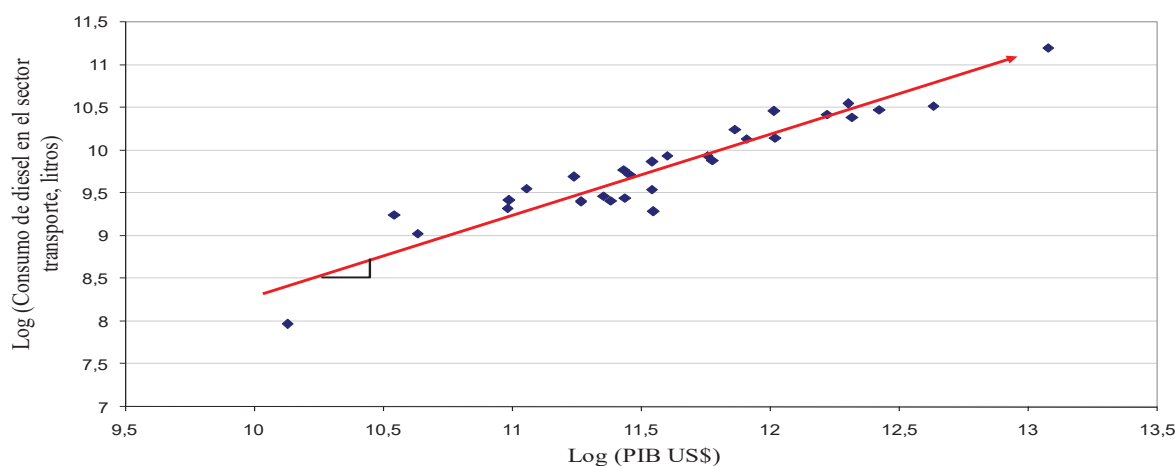
Como se mencionó en el capítulo anterior, se desarrolló un modelo econométrico de tipo datos de panel para explicar el comportamiento de la demanda de diesel (biodiesel) de los países miembros de la OCDE. El modelo de datos panel incluyó series estadísticas de sección cruzada de los 30 países miembros de la OCDE, y series de tiempo de los años 2003 y 2004. La versión definitiva del modelo de datos panel sólo incluyó las variables explicativas que fueron estadísticamente significativas (PIB, porcentaje de población urbana, número de vehículos y porcentaje de caminos pavimentados). El modelo tuvo una bondad de ajuste de 91.7% para explicar la demanda de diesel (biodiesel) de los países de la OCDE (ver anexo 30 y 31).

4.7.1. El PIB y la demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE

El PIB fue una variable significativa para explicar la demanda de diesel de los países de la OCDE. De acuerdo al modelo, ante un aumento de 1% del PIB, la demanda de diesel (biodiesel) se incrementa en 0.32%.

Gráfica 21.

PIB y demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE



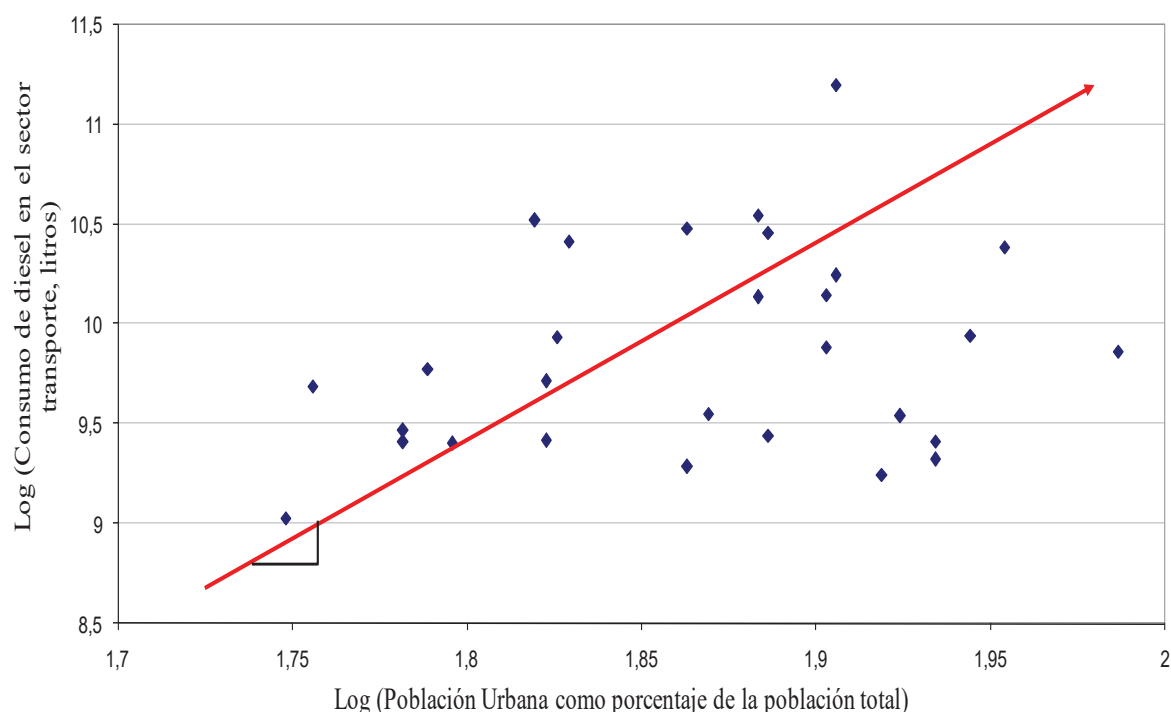
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial. Indicadores de Desarrollo Económico.

4.7.2. El porcentaje de población urbana y la demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE

El porcentaje de población urbana fue una variable significativa para explicar la demanda de diesel (biodiesel) de los países de la OCDE. De acuerdo al modelo, ante un aumento de 1% del porcentaje de población urbana, la demanda de diesel (biodiesel) se incrementa en 0.62%.

Gráfica 22.

Porcentaje de población urbana y demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE



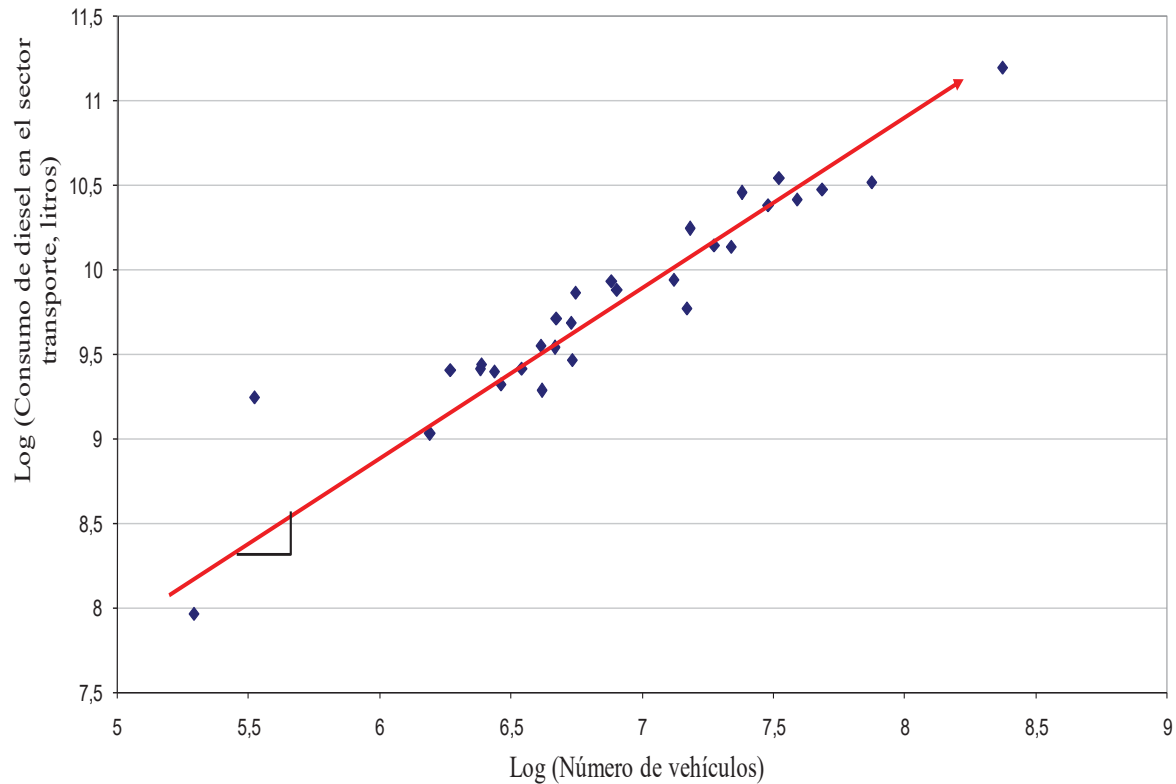
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial. Indicadores de Desarrollo Económico.

4.7.3. El número de vehículos y la demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE

El número de vehículos fue una variable significativa para explicar la demanda de diesel (biodiesel) de los países de la OCDE. De acuerdo al modelo, ante un aumento de 1% en el número de vehículos, la demanda de diesel (biodiesel) se incrementa en 0.58%.

Gráfica 23.

Número de vehículos y demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE



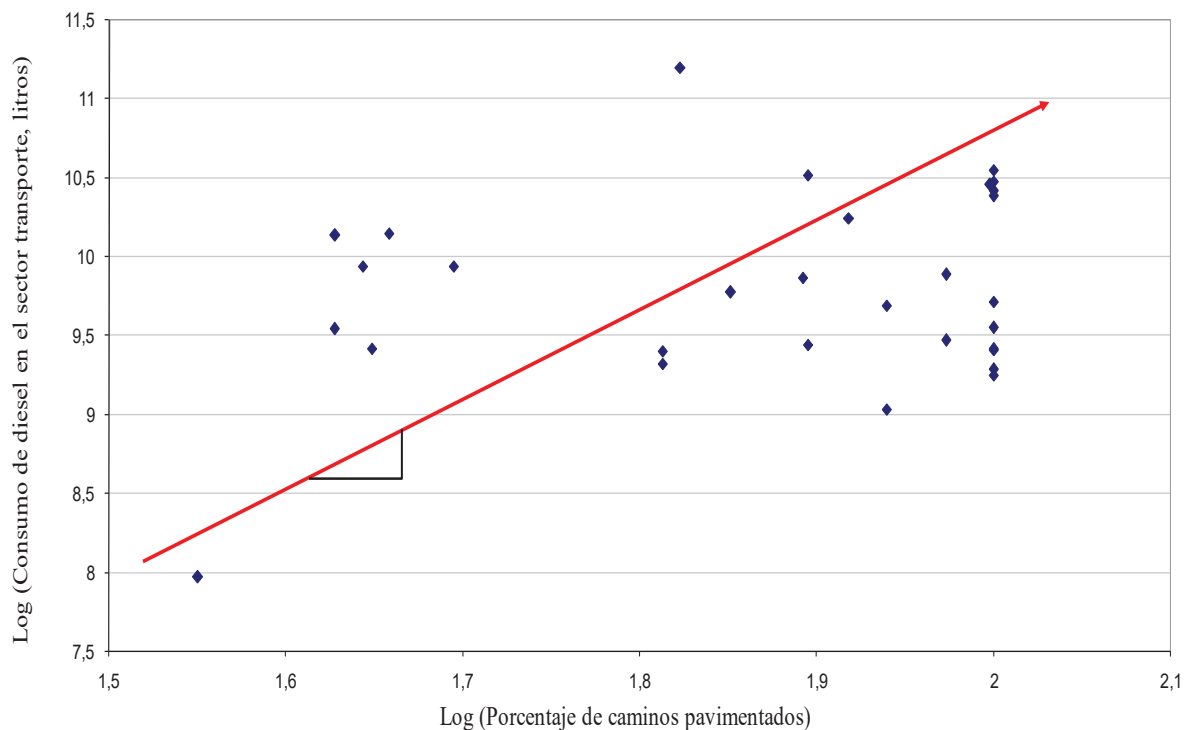
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial. Indicadores de Desarrollo Económico

4.7.4 Porcentaje de caminos pavimentados y la demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE

El porcentaje de caminos pavimentados fue una variable significativa para explicar la demanda de diesel (biodiesel) de los países de la OCDE. De acuerdo al modelo, ante un aumento de 1% del porcentaje de caminos pavimentados, la demanda de diesel (biodiesel) se incrementa en 0.48%.

Gráfica 24.

Porcentaje de caminos pavimentados y demanda de diesel (biodiesel) en países de la OCDE



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial. Indicadores de Desarrollo Económico.

4.8. Aspectos relevantes de logística de exportación para el proyecto de “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”

En este apartado, se describen los aspectos relevantes sobre logística de exportación para el biodiesel desde el Puerto de Lázaro Cárdenas hacia el mercado europeo. En este sentido, de acuerdo con Morales y Moreno (2007), los aspectos logísticos implican la definición del medio de transporte y el seguro de los mismos, así como la manera de contratar formalmente las exportaciones con los clientes en el extranjero. Los aspectos básicos que se pueden considerar en la logística de exportación se pueden resumir en: a) Transporte; b) Características para el empaque y etiquetado de la mercancía; y c) Documentación.

4.8.1. Características del transporte marítimo

A continuación se describen las características del transporte marítimo, de acuerdo al INCOTERM FOB, usualmente empleado para exportar hacia países europeos:

- a) Los embarques marítimos se utilizan para transportar todo tipo de productos pesados, voluminosos y/o no perecederos.
- b) El costo del transporte por agua es muy bajo cuando se trata de enviar productos voluminosos.
- c) Los embalajes deben tener resistencia a la humedad y con las dimensiones típicas utilizadas para los contenedores de un buque.
- d) Sus tiempos de entrega son sincronizados.
- e) Tiene como desventaja ser el modo de transporte más lento de todos y las condiciones del tiempo pueden afectarlo.

4.8.2. INCOTERMS (Términos de intercambio internacional)

Existen reglas de compra-venta internacionalmente adoptadas que definen de modo preciso cuales son los derechos y las obligaciones tanto del vendedor (exportador) como del comprador (importador). Estas reglas llamadas INCOTERMS (Términos de Comercio Internacional), definen la mayoría de las opciones típicas de una compra-venta internacional; siendo utilizadas en los siguientes aspectos (Morales y Moreno, 2007):

- 1) Documentación necesaria para la transportación de la mercancía
- 2) Costos de la transportación de las mercancías
- 3) Riesgos de que ocurra algún siniestro a las mercancías (seguros)
- 4) Momento de transferencia formal de la propiedad de las mercancías

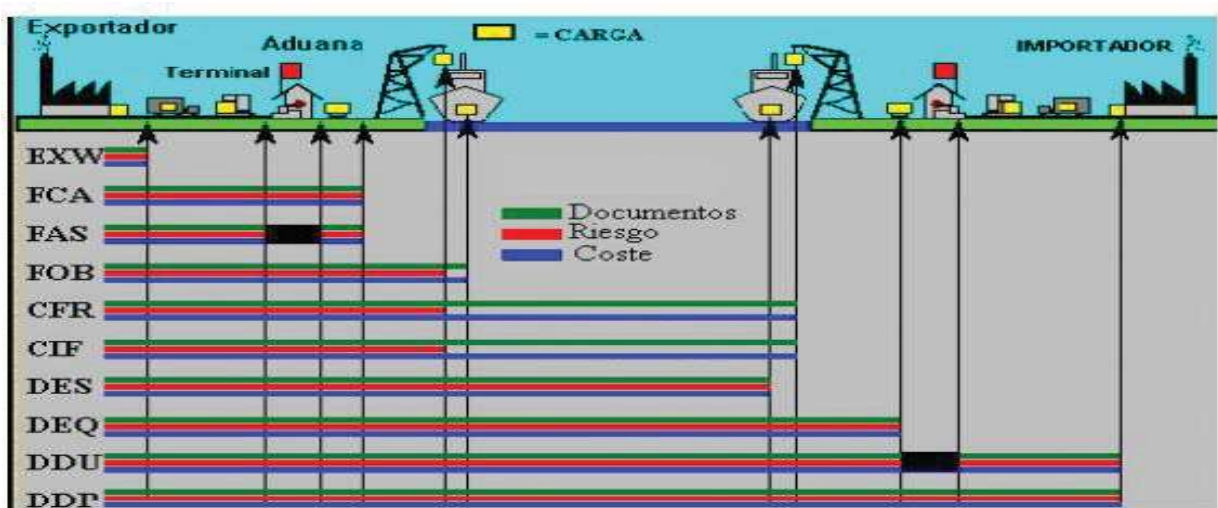
Cuadro 13. INCOTERMS

Grupo E	EXW	Ex Works (En fábrica)
Grupo F	FCA FAS FOB	Free Carrier (Franco Transportista) Free Alongside Ship (Franco al costado del buque) Free On Board (Franco a bordo)
Grupo C	CFR CIF CPT CIP	Cost and Freight (Costo y Flete). Cost Insurance and Freight (Costo Seguro y Flete) Carriage Paid to (Transporte pagado hasta) Carriage and Insurance paid to (Transporte y Seguro pagado hasta)
Grupo D	DAF DES DEQ DDU DDP	Delivery at Frontier (Entregado en Frontera) Delivery Ex Ship (Entregada sobre el buque) Delivery Ex Quay (Entregada en muelle) Delivery Duty Un Paid (Entregada derechos no pagados) Delivery Duty Paid (Entregada Derechos Pagados)

Fuente: Centro Empresarial México-Unión Europea (CEMUE). Programa Integral de Apoyo a las Pequeñas y Medianas Empresas.

En la siguiente figura se representan la cantidad de documentación, costos y el riesgo de acuerdo con el tipo de INCOTERM:

Figura 8.
Documentos, costos y riesgo de acuerdo al INCOTERM



Fuente: Centro Empresarial México-Unión Europea (CEMUE).

4.8.2.1. Uso del INCOTERM FOB (Libre abordó) para la exportación hacia países de la Unión Europea

En el caso de las exportaciones de México hacia países de la Unión Europea, el INCOTERM utilizado comúnmente es el denominado FOB (Libre abordó). En dicho INCOTERM, el vendedor realiza los trámites aduaneros y de exportación en el país de origen, y carga la mercancía en el buque contratado por el comprador (importador) en el puerto de embarque convenido. En esta modalidad, el vendedor asume las obligaciones aduaneras y de carga de la mercancía en el lugar del embarque. Su responsabilidad llega hasta haber sobrepasado la borda del buque, este INCOTERM se utiliza para negociaciones que involucran transporte marítimo, fluvial o lacustre (ver cuadro 12). Las características anteriores se pueden resumir de la siguiente manera (JALTRADE, 2007):

FOB Libre a Bordo (indicando el puerto de embarque convenido)

Tipo de transporte: Marítimo

Obligaciones del vendedor:

- ☐ Entregar la mercancía a bordo del buque elegido por el comprador en el puerto de embarque convenido.
- ☐ Efectuar el despacho de exportación de la mercancía.

Obligaciones del comprador:

- ☐ Designar y reservar el buque.
- ☐ Correr con los gastos y riesgos inherentes a la mercancía desde que traspasa la borda del buque.

Riesgo del vendedor.

- Entregar mercancía cruzando la borda del buque.
- Efectuar despacho de exportación.

Riesgo y responsabilidad del comprador.

- Contratar transporte y seguro hasta destino
- Efectuar el despacho de importación.

Cuadro 14.
Conceptos que abarca el INCOTERM FOB

INCOTERM FOB	Valor de la mercancía	Maniobras en planta	Flete local país exportador	Impuestos de exportación	Maniobras en punto de exportación	Flete internal.	Seguro internal.
	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO

Nota: SI-gasto o concepto no incluidos en la factura. NO-gasto o concepto incluido en la factura.

Fuente: Secretaría de Promoción Económica de Jalisco. Instituto de Fomento al Comercio Exterior del Estado de Jalisco (JALTRADE).

4.8.2.2. Documentos para el transporte marítimo

De acuerdo con Bancomext (2002), los documentos generalmente utilizados para los trámites en el transporte marítimo son:

- 1) Conocimiento de embarque en contenedor. Los conocimientos de embarque son contratos entre el propietario de la mercancía y el transportista. Es obligación del exportador describir las características, la cantidad, el empaque y el peso de los productos, por cada contenedor de acuerdo con su capacidad; ya que corre por su cuenta y riesgo el acarreo, la carga y descarga del barco y la travesía de este.
- 2) Seguro de transporte de carga. Durante el tránsito de los bienes el seguro permite cubrir los riesgos por pérdida total o parcial y por daños materiales sufridos a causa de algunos de los siguientes siniestros: incendio, explosión, hundimiento, caída, volcadura etc.

Se considera que la documentación debe ser clara y precisa, ya que las pequeñas discrepancias u omisiones, pueden obstaculizar la exportación de mercancía dando por resultado la falta de

pago a las compañías involucradas en el proceso de distribución, o la confiscación de mercancías de exportación por la aduana o gobierno extranjero.

4.8.3. Embalaje y etiquetado de la mercancía a exportar

El embalaje y el etiquetado están implícitamente definidos al seleccionar el tipo de transporte a utilizar. El embalaje permite la protección mediante la envoltura de las mercancías para exportación. Para el caso de la mercancía que viaja en barco como el biodiesel, es transportada en contenedores, pero en algunos casos se embarca como carga a granel. En los embalajes de embarques, la humedad es un problema constante porque la carga está sujeta a condensación incluso con medidas preventivas dentro del transporte como la bodega de un barco equipada con aire acondicionado y un equipo para la humedad. Es necesario que el cliente y el transportista se aseguren de que la mercancía esté preparada para ser transportada teniendo las siguientes consideraciones:

- 1) Embalar en contenedores fuertes, sellados y llenados adecuadamente, según las especificaciones del producto. Para llevar a cabo un buen aprovisionamiento de los contenedores se debe asegurar que el peso está distribuido equitativamente, independientemente del tamaño.
- 2) Los productos deben ser embalados preferentemente en contenedores marítimos o en bandejas para facilitar el despacho de los mismos. Los envases y el relleno de estos, deben ser hechos de materiales resistentes a la humedad. Es recomendable que para disminuir el riesgo de robos, se evite nombrar contenidos o marcas en los envases.

En los contenedores de embarque se emplean un conjunto de marcas y etiquetados con la finalidad de responder a las normas de embarque, de asegurar un despacho adecuado de los productos para ayudar a los destinatarios a identificar los embarques. El comprador usualmente especifica las marcas que deben aparecer en la carga para facilitar la identificación por parte de los destinatarios. Por su parte, los exportadores necesitan generalmente tener los siguientes datos o marcas en los cartones para su embarcación:

- Nombre del transportista
- País de origen

- Peso (en libras y kilogramos).
- Número de embalajes y tamaño de las cajas (en pulgadas y centímetros).
- Marcas de manipulación (símbolos gráficos internacionales).
- Conjunto de marcas preventivas.
- Puerta de entrada.
- Etiqueta de materiales peligrosos

Generalmente las letras están grabadas en los paquetes y contenedores en tinta a prueba de agua, las marcas deben aparecer en tres caras del contenedor, preferentemente en la parte superior, y en los dos extremos o en los dos lados. Además de las marcas portuarias, el código de identificación del cliente, la indicación del origen, las marcas deben incluir el número de embalaje, peso bruto y neto, y dimensiones. El exportador también debe incluir cualquier instrucción de manipulación en el embalaje, repitiendo estas instrucciones en el idioma del país de destino. Asimismo, se deben emplear símbolos internacionalmente aceptados en embarques y manipulación.

4.8.3.1. Tipos de buque carga

De acuerdo con la empresa mexicana C.L. Comercio Exterior, dedicada al servicio de transporte de mercancías; los buques de carga son de los siguientes tipos:

- Buque tanque
- Buque de carga
- Buques de carga media y soportes
- Buques de usos varios

El tipo de transporte marítimo llamado buque tanque, diseñado con una sola bahía de carga que incluye un arreglo para uno o más tanques independientes específicamente para el traslado de mercancía en forma líquida (ver figura 9):

- Carguero de combustible
- Carguero de químicos
- Carguero de gas líquido

Figura 9. Buque tanque



Fuente: C.L. Comercio Exterior.

4.8.3.1.1. Tipos de contenedor

Otro de los aspectos importantes a considerar es el tipo de contenedor para el transporte entre los que se pueden considerar los siguientes tipos:

- Contenedores abiertos
- Contenedores comunes o de carga seca
- Contenedores refrigerados
- Contenedores aislantes
- Contenedores tanque

Para el transporte marítimo, el contenedor tanque es el más indicado por sus características; existiendo múltiples aplicaciones y diseños de estos. Se encuentran revestidos para el transporte de líquidos, productos químicos corrosivos o para la carga de aceites y vinos. Las especificaciones de las medidas van de acuerdo a cada fabricante, generalmente se presentan en dos tipos (ver figura 10).

Figura 10.
Contenedor tanque



Fuente: C.L. Comercio Exterior.

Cuadro 15.
Dimensión de contenedor tanque

Contenedor 40'×8'×8'6''

Dimensiones (mm)	Largo	12024
	Ancho	2345
	Altura	2324
Apertura puerta (mm)	Ancho	2340
	Altura	2244
Apertura techo (mm)	Largo	11874
	Ancho	2184
Tara (kg)	2360	
Peso bruto máximo de carga (kg)	30140	
Peso bruto máximo total (kg)	32500	
Capacidad (m³)	65.7	

Fuente: C.L. Comercio Exterior (2009)

4.8.4. Documentación para exportar

El agente aduanal es el encargado de manejar la documentación y realizar los trámites que la exportación requiere. Para exportar comúnmente se requieren los siguientes documentos (Bancomext, 2002):

- a) Pedimento de exportación. Se presenta en la aduana a través del agente aduanal (legalmente autorizado para realizar trámites a nombre del exportador), en la forma oficial aprobada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- b) Factura comercial. Como en una operación interna, la factura comercial es una boleta de la mercancía, del vendedor al comprador, especificando claves y/o nombres de los productos enviados incluyendo una descripción de los mismos. La factura comercial debe incluir también información básica sobre la transacción, como: aduana de salida del país de origen y puerto de entrada del país destino, nombre y dirección del vendedor o del embarcador, nombre y dirección del comprador o consignatario, descripción detallada de la mercancía, cantidad y medidas del embarque, precio de cada mercancía enviada (especificando el tipo de moneda), condiciones de venta de acuerdo a los Términos Internacionales de Comercio (INCOTERMS).

En México es posible exportar sin factura, pero en el país destino es necesario que todo embarque se ampare de una factura comercial.

- c) Lista de empaque de exportación. Una lista de empaque de exportación es mucho más detallada e informativa que una lista de embalaje nacional, y además la primera especifica el material de cada paquete individual e indica el tipo de envase: caja, cajón, cartón, tambo, etc. Muestra los pesos individuales, así como también las medidas de cada paquete. Deben mostrarse las marcas de embalaje junto con las referencias del transportista y del comprador. La lista de embalaje debe adjuntarse a la parte exterior de un embalaje, en un sobre a prueba de agua con la inscripción "lista de embalaje adjunta". El transportista o el agente de transporte emplea la lista para determinar el peso y el volumen total y si se está embarcando la carga correcta. Además los funcionarios de aduana pueden usar la lista para supervisar la carga.

d) Certificado de origen. El certificado de origen indica que un producto es originario de un país o una región determinada, y por tanto puede gozar de trato preferencial arancelario. Por lo que es un documento indispensable para el desaduanamiento de las mercancías en cualquier parte del mundo.

4.8.5. Regulaciones arancelarias y no arancelarias

4.8.5.1. Tratado de Libre Comercio entre México y la Unión Europea (TLCUE)

México ha logrado ampliar sus espacios comerciales al exterior mediante una mayor apertura. La firma de diversos tratados como el TLCUE, ha permitido la diversificación de mercados, con lo que los empresarios mexicanos podrán exportar sus productos en condiciones preferenciales hacia destinos europeos como: España, Francia, Portugal, Italia, Alemania, etc. A partir del primero de julio del 2000 entró en vigor el Tratado de Libre Comercio entre México y la Unión Europea. Respecto a los productos industriales mexicanos desde el 2003, el 100% pueden ingresar al mercado europeo libres de arancel.

4.8.6. Formas de pago dentro del comercio internacional

Dentro del comercio internacional existen varias formas para realizar el pago de las mercancías, siendo la carta de crédito calificada con un nivel alto por el nivel de seguridad que ofrece al exportador para cobrar y por tanto la más recomendada para realizar transacciones comerciales a nivel internacional (ver cuadro 16). Por lo anterior Bancomext (2002), recomienda el uso de la carta de crédito para el pago de los productos, sobre todo cuando no se conocen del todo a los posibles clientes. Describiendo como sus principales características las siguientes:

La carta de crédito, también reconocida por "crédito documentario", es un medio de pago bastante usual, porque ofrece mayores garantías tanto para el exportador como para el importador. Es una orden de pago condicionada, emitida por un banco, a pedido de su cliente importador, en favor de un exportador, que solamente hace lugar a la recepción si cumple todas las exigencias por ella estipulada. La carta de crédito es una alternativa para el

exportador que no quiere asumir los riesgos comerciales de una operación, pues ella confiere al banco la responsabilidad por el pago, mediante el cumplimiento de los términos y condiciones de crédito.

El Instituto del Mercadeo Agropecuario (2007); dentro de su manual para el exportador señala a los participantes y sus respectivas obligaciones dentro de una transacción con una carta de crédito como forma de pago son:

1) Exportador o vendedor (BENEFICIARIO):

Su participación inicia al negociar los términos y las condiciones de la carta de crédito; posteriormente tendrá que embarcar las mercancías de acuerdo con lo pactado, también se le conoce como “beneficiario” ya que será quien reciba el pago convenido.

2) Importador o comprador (ORDENANTE / MANDANTE):

Es la persona que pone en marcha los trámites para establecer una carta de crédito, es quien solicita en primera instancia la apertura de la carta de crédito.

3) Banco Emisor: Es el banco que emite o abre la carta de crédito de acuerdo con las instrucciones de su cliente, en este caso el comprador.

4) Banco Intermediario (BANCO CORRESPONSAL): Se le dan distintos nombres como: “notificador” si únicamente avisa del crédito y “confirmador” si entrega la confirmación del crédito a su cliente.

Para llevar a cabo sus operaciones los bancos suele utilizar a otros bancos del extranjero, a los que se denomina “corresponsales”, cuya función principal es la de evaluar o calificar a los clientes y a los documentos para garantizar el éxito de la transacción.

De esta forma se señalan también los pasos para la apertura de una carta de crédito:

a) Pedido y negociación

- Contactos preliminares: el importador envía la mercadería o el exportador ofrece la mercadería y emite la factura proforma. Es el momento en que el importador y el exportador negocian los términos y condiciones del crédito para el cierre de la venta. El exportador recibe la confirmación del pedido o forma el contrato mercantil.

b) Apertura del crédito

- El importador (comprador) abre el crédito en un banco de su plaza. (Banco emisor).
- El banco de la plaza del importador comunica al banco de la plaza del exportador (banco avisador/negociador/confirmador) la existencia del crédito bajo determinadas condiciones.
- El banco corresponsal comunica al exportador de la existencia del crédito y sus condiciones.

c) Embarque de la mercadería

- El exportador (beneficiario), sabe de las exigencias, realiza el despacho y embarque de la mercadería.
- La mercadería es embarcada para el país del importador.

d) Documentación y utilización del crédito

- El exportador recibe el B/L (conocimiento de embarque) que, juntamente con los demás documentos exigidos por el crédito, constituyen la documentación a ser presentada banco negociador.
- El banco recibe los documentos del exportador, los examina que están en orden, efectúa el pago de inmediato al exportador (en el caso de que sea a la vista).
- El banco del exportador remite los documentos al banco del importador (banco emisor)
- El banco del importador entrega a este los documentos y reembolsa al banco del exportador.

Cuadro 16.
Formas de pago internacional

Método	Tiempo habitual de pagos	Mercancía disponible para el comprador	Riesgo del vendedor	Riesgo del comprador
Pago por adelantado	Con anterioridad al envío.	Después del pago	Nada	En totalidad
Carta de crédito			La factura comercial debe concordar con la carta de crédito. Las fechas deben figurar cuidadosamente en el documento. Para la gestión de cobros no se acepta documentación caducada	
Crédito documentario irrevocable confirmado	Después del envío presentar documentos al banco.	Después del pago	Asegura el pago al vendedor de forma doble. Depende de los términos de la carta de crédito.	Garantiza que el embarque se ha realizado, pero depende del exportador de enviar la mercancía como descrito en los documentos. Términos pueden ser negociados antes del acuerdo de la carta de crédito, aliviando el grado de riesgo del comprador.
Letra de cambio	El tiempo de transferencia del banco del comprado al banco del vendedor puede ser de una semana a un mes.	Nada	La letra de cambio diseñada debe incluir plazos y condiciones con acuerdo mutuo.	Nada
Letra de cambio a la vista	Presentación de la letra de cambio al comprador.	Después del pago al banco del comprador.	Si la letra de cambio no se paga, la mercancía tiene que ser devuelta o vendida. Gastos de almacenaje, despacho y devolución pueden ser ocasionados.	Asegúrese del envío pero no del contenido a menos que la inspección o el check-in esta permitido antes del pago.
Letra de cambio al vencimiento	Con vencimiento de la letra de cambio	Antes de pagar, aceptación a posteriori.	Depende del comprador de pagar la letra de cambio con presentación.	Nada
Cuenta abierta	Según acordado por regla general y según factura	Antes de pagar	Depende completamente del comprador de pagar en cuenta acordada	Nada

Fuente: Centro empresarial México-Unión Europea.

Capítulo V.

Estrategias para la Inserción de Michoacán en el Mercado Internacional de Energías Renovables: una propuesta para el aprovechamiento de sus ventajas comparativas y competitivas

5.1. Líneas generales de política pública para incentivar el desarrollo de proyectos de bioenergía en México.

México cuenta con un gran potencial de recursos naturales y humanos para la producción de biocombustibles. Por tanto, el impulso de proyectos agroindustriales vinculados al mercado internacional bioenergético permitiría opciones para el desarrollo local en municipios pobres y marginados bajo.

Por lo anterior, el desarrollo de proyectos de bioenergía en México, y específicamente la producción y exportación de biocombustibles, deben considerar los siguientes aspectos: a) ampliar en el portafolio de fuentes de energía, b) proteger el medio ambiente y, c) apoyar el desarrollo económico y social del país.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, a nivel macroeconómico se proponen las siguientes líneas generales de política pública para incentivar el desarrollo de proyectos de bioenergía en México:

- 1) Observar los acuerdos internacionales en materia de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y cambio climático.

- 2) Promover el área de bioenergía a través de campañas de información permanentes sobre el área de energías renovables, mediante una participación activa de los institutos y universidades para la difusión del conocimiento e investigación en materia de energías renovables. Así como, encausar los recursos necesarios hacia las instituciones y universidades encargadas de la investigación y desarrollo en el área de bioenergía. En este sentido, es necesario procurar un apoyo continuo hacia los grupos de investigación y desarrollo de proyectos piloto en dicha área, como acciones fundamentales para el fomento a este rubro.
- 3) Establecer objetivos comunes entre las instituciones involucradas en el sector de energías renovables (salud, energía, ambiente, desarrollo social, etc.), para una mayor eficiencia y evitar duplicidad en el gasto de recursos.
- 4) Evaluar el potencial energético, la disponibilidad y características de los recursos energéticos de acuerdo a las características de cada estado del país. Además del desarrollo de metodologías para la evaluación de los recursos de cada región, de acuerdo con los criterios para el desarrollo sustentable.
- 5) Fomentar la producción de insumos para bioenergéticos y su comercialización, aumentando la competitividad y la rentabilidad del campo mexicano por medio del desarrollo científico y tecnológico.
- 6) Invertir en investigación y desarrollo de tecnologías para la producción de biocombustibles. Así como aprovechar y adaptar la tecnología para la transformación de bioenergía existente dentro del mercado internacional para su empleo en un contexto local.
- 7) Lograr incentivos fiscales y subsidios para el fomento de los proyectos para la producción y exportación de biocombustibles.
- 8) Difundir y publicar de manera continua la información sobre los descubrimientos acerca de los recursos naturales susceptibles a ser transformados en biocombustibles.
- 9) Fomentar la reducción en los costos de transacción y trámites para los proyectos de energías renovables.
- 10) Aprovechar las oportunidades establecidas en el Convenio Marco del Protocolo de Kioto para el acceso a recursos para los países en vías de desarrollo.

5.1.1. Actores económicos involucrados en el impulso de proyectos de bioenergía en México

Es fundamental una participación activa de los organismos públicos en el fomento de proyectos de energías renovables, considerando principalmente a las siguientes secretarías y empresas paraestatales: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); Secretaría de Energía (SENER), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de Economía (SE), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

El objetivo de dichas instituciones sería mantener una correcta coordinación, que permita la eficiencia en los procesos encaminados hacia la implementación de proyectos de energías renovables. Así como, una difusión hacia los inversionistas privados sobre las oportunidades de negocio que ofrece la implementación de proyectos de energías renovables como los biocombustibles.

5.2. Estrategias para impulsar proyectos de producción y exportación de biodiesel en Michoacán

El fomento a proyectos bioenergéticos, en específico la producción y exportación de biodiesel en el estado de Michoacán deben contemplar las siguientes estrategias de corto y mediano plazo:

Corto plazo

I	II	III	IV
Identificar las zonas en Michoacán susceptibles para el desarrollo de proyectos bioenergéticos	Realizar una evaluación económica y financiera de proyectos para determinar su rentabilidad y riesgo	Aprovechar los recursos federales, estatales y de organismos internacionales para impulso de proyectos de bioenergía	Implementar los proyectos con iniciativas locales y de acuerdo a los criterios del desarrollo sustentable

Mediano plazo

- a) Coordinar las políticas multisectoriales (energía, medio ambiente, desarrollo social, agrícola e industrial) entre secretarías y municipios en el estado de Michoacán, encaminadas al desarrollo de proyectos para la generación de biocombustibles.
- b) Apoyar y asesorar a los inversionistas interesados en proyectos de bioenergía, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico del estado de Michoacán (SEDECO), específicamente en la Agencia Estatal de Atracción de Inversiones y Proyectos Estratégicos.
- c) Informar a los agricultores, sobre las fuentes renovables de energía y específicamente en Michoacán, sobre los beneficios que la producción y exportación de biodiesel a base de jatropha puede implicar en el desarrollo local, como una opción atractiva para generar fuentes de trabajo y una mejor calidad de vida.
- d) Capacitar y asesorar a los agricultores por medio de expertos en el uso de energías renovables para un mejor conocimiento y aprovechamiento del cultivo de jatropha.
- e) Organizar y orientar a los agricultores de los municipios aptos para vincularse a un proyecto de producción y exportación de biodiesel, para formar una sociedad cooperativa que les permita adquirir y escalar la planta de biodiesel que se encuentra en

Lázaro Cárdenas (que actualmente opera esporádicamente y a un nivel muy por debajo de su potencial), a través de la obtención de financiamiento y apoyos gubernamentales.

f) Asegurar el abasto del insumo (jatropha), a través de una adecuada contratación con los agricultores de las Regiones Costa y Tierra Caliente.

5.2.1. Evaluación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) del proyecto de producción y exportación de biodiesel con jatropha en las regiones costa y tierra caliente de Michoacán

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) otorga recursos no reembolsables para desarrollar proyectos de biocombustibles en países miembros. En este sentido, el proyecto de producción y exportación de biodiesel que involucra a las Regiones Costa y Tierra Caliente de Michoacán podría obtener recursos de este organismo internacional. El BID tiene un programa que evalúa a los posibles proyectos de biocombustibles de acuerdo a criterios ambientales, transversales y sociales. El proyecto que se ha planteado en la presente investigación fue evaluado por el programa del BID y se obtuvieron resultados positivos en todos los rubros (ver cuadro 17).

Cuadro 17. Evaluación del BID del proyecto de producción y exportación de biodiesel



BID-Tarjeta de Evaluación de Sostenibilidad de Biocombustibles

Fecha : May 12, 2

Nombre :	Producción de biodiesel con jatropha en Michoacán
Patrocinador :	Gobierno del Estado de Michoacán
Latitud :	17°57' norte Longitud : 102°12' oeste
Costo total del proyecto :	USD 200,000,000
Materia prima :	jatropha
Area :	400,000
Biocombustible :	biodiesel
Versión :	[Coloque el número de la versión]

Claves

Excelente
Bueno
Satisfactorio
Potencialmente riesgoso
Inaceptable
N/A

AMBIENTAL

Lugar del Proyecto

Biodiversidad

Sin valor de conservación

Especies invasivas

Especie no nativa domesticada

Tipo de tierra

Tierras degradadas

Administración de materias primas y cosechas

Ciclo de vida de los cultivos

Cultivo permanente, sin arado

Rotación o cultivos combinados

Sin rotación de cultivos ni cultivos combinados

100 %

Método de cosecha

Sin quema

100 %

Manejo del agua

Riego por lluvia

100 %

Manejo de fertilizantes

Uso de prácticas comunes para reducir las emisiones de nitrógeno

Uso de plaguicidas

No se usan plaguicidas

100 %

Administración de la producción y el establecimiento

Fuentes de energía para el establecimiento

Cogeneración a partir de biomasa únicamente para abastecer al establecimiento	50 %
Otras fuentes renovables	50 %

Requisitos de agua para la producción industrial

No se usa agua potable para la producción

Manejo de desechos

Cumple con las normas internacionales

Desvío de desechos

Desvío de desechos superior al 90%

Distribución

Eficiencia energética relativa en transporte y distribución

Razón en el tercio medio

TRANSVERSAL

Estudio de impacto ambiental y social

Estudio proyectado o en curso

Rendimiento

30 GJ/ha - 130 GJ/ha

Balance energético

Balance energético ≥ 6

Ahorro en emisiones de gases de efecto invernadero

Ahorro $\geq 60\%$

SOCIAL

Derechos humanos

Cumple o excede los principios internacionales
--

Derechos laborales

Excede las normas nacionales	100 %
------------------------------	-------

Propiedad de la tierra

Comunitaria / cooperativa	100 %
---------------------------	-------

Cambio en el acceso a los recursos

Sin cambio en el acceso a los recursos
--

Impacto sobre la seguridad alimentaria

Impacto positivo sobre la seguridad alimentaria

Consulta y transparencia

Consulta totalmente transparente

Desarrollo de capacidades

Capacitación total más programas de desarrollo de capacidades

Generación de renta local

Alta

Acuerdos con los agricultores locales

Acuerdos con los agricultores locales basados en las mejores prácticas
--

Desarrollo de la comunidad

Programa para el desarrollo de la comunidad con consulta plena
--

Impacto sobre los pueblos indígenas

Impacto positivo confirmado para los pueblos indígenas
--

Excelente	Bueno	Satisfactorio	Potencialmente riesgoso	Inaceptable	N/A
- Ciclo de vida de los cultivos -Método de cosecha (100%) -Manejo del agua (100%) - Requisitos de agua para la producción industrial - Manejo de desechos - Desvío de desechos - Balance energético - Ahorro en emisiones de gases de efecto invernadero - Derechos humanos -Uso de plaguicidas (100%) - Cambio en el acceso a los recursos - Impacto sobre la seguridad alimentaria - Consulta y transparencia - Desarrollo de capacidades - Generación de renta local - Acuerdos con los agricultores locales - Desarrollo de la comunidad - Impacto sobre los pueblos indígenas -Propiedad de la tierra (100%)	- Especies invasivas - Tipo de tierra -Fuentes de energía para el establecimiento (100%) -Derechos laborales (100%)	- Biodiversidad - Manejo de fertilizantes - Eficiencia energética relativa en transporte y distribución - Estudio de impacto ambiental y social - Rendimiento -Rotación o cultivos combinados (100%)			

Conclusiones

Dentro de un contexto de agotamiento de las reservas petroleras y cambios ambientales que ponen en riesgo la vida del planeta, se ha enfatizado la importancia de las fuentes renovables de energía en el escenario económico internacional. En este sentido, los biocombustibles (etanol y biodiesel), se presentan como alternativas económicas y ambientales dentro del mercado internacional de energías renovables.

Para la realización de la presente investigación se destacan los elementos teóricos conceptuales y los resultados de los elementos técnicos de los estudios realizados. Los métodos cualitativos permitieron identificar elementos fundamentales para delimitar el problema de investigación. En este sentido, la asistencia a conferencias y entrevistas a expertos, permitió un mayor conocimiento del tema del cambio climático y las oportunidades de negocio que plantean las energías alternativas para el caso de México. Se consideró que el éxito en materia de biocombustibles en nuestro país, dependerá de una adecuada evaluación de las ventajas de cada región, para la generación de cultivos aptos para la producción de bioenergías de acuerdo con los criterios para un desarrollo sustentable.

Los objetivos de la presente investigación fueron: i) determinar la viabilidad en el ámbito internacional para la producción de biocombustibles a partir del empleo de insumos agrícolas vinculados a la alimentación y, ii) demostrar la viabilidad para la producción y exportación de biodiesel en las Regiones Costa y Tierra Caliente en Michoacán a partir del aprovechamiento de sus ventajas comparativas y competitivas.

Para el primer objetivo, la hipótesis afirmó que, a) la producción de biocombustibles en el ámbito internacional no es viable a partir del empleo de insumos agrícolas vinculados a la alimentación. Lo anterior se comprobó mediante los modelos econométricos de cointegración y corrección de errores, con los siguientes resultados:

- Las mediciones de cointegración y corrección de errores con estadísticas internacionales, indicaron que no es viable la producción de biocombustibles empleando insumos agrícolas vinculados a la alimentación (principalmente maíz). Se

observó que los precios internacionales del maíz presentan una tendencia a seguir los precios internacionales de la gasolina (cointegración). Aunado a lo anterior, existe una fuerte correlación entre el maíz y otros granos; lo que provoca un “efecto dominó” que incrementa el precio de los granos y de otros productos básicos. Por lo que se demostró que el uso de *commodities* agrícolas para la producción de biocombustibles, es uno de los factores principales que provocó la crisis alimentaria mundial de años recientes el uso de *commodities* agrícolas para la producción de biocombustibles.

Para el segundo objetivo de la investigación, la hipótesis planteó que, b) las ventajas comparativas y competitivas en las Regiones de Costa y Tierra Caliente contribuyen para que sea viable la producción y exportación de biodiesel en Michoacán. Lo anterior se demostró mediante un índice de competitividad, un análisis de costo-beneficio y un modelo econométrico de datos de panel:

- El indicador de ventajas comparativas de Heckscher-Ohlin identificó los municipios que presentan una mayor dotación relativa del recurso “tierra ociosa de clima árido”, en Michoacán, como condición necesaria para el cultivo de *jatropha* en la generación de biodiesel. Para identificar el recurso “tierra ociosa de clima árido” en el índice mencionado, se consideró una temperatura media anual mayor a los 25 grados centígrados y una superficie rural disponible mayor a 100,000 hectáreas. Los municipios de Michoacán identificados con la mayor dotación relativa del recurso “tierra ociosa de clima árido” fueron los siguientes: Lázaro Cárdenas, Aguililla, Aquila, Huetamo y Arteaga. Asimismo, a través del indicador de ventajas competitivas se identificaron los municipios que se encuentran a menos de cinco horas del Puerto Lázaro Cárdenas (desde donde se embarcaría la producción de biodiesel con rumbo a Europa) y un costo de traslado del insumo menor a 2,000 pesos. Los municipios que cumplieron con dichas condiciones fueron: Lázaro Cárdenas, Chilchota, Tangancícuaro, Aquila, Múgica, Juárez, Chinicuila, Coalcomán, San Lucas, Apatzingan, Gabriel Zamora, Ario de Rosales, Salvador Escalante, Taretán, Tepalcaltepec, Ziracuarentiro, Uruapan, Aguililla, Periban, Tacámbaro, Los Reyes, Tocuambo, Tinguindín y Cotija.

- La combinación de ambos indicadores; Heckscher-Ohlin y ventajas competitivas; permitieron construir un índice de competitividad, para identificar los municipios más competitivos para la producción y el traslado del insumo vinculado al proyecto de biodiesel en el estado. Los diez municipios con mayor competitividad en ese sentido son: Lázaro Cárdenas, Arteaga, Coalcomán, Aquila, Huetamo, Apatzingan, Aguililla, Chinicuila, Buena Vista y Chilchota.

- Los resultados obtenidos en la evaluación financiera y económica del proyecto “Producción y exportación de biodiesel en Michoacán”, determinaron una alta rentabilidad y un nivel de riesgo bajo. La evaluación financiera del proyecto, considerando un horizonte temporal de 10 años, arrojó un VPN de 9.8 miles de millones de pesos y una TIR de 85%. En el caso de la evaluación económica, se consideraron como externalidades positivas: a) la reducción del CO₂ por la substitución de diesel por biodiesel, b) el empleo generado por el proyecto para los municipios de la Región de Costa y Tierra Caliente del estado de Michoacán y c) la derrama económica que genera el eslabonamiento productivo de la producción y exportación de biodiesel, en el territorio mencionado. Los resultados de la evaluación económica del proyecto fueron un VPN de 11.7 miles de millones de pesos y una TIR de 99%

- El modelo de datos de panel, permitió explicar el comportamiento de la demanda de diesel y por ende de biodiesel (como bien sustituto), a través de las series de tiempo de diversas variables explicativas (años 2003 y 2004) para los 30 países de la OCDE. En el modelo final se incluyeron las variables explicativas que fueron estadísticamente significativas, como:
 - 1) PIB
 - 2) Porcentaje de población urbana
 - 3) Número de vehículos
 - 4) Porcentaje de caminos pavimentados respecto de la superficie total

El modelo de datos de panel determinó que ante un aumento de 1% del PIB, la demanda de diesel (biodiesel) se incrementa en un 0.32%. A la vez que el aumento de 1% del porcentaje de población urbana, incrementa la demanda de diesel en 0.62%. De acuerdo al modelo, un aumento de 1% en el número de vehículos, implica que la demanda de diesel se incrementa en 0.58%. Finalmente, ante un aumento de 1% del porcentaje de caminos pavimentados, la demanda de diesel se incrementa en 0.48%. El modelo presentó una bondad de ajuste de 91.7% para explicar la demanda de diesel (biodiesel) de los países de la OCDE. Se consideró como posible mercado objetivo del proyecto a España, por las metas que se ha fijado este país para la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles y principalmente por sus crecientes importaciones de biodiesel. Asimismo, se calculó la demanda potencial de España con base en el supuesto de sustitución de 5.83% de diesel por biodiesel, alcanzando un porcentaje de penetración de las exportaciones del proyecto en Michoacán de hasta un 16% para el año 2019.

- En los aspectos referentes a la logística de exportación del biodiesel desde el Puerto de Lázaro Cárdenas hasta el mercado de España, se encontró que el INCOTERM FOB (Libre a bordo) se utiliza tradicionalmente para las exportaciones de México hacia países de la Unión Europea. En este INCOTERM, el vendedor asume las obligaciones aduaneras y de carga de la mercancía en el lugar del embarque, su responsabilidad llega hasta haber sobrepasado la borda del buque; por tanto, ya no se consideran los costos del transporte marítimo del Puerto de Lázaro Cárdenas hasta el mercado europeo.

Por todo lo anterior, se concluye que la viabilidad para la producción mundial de biocombustibles -como parte de las fuentes renovables de energía- debe de ser a base de insumos no vinculados a la alimentación y que cumplan con los criterios para un desarrollo sustentable. En este sentido, México cuenta con los recursos biomásicos y humanos necesarios, así como la tecnología aprobada a nivel comercial para la producción de biocombustibles.

Por otra parte, como se ha demostrado el estado de Michoacán presenta una gran oportunidad de negocio a través de la producción de biodiesel para exportación en las Regiones Costa y Tierra Caliente; vinculado al uso del cultivo de la *jatropha* como insumo. Lo anterior, impactaría en el fomento para el desarrollo local de algunos municipios pobres y marginados en dichas regiones.

Para que lo anterior sea posible, la presente investigación propone algunas líneas generales de política pública para incentivar el desarrollo de proyectos de bioenergía en México y estrategias para impulsar proyectos de producción y exportación de biodiesel en Michoacán. Lo anterior, permitiría una inserción competitiva dentro del mercado de energías renovables para estados como Michoacán, generando un desarrollo local en Regiones con altos niveles de pobreza y marginación.

Recomendaciones para futuras investigaciones

En la actualidad los proyectos de energías renovables como los biocombustibles no han tenido la difusión necesaria en México, pero en poco tiempo su importancia mundial a nivel económico, energético y ambiental, derivará en estudios detallados que presenten las potencialidades naturales y humanas de cada región a través de cultivos que puedan ser utilizados como insumos para la generación de biocombustibles de manera sustentable.

Por lo anterior, para el caso de México, sería muy importante que futuras investigaciones evaluaran el potencial energético por estado, a través de cultivos que fomenten un desarrollo sustentable. Asimismo, sería recomendable la medición de los impactos futuros generados en el desarrollo local por la implementación de proyectos de biocombustibles.

Por otra parte, sería relevante el estudio de otros tipos de proyectos de energías renovables y su impacto en el desarrollo regional, como los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), que permiten un desarrollo económico, social y ambiental.

Referencias

- Administración Portuaria Integral de Lázaro Cárdenas, S.A. de C.V. Disponible en:
http://puertolazarocardenas.com.mx/api/index.php?option=com_content&task=view&id=18&Itemid=27.
- Agencia Valenciana de Energía. (2008). Disponible en:
<http://www.aven.es/energia/index.html>.
- Aguilar, Luis F. (2007). La hechura de las Políticas. Editorial Porrúa. México.
- Aguilar, Ismael. (2002). Reflexiones sobre desarrollo sustentable. Revista: *Comercio Exterior*, vol. 52, núm. 2.
- Agroenergéticos. (2009). Disponible en:
http://www.agroenergeticos.com.ar/jatropha_conferencia.html
- Agromeat. (2008). Disponible en: <http://www.agromeat.com/index.php?idNews=69534>.
- APPA Biocarburantes. (2008).Disponible en:
http://www.biodiesel.com.ar/download/appa/Informe_Capacidad_produccion_consumo_biocarburantes.pdf.
- Aserca. (2007). Revista claridades agropecuarias. Disponible en:
<http://www.aserca.gob.mx/sicsa/claridades/revistas/164/cal64.pdf>.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2006). La política de las políticas públicas. Editorial Planeta.
- Banco Interamericano de Desarrollo. Iniciativa de Energía Sostenible y Cambio Climático (SECCI). Disponible en: SECCI@iadb.org
- Banco de México. Siaviweb. Disponible en: www.economia-snci.gob.mx.
- Banco Mundial. (2008). Biocombustibles: una promesa y algunos riesgos. Informe sobre el desarrollo mundial 2008: agricultura para el desarrollo. Disponible en:
<http://web.worldbank.org/wbsite/external/extdatrespa/extwdrinspa>.
- Banco Mundial (2009). Indicadores de Desarrollo Económico. Disponible en:
www.worldbank.com.
- Banco Nacional de Comercio Exterior (2002). Guía Básica del Exportador. Décima Edición. México.

Batcherol, Roy. (2000). Eviews tutorial: cointegration and error correction. City university business school. London and Paris.

Berumen, Sergio F. (2002). Economía internacional. CECSA. Primera edición. México.

Biocombustibles.es. (2007). Disponible en:
http://www.biocombustibles.es/actuali/ocho_plantas_etanol_mejico.htm.

Biocombustibles.es. (2006). Disponible en: <http://www.biocombustibles.es/bioetanol.htm>.

BioDiesel spain .(2008). Disponible en: <http://www.biodieselspain.com/2008/04/10/globasol-promuebe-proyecto-de-biodiesel-a-base-de-jatropha-en-republica-dominicana/>

Biodieselspain. Disponible en: <http://www.biodieselspain.com/2008/04/08/biocombustibles-17-del-consumo-mundial-de-energeticos/>

Biodisol. Disponible en: <http://www.biodisol.com/biocombustibles/enerkem-anuncia-el-avance-en-la-construccion-de-la-primera-planta-de-etanol-de-celulosa-de-canada/>

Biodisol. Jatropha Curcas. <http://www.biodisol.com/biodiesel-que-es-el-biodiesel-definicion-de-biodiesel-materias-primas-mas-comunes/jatropha-curcas-physic-nut-pinhao-manso-tempate/>

Bioenergy. (2008). Disponible en: <http://websitespampa.com.ar/bioenergy/servicios.htm>

Biofuelsinternacional.(2007). Feedstock trends: jatropha. Disponible en:
www.biofuelsInternacional_FeedstockTrends_Jatropha_September07_Willthurdmond.pdf.

Calderón Hinojosa, Felipe. Energías renovables para el desarrollo sustentable en México. Disponible en:
http://www.sener.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/fe/e_renovables_mexico.pdf

Calderón Vázquez, José Francisco. (2008).Guía y evaluación de proyectos de desarrollo. Biblioteca virtual de derecho, economía y ciencias sociales. Disponible en:
<http://www.eumed.net/libros/2008b/411/Analisis%20de%20Viabilidad%20Economica%20y%20Sostenibilidad%20del%20proyecto.htm>.

Centro Empresarial México-Unión Europea (CEMUE). Programa Integral de Apoyo a las Pequeñas y Medianas Empresas. Disponible en: www.cemue.com.mx

Centro Nacional de Energías Renovables. (2008). Lubricantes, combustibles y biocombustibles. Disponible en: <http://www.energetica21.com/articulos/lc/2008/Cener.pdf>

Conapo. (2005). Índices de Marginación por municipio. Disponible en:
<http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/margina2005/AnexoB.pdf>

Conceptos económicos, jurídicos y sociales. Enciclopedia virtual. Eumed.net. Disponible en: <http://www.eumed.net/dices/definicion.php?dic=1&def=94>.

Conferencia de Semarnat e INE. Taller práctico sobre energía renovable. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/cclimatico/descargas/taller_ener_ren_resumen.pdf

Coss Bu, Raúl. (2007). Análisis y evaluación de proyectos de inversión. Editorial Limusa. Segunda edición. México.

Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 1998. *El Protocolo de Kyoto*. Naciones Unidas. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

Coviello, M. (2005). Entorno Internacional y Oportunidades para el Desarrollo de las fuentes renovables de energía en los países de AL y el Caribe, series 63, (Recursos Naturales e Infraestructura), Naciones Unidas-Comisión Económica para América Latina, Chile. Disponible en: www.eclac.cl/publicaciones/Buenosaires/5/255/pdf.

C.L. Comercio Exterior. Disponible en: <http://www.cargainternacional.com/index.html>.

De Alba, E. (2005). La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Instituto Nacional de Ecología. México. Disponible en: <http://www.ine.gob.mx>.

Diccionario de economía y finanzas. Enciclopedia virtual.Eumed.net. Disponible en: www.eumed.net/coursecon/dic/P11.htm.

Dickey, D. and W. Fuller. (1981). Likelihood Ratio Test for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49, 1057-1072.

Engel, R. and Granger, C. (1987). Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica* 35, 251-256.

Field, Barry C. Economía ambiental: una introducción. University of Massachusetts at Amherst. Mc Graw-Hill

FAO. (2008). Informe Global de Bioenergía. Disponible en: http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0711_KnowGenix__Sustainable_biodiesel_fedstock._Jatropha_a_strategic_option_01.pdf

Finanzas. com. Disponible en : <http://www.finanzas.com/%C2%BFque-son-los-commodities>

Foro Global Agroalimentario (2007). Bioeconomía: moda, mito o realidad. (2007). Disponible en: http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=agronegocios.

Greene, William. (1999). Análisis Econométrico. Editorial Prentice Hall. Tercera edición. Madrid.

Greenpeace (2007). Políticas sobre Bioenergía. Disponible en:
<http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/prensa/reports/criterios-para-bioenerg-a.pdf>.

Greenpeace (2008). Biocombustibles. Disponible en:
<http://www.greenpeace.org.ar/biocombustibles/argentina/informacion.html>

Greenpeace (2009). Disponible en: <http://www.greenpeace.org/espana/>

Heckscher, E. y Ohlin, B. (1977). Comercio Interregional e Internacional.

Hernández, Sampieri R. (2005). Metodología de la Investigación. Editorial Mc Graw-Hill. México.

INEGI. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Regiones Socioeconómicas de México. Disponible en:
<http://jweb.inegi.org.mx/niveles/jsp/index.jsp?c=11724>.

Instituto de Ecología de la UNAM. (2000). Disponible en:
<http://www2.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/cofimeforestal.pdf>

Instituto de Mercadeo agropecuario. Manual del exportador. Disponible en:
http://www.ima.gob.pa/ima/uploads/pdf/guia_para_la_exportacion.pdf

INEGI. Disponible en: <http://cuentame.inegi.gob.mx/glosario/b.aspx?tema=G>

Jiménez, Luis M. (2005). Desarrollo sostenible y economía ecológica. Síntesis. México.

Johansen, S. (1998). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. Journal of economic dynamics and control, 12, 231-254.

Just, R. and Weninger, Q. (1997). Economic Evaluation of the Farmers' Nutrition Program, American Journal of Agricultural Economics, Vol. 9, No. 3, American Agricultural Economics Association: United States of America.

Martínez, Joan y Roca, Jordi. (2001). Economía ecológica y política ambiental. Fondo de cultura económica. Segunda edición. México.

Martínez, Jorge. (2007). El piñón mexicano: una alternativa bioenergética para México. Revista Digital Universitaria. Volumen 8. Numero 12. ISSN: 1067-6079.
 Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art88/int88.htm>.

Masera, Omar. (2006). La bioenergía en México. Un catalizador del desarrollo sustentable. Editorial Aedos. México.

Mercado, Salvador. (2007). Comercio Internacional II. Editorial Limusa. Séptima edición. México.

Morales, Roberto. (2010). Desarrollo local endógeno: Estrategias, instrumentos y actores. UMSNH. Coordinación de Innovación Educativa. Disponible en:
http://dieumsnh.qfb.umich.mx/desarrollo_endogeno.htm

Morales Troncoso Carlos y Moreno Castellanos Jorge Alberto.(2007). Manual de exportación. Editorial Tax. México.

Nebel, Bernard J. y Wright, Richard T. (1999). Ciencias Ambientales: Ecología y desarrollo sostenible. Editorial Pearson. Sexta edición. México.

OCDE. (2008). Disponible en: www.oecd.org.

OCDE y FAO. (2008). Disponible en:
http://www.oecd.org/document/49/0,3343,fr_2649_201185_40754609_1_1_1_1,00.html .

Organización Mundial de Comercio (2008). Disponible en:
www.wto.org/spanish/thewto_s/thewto.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.(2007). Biocombustibles: perspectivas, riesgos y oportunidades. Disponible en:
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0100s/i0100s05.pdf>

Ossa, Fernando. (2002). Economía Internacional aspectos reales. Editorial Alfaomega. Segunda edición ampliada. Colombia.

Parkin, Michael. (2004). Economía. Editorial Pearson. Sexta edición. México.

Precio bonos de carbono. Disponible en: www.pointcarbon.com.

Revista Iberoamericana de Sostenibilidad. (2008). Otro mundo es posible. Disponible en:
http://www.otromundoesposible.net/default.php?mod=magazine_detail&id=817

Reuters. (2008). Biocombustibles. Periódico Reforma. Disponible en:
http://busquedas.gruporeforma.com/reforma/Documentos/DocumentoArtCom.aspx?ValoresForma=930848,biocombustible,ArticulosGC_Reforma

Reuters. (2008). Biocombustibles. La Jornada. Disponible en:
<http://www.jornada.unam.mx/2008/03/05/index.php?section=economia&article=024n3eco>

Ricardo, David. (1817). Principios de Economía Política y Tributación. Editorial Fondo de Cultura Económica.

Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural y Pesca. Bioenergéticos. Disponible en:
<http://www.sagarpa.gob.mx/infhome/bioenergéticos/pdf/estrategia20bioenergéticos>.

Secretaría de Promoción Económica de Jalisco. Instituto de Fomento al Comercio Exterior del Estado de Jalisco (JALTRADE). Disponible en: www.interfesa.com.mx.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Subsecretaría de infraestructura. Dirección General de Desarrollo Carretero. Disponible en:

http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac_internet/controllerUI?action=cmdEscogeRuta.

Secretaría de Desarrollo Económico en Michoacán. (2007). Disponible en:

http://sedeco.michoacan.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=204&Itemid

Secretaría de Energía. Disponible en: <http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/index>.

Secretaria de Energía, Banco Interamericano de desarrollo y Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). (2007). Potencialidades y viabilidad del uso de bioetanol y biodiesel para el transporte en México. Disponible en:

http://www.sener.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/pub/Biocombustibles_en_Mexico_Estudio_Completo.pdf.

SEMARNAT. (2008). Disponible en: <http://www.ine.gob.mx/calair-informacion-basica/540-calair-glosario>

Schettino, Macario.(1995). Economía Internacional. Grupo Editorial Iberoamérica. México.

Smith, Adam. (1776). La Riqueza de las Naciones. Fondo de Cultura Económica.

Stock, J., and Watson, M. (1988). Testing for Common Trends. Journal of the American Statistical Association, 83.

Teorema ambiental.(2008). Revista técnico-ambiental. Disponible en:

www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=51&id_art=5066&id_ejemplar=95.

Torres Gaytán, Ricardo. (2003). Teoría del comercio internacional. Siglo veintiuno. Vigésimocuarta edición. México.

Torres, Zacarías y Navarro, Lenin.(2007). Conceptos y Principios Fundamentales de Epistemología y de Metodología. ININEE-UMSNH. México.

UNESCO. (1995). Desarrollo endógeno desde a dentro. Disponible en:

www.unesco.org/delegates/venezuela/bajar/development.pdf

UNCTAD. (2008). Disponible en:

<http://www.unctad.org/Templates/Page.asp?intItemID=1528&lang=3>U.S. Government Energy Information Administration (EIA). (2007). Disponible en:

<http://usasearch.gov/search?query=graphics&affiliate=eia.doe.gov&v%3Aproject=firstgov&submit.x=19&submit.y=8>

Varas, Juan. (1993). Economía del medio ambiente en América Latina. Editorial Alfaomega. Segunda edición. Universidad Católica de Chile.

Wonnacott, Wonnacott. (1992). Economía. Editorial Mc Graw Hill. Tercera edición.

ANEXOS

Anexo 1. Pruebas de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Los Ángeles, Nueva York, Costa del Golfo, maíz y azúcar (1999-2008)

Null Hypothesis: LAN has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=25)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.681138	0.4408
Test critical values:		
1% level	-3.433227	
5% level	-2.862697	
10% level	-2.567432	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(LAN) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=25)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-42.96110	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.433227	
5% level	-2.862697	
10% level	-2.567432	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: NY has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=25)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.338933	0.6133
Test critical values:		
1% level	-3.433230	
5% level	-2.862698	
10% level	-2.567433	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(NY) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=25)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-29.02037	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.433230	
5% level	-2.862698	
10% level	-2.567433	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: SUGAR has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=25)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.424688	0.5716
Test critical values: 1% level	-3.433225	
5% level	-2.862696	
10% level	-2.567432	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(SUGAR) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=25)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-48.17703	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.433227	
5% level	-2.862697	
10% level	-2.567432	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: USGC has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=25)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.550832	0.5077
Test critical values: 1% level	-3.433225	
5% level	-2.862696	
10% level	-2.567432	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(USGC) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 7 (Automatic based on SIC, MAXLAG=25)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-20.22400	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.433237	
5% level	-2.862701	
10% level	-2.567434	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: LAN has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.361959	0.6023
Test critical values: 1% level	-3.432923	
5% level	-2.862563	
10% level	-2.567360	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(LAN) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-45.52856	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.432923	
5% level	-2.862563	
10% level	-2.567360	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: MAIZ has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.196876	0.9724
Test critical values: 1% level	-3.432919	
5% level	-2.862561	
10% level	-2.567359	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(MAIZ) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-27.02846	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.432919	
5% level	-2.862561	
10% level	-2.567359	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: NY has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.752448	0.8314
Test critical values: 1% level	-3.432930	
5% level	-2.862566	
10% level	-2.567362	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(NY) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-31.16406	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.432930	
5% level	-2.862566	
10% level	-2.567362	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: USGC has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.155427	0.6956
Test critical values: 1% level	-3.432920	
5% level	-2.862561	
10% level	-2.567359	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(USGC) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 8 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-20.14101	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.432952	
5% level	-2.862575	
10% level	-2.567367	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Anexo 2. Prueba de Cointegración de Johansen entre precios los precios internacionales de la gasolina, azúcar y maíz (1999-2008)

Date: 08/08/09 Time: 11:53
Sample (adjusted): 6 2129
Included observations: 2124 after adjustments
Trend assumption: Linear deterministic trend (restricted)
Series: SUGAR NY
Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None	0.008447	24.18901	25.87211	0.0798
At most 1	0.002902	6.171988	12.51798	0.4388

Trace test indicates no cointegration at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Date: 08/08/09 Time: 11:54
Sample (adjusted): 6 2129
Included observations: 2124 after adjustments
Trend assumption: Linear deterministic trend (restricted)
Series: SUGAR USGC
Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.010156	27.90408	25.87211	0.0276
At most 1	0.002925	6.222410	12.51798	0.4326

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Date: 08/08/09 Time: 11:54
Sample (adjusted): 6 2129
Included observations: 2124 after adjustments
Trend assumption: Linear deterministic trend (restricted)
Series: SUGAR LAN
Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.009813	27.63453	25.87211	0.0299
At most 1	0.003144	6.688828	12.51798	0.3781

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Date: 08/08/09 Time: 12:00
Sample (adjusted): 6 770
Included observations: 765 after adjustments
Trend assumption: Quadratic deterministic trend
Series: MAIZ LAN
Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.018728	20.23380	18.39771	0.0274
At most 1 *	0.007516	5.771221	3.841466	0.0163

Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Date: 08/08/09 Time: 12:01
Sample (adjusted): 6 770
Included observations: 765 after adjustments
Trend assumption: Quadratic deterministic trend
Series: MAIZ NY
Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None	0.018052	16.75405	18.39771	0.0837
At most 1	0.003677	2.818142	3.841466	0.0932

Trace test indicates no cointegration at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Date: 08/08/09 Time: 12:03
Sample (adjusted): 6 770
Included observations: 765 after adjustments
Trend assumption: Quadratic deterministic trend
Series: MAIZ USGC
Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None	0.017916	16.43700	18.39771	0.0921
At most 1	0.003402	2.606731	3.841466	0.1064

Trace test indicates no cointegration at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Anexo 3. Pruebas de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para la gasolina Los Ángeles, Nueva York, Costa del Golfo, maíz (1995-1998).

Null Hypothesis: LAN has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.164764	0.2196
Test critical values: 1% level	-3.438638	
5% level	-2.865088	
10% level	-2.568715	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(LAN) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-22.89369	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.438638	
5% level	-2.865088	
10% level	-2.568715	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: MAIZ has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.942809	0.7745
Test critical values: 1% level	-3.438638	
5% level	-2.865088	
10% level	-2.568715	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(MAIZ) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-22.56602	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.438638	
5% level	-2.865088	
10% level	-2.568715	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: NY has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.512473	0.5270
Test critical values: 1% level	-3.438638	
5% level	-2.865088	
10% level	-2.568715	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(NY) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-24.74594	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.438638	
5% level	-2.865088	
10% level	-2.568715	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: USGC has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.404844	0.5810
Test critical values: 1% level	-3.438627	
5% level	-2.865083	
10% level	-2.568712	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(USGC) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=19)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-27.67489	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.438638	
5% level	-2.865088	
10% level	-2.568715	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

.....

Anexo 4. Pruebas de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para la gasolina Los Ángeles, Nueva York, Costa del Golfo y azúcar (1986-1998)

Null Hypothesis: SUGAR has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=28)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.434017	0.1324
Test critical values: 1% level	-3.432225	
5% level	-2.862254	
10% level	-2.567194	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(SUGAR) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=28)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-59.82772	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.432225	
5% level	-2.862254	
10% level	-2.567194	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: LAN has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=22)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.420841	0.0105
Test critical values: 1% level	-3.435063	
5% level	-2.863509	
10% level	-2.567868	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(LAN) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=22)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-21.38917	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.435071	
5% level	-2.863512	
10% level	-2.567869	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: NY has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=22)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.258320	0.1860
Test critical values: 1% level	-3.435071	
5% level	-2.863512	
10% level	-2.567869	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(NY) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=22)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-24.79414	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.435071	
5% level	-2.863512	
10% level	-2.567869	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: USGC has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=22)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.495949	0.1167
Test critical values: 1% level	-3.435071	
5% level	-2.863512	
10% level	-2.567869	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(USGC) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=22)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-23.82715	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.435071	
5% level	-2.863512	
10% level	-2.567869	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Anexo 5. Prueba de Cointegración de Johansen entre la gasolina y maíz (1995-1998) y gasolina y azúcar (1986-1998)

Date: 08/08/09 Time: 11:57
Sample (adjusted): 6 2370
Included observations: 2353 after adjustments
Trend assumption: Linear deterministic trend (restricted)
Series: MAIZ NY
Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None	0.007497	22.30797	25.87211	0.1304
At most 1	0.001954	4.602188	12.51798	0.6541

Trace test indicates no cointegration at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Date: 08/08/09 Time: 11:57
Sample (adjusted): 6 2370
Included observations: 2353 after adjustments
Trend assumption: Linear deterministic trend (restricted)
Series: MAIZ USGC
Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None	0.008005	23.50783	25.87211	0.0957
At most 1	0.001951	4.596227	12.51798	0.6550

Trace test indicates no cointegration at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Date: 08/08/09 Time: 11:58
Sample (adjusted): 6 2370
Included observations: 2353 after adjustments
Trend assumption: Linear deterministic trend (restricted)
Series: MAIZ LAN
Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None	0.007848	23.08074	25.87211	0.1071
At most 1	0.001928	4.541104	12.51798	0.6630

Trace test indicates no cointegration at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Date: 08/08/09 Time: 12:05
Sample (adjusted): 6 3170
Included observations: 2982 after adjustments
Trend assumption: Quadratic deterministic trend
Series: SUGAR NY
Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.004503	19.02702	18.39771	0.0408
At most 1 *	0.001865	5.568102	3.841466	0.0183

Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Date: 08/08/09 Time: 12:06
Sample (adjusted): 6 3170
Included observations: 2979 after adjustments
Trend assumption: Quadratic deterministic trend
Series: SUGAR USGC
Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.004986	20.42160	18.39771	0.0258
At most 1 *	0.001855	5.530478	3.841466	0.0187

Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Anexo 6. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para el azúcar

Null Hypothesis: LOGSUGAR has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.566602	0.8753
Test critical values:		
1% level	-3.434000	
5% level	-2.863039	
10% level	-2.567615	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOGSUGAR)

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:48

Sample (adjusted): 2 1698

Included observations: 1697 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGSUGAR(-1)	-0.001155	0.002039	-0.566602	0.5711
C	0.002914	0.004416	0.659853	0.5094
R-squared	0.000189	Mean dependent var		0.000431
Adjusted R-squared	-0.000400	S.D. dependent var		0.022236
S.E. of regression	0.022240	Akaike info criterion		-4.772642
Sum squared resid	0.838401	Schwarz criterion		-4.766234
Log likelihood	4051.586	Hannan-Quinn criter.		-4.770269
F-statistic	0.321038	Durbin-Watson stat		2.119761
Prob(F-statistic)	0.571060			

Null Hypothesis: D(LOGSUGAR) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-43.91839	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.434002	
5% level	-2.863040	
10% level	-2.567616	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOGSUGAR,2)
Method: Least Squares
Date: 11/28/09 Time: 19:48
Sample (adjusted): 3 1698
Included observations: 1696 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGSUGAR(-1))	-1.062861	0.024201	-43.91839	0.0000
C	0.000424	0.000538	0.787518	0.4311
R-squared	0.532409	Mean dependent var		-3.34E-05
Adjusted R-squared	0.532133	S.D. dependent var		0.032399
S.E. of regression	0.022161	Akaike info criterion		-4.779753
Sum squared resid	0.831969	Schwarz criterion		-4.773342
Log likelihood	4055.230	Hannan-Quinn criter.		-4.777379
F-statistic	1928.825	Durbin-Watson stat		2.007556
Prob(F-statistic)	0.000000			

Anexo 7. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Los Ángeles

Null Hypothesis: LOGLACG has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.294068	0.1740
Test critical values:		
1% level	-3.434002	
5% level	-2.863040	
10% level	-2.567616	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOGLACG)

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:49

Sample (adjusted): 3 1698

Included observations: 1696 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGLACG(-1)	-0.005605	0.002443	-2.294068	0.0219
D(LOGLACG(-1))	0.139042	0.024075	5.775425	0.0000
C	0.026800	0.011313	2.368911	0.0180
R-squared	0.021559	Mean dependent var		0.001076
Adjusted R-squared	0.020403	S.D. dependent var		0.038426
S.E. of regression	0.038032	Akaike info criterion		-3.698996
Sum squared resid	2.448847	Schwarz criterion		-3.689380
Log likelihood	3139.749	Hannan-Quinn criter.		-3.695436
F-statistic	18.65192	Durbin-Watson stat		2.013159
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: D(LOGLACG) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-35.89147	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.434002	
5% level	-2.863040	
10% level	-2.567616	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LOGLACG,2)
 Method: Least Squares
 Date: 11/28/09 Time: 19:49
 Sample (adjusted): 3 1698
 Included observations: 1696 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGLACG(-1))	-0.863921	0.024070	-35.89147	0.0000
C	0.000933	0.000925	1.009062	0.3131
R-squared	0.431962	Mean dependent var		2.86E-05
Adjusted R-squared	0.431627	S.D. dependent var		0.050510
S.E. of regression	0.038080	Akaike info criterion		-3.697071
Sum squared resid	2.456459	Schwarz criterion		-3.690661
Log likelihood	3137.117	Hannan-Quinn criter.		-3.694698
F-statistic	1288.197	Durbin-Watson stat		2.011883
Prob(F-statistic)	0.000000			

Anexo 8. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Nueva York

Null Hypothesis: LOGNYHCG has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.050123	0.2654
Test critical values: 1% level	-3.434002	
5% level	-2.863040	
10% level	-2.567616	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOGNYHCG)

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:50

Sample (adjusted): 3 1698

Included observations: 1696 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGNYHCG(-1)	-0.004159	0.002029	-2.050123	0.0405
D(LOGNYHCG(-1))	0.074011	0.024224	3.055199	0.0023
C	0.019682	0.009154	2.149940	0.0317
R-squared	0.007669	Mean dependent var		0.001057
Adjusted R-squared	0.006497	S.D. dependent var		0.032228
S.E. of regression	0.032123	Akaike info criterion		-4.036708
Sum squared resid	1.747008	Schwarz criterion		-4.027093
Log likelihood	3426.129	Hannan-Quinn criter.		-4.033148
F-statistic	6.542025	Durbin-Watson stat		1.995730
Prob(F-statistic)	0.001478			

Null Hypothesis: D(LOGNYHCG) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-38.29355	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.434002	
5% level	-2.863040	
10% level	-2.567616	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LOGNYHCG,2)
 Method: Least Squares
 Date: 11/28/09 Time: 19:50
 Sample (adjusted): 3 1698
 Included observations: 1696 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGNYHCG(-1))	-0.927860	0.024230	-38.29355	0.0000
C	0.000982	0.000781	1.257216	0.2088
R-squared	0.463991	Mean dependent var		1.46E-05
Adjusted R-squared	0.463675	S.D. dependent var		0.043905
S.E. of regression	0.032154	Akaike info criterion		-4.035408
Sum squared resid	1.751345	Schwarz criterion		-4.028998
Log likelihood	3424.026	Hannan-Quinn criter.		-4.033035
F-statistic	1466.396	Durbin-Watson stat		1.995401
Prob(F-statistic)	0.000000			

Anexo 9. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Costa del Golfo

Null Hypothesis: LOGUSGCG has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.120634	0.2366
Test critical values: 1% level	-3.434000	
5% level	-2.863039	
10% level	-2.567615	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOGUSGCG)

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:50

Sample (adjusted): 2 1698

Included observations: 1697 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGUSGCG(-1)	-0.004731	0.002231	-2.120634	0.0341
C	0.022298	0.010047	2.219285	0.0266
R-squared	0.002646	Mean dependent var		0.001075
Adjusted R-squared	0.002058	S.D. dependent var		0.036786
S.E. of regression	0.036748	Akaike info criterion		-3.768284
Sum squared resid	2.288963	Schwarz criterion		-3.761877
Log likelihood	3199.389	Hannan-Quinn criter.		-3.765912
F-statistic	4.497086	Durbin-Watson stat		2.013493
Prob(F-statistic)	0.034098			

Null Hypothesis: D(LOGUSGCG) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=24)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-41.53140	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.434002	
5% level	-2.863040	
10% level	-2.567616	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LOGUSGCG,2)
 Method: Least Squares
 Date: 11/28/09 Time: 19:51
 Sample (adjusted): 3 1698
 Included observations: 1696 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGUSGCG(-1))	-1.008991	0.024295	-41.53140	0.0000
C	0.001097	0.000894	1.227060	0.2200
R-squared	0.504513	Mean dependent var		2.55E-06
Adjusted R-squared	0.504220	S.D. dependent var		0.052268
S.E. of regression	0.036803	Akaike info criterion		-3.765304
Sum squared resid	2.294438	Schwarz criterion		-3.758894
Log likelihood	3194.978	Hannan-Quinn criter.		-3.762931
F-statistic	1724.857	Durbin-Watson stat		1.997511
Prob(F-statistic)	0.000000			

Anexo 10. Coeficiente de los Residuales azúcar y gasolina Los Ángeles.

Dependent Variable: LOGSUGAR

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:18

Sample: 1 1698

Included observations: 1698

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001300	0.058641	0.022175	0.9823
LOGLACG	0.465575	0.012663	36.76616	0.0000
R-squared	0.443524	Mean dependent var		2.150056
Adjusted R-squared	0.443196	S.D. dependent var		0.265415
S.E. of regression	0.198051	Akaike info criterion		-0.399411
Sum squared resid	66.52398	Schwarz criterion		-0.393007
Log likelihood	341.1000	Hannan-Quinn criter.		-0.397040
F-statistic	1351.751	Durbin-Watson stat		0.019605
Prob(F-statistic)	0.000000			

Dependent Variable: DLOGSUGAR

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:19

Sample (adjusted): 3 1698

Included observations: 1696 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000377	0.000537	0.702508	0.4825
DLOGSUGAR(-1)	-0.061076	0.024215	-2.522226	0.0118
DLOGLACG	0.034915	0.014124	2.471974	0.0135
DLOGLACG(-1)	0.005170	0.014141	0.365586	0.7147
RESID01LA(-1)	-0.006412	0.002726	-2.352679	0.0188
R-squared	0.010809	Mean dependent var		0.000397
Adjusted R-squared	0.008469	S.D. dependent var		0.022199
S.E. of regression	0.022105	Akaike info criterion		-4.783108
Sum squared resid	0.826253	Schwarz criterion		-4.767082
Log likelihood	4061.076	Hannan-Quinn criter.		-4.777175
F-statistic	4.619601	Durbin-Watson stat		2.007125
Prob(F-statistic)	0.001036			

Anexo 11. Corrección del Error (VAR) para el azúcar y gasolina Los Ángeles.

Vector Error Correction Estimates

Date: 11/28/09 Time: 19:07

Sample (adjusted): 4 1698

Included observations: 1695 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegrating Eq:	CointEq1	
LOGSUGAR(-1)	1.000000	
LOGLACG(-1)	-0.976764 (0.15872) [-6.15384]	
C	2.358914	
Error Correction:	D(LOGSUGAR)	D(LOGLACG)
CointEq1	-0.005873 (0.00196) [-3.00134]	0.011052 (0.00336) [3.29038]
D(LOGSUGAR(-1))	-0.067620 (0.02428) [-2.78516]	0.000328 (0.04167) [0.00786]
D(LOGSUGAR(-2))	-0.044777 (0.02423) [-1.84805]	-0.039820 (0.04159) [-0.95747]
D(LOGLACG(-1))	0.009794 (0.01415) [0.69225]	0.133906 (0.02428) [5.51393]
D(LOGLACG(-2))	-0.004544 (0.01417) [-0.32074]	0.057642 (0.02432) [2.37060]
C	0.000430 (0.00054) [0.79980]	0.000867 (0.00092) [0.93950]
R-squared	0.011802	0.027886
Adj. R-squared	0.008877	0.025008
Sum sq. resids	0.825271	2.431493
S.E. equation	0.022105	0.037942
F-statistic	4.034414	9.690077
Log likelihood	4059.190	3143.424
Akaike AIC	-4.782525	-3.701976
Schwarz SC	-4.763285	-3.682735
Mean dependent	0.000389	0.001053
S.D. dependent	0.022203	0.038426
Determinant resid covariance (dof adj.)	7.01E-07	

Anexo 12. Coeficiente de los Residuales azúcar y gasolina Nueva York.

Dependent Variable: LOGSUGAR

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:21

Sample: 1 1698

Included observations: 1698

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.037448	0.055055	0.680196	0.4965
LOGNYHCG	0.469818	0.012199	38.51366	0.0000
R-squared	0.466550	Mean dependent var		2.150056
Adjusted R-squared	0.466235	S.D. dependent var		0.265415
S.E. of regression	0.193910	Akaike info criterion		-0.441669
Sum squared resid	63.77139	Schwarz criterion		-0.435265
Log likelihood	376.9769	Hannan-Quinn criter.		-0.439298
F-statistic	1483.302	Durbin-Watson stat		0.017826
Prob(F-statistic)	0.000000			

Dependent Variable: DLOGSUGAR

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:22

Sample (adjusted): 3 1698

Included observations: 1696 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000348	0.000536	0.650163	0.5157
DLOGSUGAR(-1)	-0.063688	0.024173	-2.634680	0.0085
DLOGNYHCG	0.056771	0.016664	3.406773	0.0007
DLOGNYHCG(-1)	0.011310	0.016729	0.676085	0.4991
RESID01NYH(-1)	-0.008369	0.002774	-3.016622	0.0026
R-squared	0.016425	Mean dependent var		0.000397
Adjusted R-squared	0.014098	S.D. dependent var		0.022199
S.E. of regression	0.022042	Akaike info criterion		-4.788802
Sum squared resid	0.821563	Schwarz criterion		-4.772776
Log likelihood	4065.904	Hannan-Quinn criter.		-4.782868
F-statistic	7.059656	Durbin-Watson stat		2.008450
Prob(F-statistic)	0.000012			

Anexo 13. Corrección del Error (VAR) para el azúcar y gasolina Nueva York.

Vector Error Correction Estimates

Date: 11/28/09 Time: 19:12

Sample (adjusted): 4 1698

Included observations: 1695 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegrating Eq:	CointEq1	
LOGSUGAR(-1)	1.000000	
LOGNYHCG(-1)	-1.052042 (0.16570) [-6.34890]	
C	2.581767	
Error Correction:	D(LOGSUGAR)	D(LOGNYHCG)
CointEq1	-0.007251 (0.00183) [-3.97222]	0.005426 (0.00266) [2.03995]
D(LOGSUGAR(-1))	-0.071921 (0.02427) [-2.96351]	0.030252 (0.03536) [0.85552]
D(LOGSUGAR(-2))	-0.050185 (0.02422) [-2.07175]	-0.006930 (0.03529) [-0.19636]
D(LOGNYHCG(-1))	0.014631 (0.01674) [0.87377]	0.074895 (0.02440) [3.06985]
D(LOGNYHCG(-2))	0.012824 (0.01675) [0.76558]	-0.009547 (0.02441) [-0.39118]
C	0.000410 (0.00054) [0.76537]	0.000950 (0.00078) [1.21588]
R-squared	0.016673	0.008343
Adj. R-squared	0.013762	0.005408
Sum sq. resids	0.821203	1.743364
S.E. equation	0.022050	0.032128
F-statistic	5.727565	2.842144
Log likelihood	4063.377	3425.378
Akaike AIC	-4.787466	-4.034665
Schwarz SC	-4.768226	-4.015424
Mean dependent	0.000389	0.001028
S.D. dependent	0.022203	0.032215
Determinant resid covariance (dof adj.)	4.98E-07	

Anexo 14. Coeficiente de los Residuales azúcar y gasolina Costa del Golfo

Dependent Variable: LOGSUGAR

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:24

Sample: 1 1698

Included observations: 1698

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.125950	0.053120	2.371054	0.0178
LOGUSGCG	0.451223	0.011795	38.25596	0.0000
R-squared	0.463209	Mean dependent var		2.150056
Adjusted R-squared	0.462893	S.D. dependent var		0.265415
S.E. of regression	0.194516	Akaike info criterion		-0.435427
Sum squared resid	64.17069	Schwarz criterion		-0.429023
Log likelihood	371.6775	Hannan-Quinn criter.		-0.433056
F-statistic	1463.519	Durbin-Watson stat		0.019149
Prob(F-statistic)	0.000000			

Dependent Variable: DLOGSUGAR

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:25

Sample (adjusted): 3 1698

Included observations: 1696 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000349	0.000536	0.651648	0.5147
DLOGSUGAR(-1)	-0.064083	0.024154	-2.653102	0.0081
DLOGUSGCG	0.039792	0.014566	2.731815	0.0064
DLOGUSGCG(-1)	0.025549	0.014610	1.748703	0.0805
RESID01USG(-1)	-0.008280	0.002768	-2.991447	0.0028
R-squared	0.015397	Mean dependent var		0.000397
Adjusted R-squared	0.013068	S.D. dependent var		0.022199
S.E. of regression	0.022053	Akaike info criterion		-4.787757
Sum squared resid	0.822421	Schwarz criterion		-4.771731
Log likelihood	4065.018	Hannan-Quinn criter.		-4.781823
F-statistic	6.610843	Durbin-Watson stat		2.008605
Prob(F-statistic)	0.000028			

Anexo 15. Corrección del Error (VAR) para el azúcar y gasolina Costa del Golfo

Vector Error Correction Estimates

Date: 11/28/09 Time: 19:15

Sample (adjusted): 4 1698

Included observations: 1695 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegrating Eq:	CointEq1	
LOGSUGAR(-1)	1.000000	
LOGUSGCG(-1)	-1.013717 (0.15792) [-6.41908]	
C	2.398487	
Error Correction:	D(LOGSUGAR)	D(LOGUSGCG)
CointEq1	-0.007304 (0.00182) [-4.01244]	0.006581 (0.00304) [2.16783]
D(LOGSUGAR(-1))	-0.072935 (0.02424) [-3.00876]	0.028385 (0.04043) [0.70208]
D(LOGSUGAR(-2))	-0.049748 (0.02418) [-2.05760]	-0.057402 (0.04032) [-1.42351]
D(LOGUSGCG(-1))	0.024865 (0.01461) [1.70172]	-0.005247 (0.02437) [-0.21530]
D(LOGUSGCG(-2))	0.006944 (0.01462) [0.47491]	0.017505 (0.02438) [0.71789]
C	0.000405 (0.00054) [0.75536]	0.001056 (0.00089) [1.18143]
R-squared	0.017991	0.004632
Adj. R-squared	0.015084	0.001685
Sum sq. resids	0.820102	2.281209
S.E. equation	0.022035	0.036751
F-statistic	6.188701	1.571817
Log likelihood	4064.514	3197.495
Akaike AIC	-4.788808	-3.765776
Schwarz SC	-4.769567	-3.746535
Mean dependent	0.000389	0.001056
S.D. dependent	0.022203	0.036782
Determinant resid covariance (dof adj.)	6.53E-07	

Anexo 16. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para el maíz

Null Hypothesis: LOGYCORN has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.122582	0.9452
Test critical values: 1% level	-3.432919	
5% level	-2.862561	
10% level	-2.567359	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOGYCORN)

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:52

Sample (adjusted): 3 2368

Included observations: 2366 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGYCORN(-1)	-0.000160	0.001305	-0.122582	0.9024
D(LOGYCORN(-1))	-0.107658	0.020480	-5.256620	0.0000
C	0.000592	0.001392	0.424983	0.6709
R-squared	0.011629	Mean dependent var		0.000385
Adjusted R-squared	0.010792	S.D. dependent var		0.017985
S.E. of regression	0.017888	Akaike info criterion		-5.208107
Sum squared resid	0.756113	Schwarz criterion		-5.200793
Log likelihood	6164.191	Hannan-Quinn criter.		-5.205444
F-statistic	13.90129	Durbin-Watson stat		2.011674
Prob(F-statistic)	0.000001			

Null Hypothesis: D(LOGYCORN) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-54.18403	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.432919	
5% level	-2.862561	
10% level	-2.567359	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOGYCORN,2)
Method: Least Squares
Date: 11/28/09 Time: 19:52
Sample (adjusted): 3 2368
Included observations: 2366 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGYCORN(-1))	-1.107796	0.020445	-54.18403	0.0000
C	0.000427	0.000368	1.161122	0.2457
R-squared	0.553955	Mean dependent var		-5.72E-06
Adjusted R-squared	0.553766	S.D. dependent var		0.026773
S.E. of regression	0.017884	Akaike info criterion		-5.208946
Sum squared resid	0.756118	Schwarz criterion		-5.204070
Log likelihood	6164.184	Hannan-Quinn criter.		-5.207171
F-statistic	2935.909	Durbin-Watson stat		2.011719
Prob(F-statistic)	0.000000			

Anexo 17. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Los Ángeles

Null Hypothesis: LOGLACG has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.155547	0.2231
Test critical values:		
1% level	-3.432919	
5% level	-2.862561	
10% level	-2.567359	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOGLACG)

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:53

Sample (adjusted): 3 2368

Included observations: 2366 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGLACG(-1)	-0.003124	0.001449	-2.155547	0.0312
D(LOGLACG(-1))	0.129882	0.020392	6.369296	0.0000
C	0.015732	0.007001	2.247112	0.0247
R-squared	0.018430	Mean dependent var		0.000825
Adjusted R-squared	0.017600	S.D. dependent var		0.034908
S.E. of regression	0.034600	Akaike info criterion		-3.888687
Sum squared resid	2.828810	Schwarz criterion		-3.881372
Log likelihood	4603.317	Hannan-Quinn criter.		-3.886024
F-statistic	22.18447	Durbin-Watson stat		2.011005
Prob(F-statistic)	0.000000			

Null Hypothesis: D(LOGLACG) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-42.72942	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.432919	
5% level	-2.862561	
10% level	-2.567359	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LOGLACG,2)
 Method: Least Squares
 Date: 11/28/09 Time: 19:53
 Sample (adjusted): 3 2368
 Included observations: 2366 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGLACG(-1))	-0.871546	0.020397	-42.72942	0.0000
C	0.000719	0.000712	1.010017	0.3126
R-squared	0.435773	Mean dependent var		-5.99E-09
Adjusted R-squared	0.435534	S.D. dependent var		0.046088
S.E. of regression	0.034626	Akaike info criterion		-3.887568
Sum squared resid	2.834372	Schwarz criterion		-3.882691
Log likelihood	4600.993	Hannan-Quinn criter.		-3.885792
F-statistic	1825.803	Durbin-Watson stat		2.010310
Prob(F-statistic)	0.000000			

Anexo 18. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Nueva York

Null Hypothesis: LOGNYHCG has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.756922	0.4024
Test critical values:		
1% level	-3.432919	
5% level	-2.862561	
10% level	-2.567359	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOGNYHCG)

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:54

Sample (adjusted): 3 2368

Included observations: 2366 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGNYHCG(-1)	-0.002111	0.001201	-1.756922	0.0791
D(LOGNYHCG(-1))	0.059182	0.020529	2.882880	0.0040
C	0.010767	0.005677	1.896443	0.0580
R-squared	0.004697	Mean dependent var		0.000903
Adjusted R-squared	0.003854	S.D. dependent var		0.029772
S.E. of regression	0.029714	Akaike info criterion		-4.193101
Sum squared resid	2.086405	Schwarz criterion		-4.185786
Log likelihood	4963.438	Hannan-Quinn criter.		-4.190438
F-statistic	5.575379	Durbin-Watson stat		1.996639
Prob(F-statistic)	0.003840			

Null Hypothesis: D(LOGNYHCG) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-45.86708	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.432919	
5% level	-2.862561	
10% level	-2.567359	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LOGNYHCG,2)
 Method: Least Squares
 Date: 11/28/09 Time: 19:54
 Sample (adjusted): 3 2368
 Included observations: 2366 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGNYHCG(-1))	-0.941722	0.020532	-45.86708	0.0000
C	0.000850	0.000611	1.390325	0.1646
R-squared	0.470879	Mean dependent var		1.71E-06
Adjusted R-squared	0.470655	S.D. dependent var		0.040859
S.E. of regression	0.029728	Akaike info criterion		-4.192641
Sum squared resid	2.089130	Schwarz criterion		-4.187764
Log likelihood	4961.894	Hannan-Quinn criter.		-4.190865
F-statistic	2103.789	Durbin-Watson stat		1.996460
Prob(F-statistic)	0.000000			

Anexo 19. Prueba de Raíz Unitaria Dickey-Fuller Aumentada para gasolina Costa del Golfo

Null Hypothesis: LOGUSGCG has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.804060	0.3789
Test critical values: 1% level	-3.432918	
5% level	-2.862560	
10% level	-2.567359	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOGUSGCG)

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 19:54

Sample (adjusted): 2 2368

Included observations: 2367 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGUSGCG(-1)	-0.002342	0.001298	-1.804060	0.0713
C	0.011898	0.006123	1.943125	0.0521
R-squared	0.001374	Mean dependent var		0.000919
Adjusted R-squared	0.000952	S.D. dependent var		0.032865
S.E. of regression	0.032849	Akaike info criterion		-3.992922
Sum squared resid	2.552032	Schwarz criterion		-3.988047
Log likelihood	4727.623	Hannan-Quinn criter.		-3.991147
F-statistic	3.254632	Durbin-Watson stat		2.016609
Prob(F-statistic)	0.071349			

Anexo 20. Coeficiente de los Residuales maíz y gasolina Los Ángeles

Dependent Variable: LOGYCORN

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 18:42

Sample: 1 2368

Included observations: 2368

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.918223	0.040484	-22.68101	0.0000
LOGLACG	0.405211	0.008379	48.36149	0.0000
R-squared	0.497113	Mean dependent var		1.029489
Adjusted R-squared	0.496900	S.D. dependent var		0.282661
S.E. of regression	0.200490	Akaike info criterion		-0.375258
Sum squared resid	95.10459	Schwarz criterion		-0.370384
Log likelihood	446.3049	Hannan-Quinn criter.		-0.373483
F-statistic	2338.834	Durbin-Watson stat		0.012539
Prob(F-statistic)	0.000000			

Dependent Variable: DLOGYCORN

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 18:49

Sample (adjusted): 3 2368

Included observations: 2366 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000412	0.000368	1.119861	0.2629
DLOGYCORN(-1)	-0.105944	0.020494	-5.169498	0.0000
DLOGLACG	0.020523	0.010635	1.929808	0.0538
DLOGLACG(-1)	-0.003750	0.010631	-0.352707	0.7243
RESID01LACG(-1)	-0.001977	0.001842	-1.073240	0.2833
R-squared	0.013577	Mean dependent var		0.000385
Adjusted R-squared	0.011906	S.D. dependent var		0.017985
S.E. of regression	0.017878	Akaike info criterion		-5.208390
Sum squared resid	0.754623	Schwarz criterion		-5.196198
Log likelihood	6166.525	Hannan-Quinn criter.		-5.203951
F-statistic	8.124085	Durbin-Watson stat		2.010927
Prob(F-statistic)	0.000002			

Anexo 21. Corrección del Error (VAR) para el maíz y gasolina Los Ángeles

Vector Error Correction Estimates

Date: 11/27/09 Time: 19:40

Sample (adjusted): 4 2368

Included observations: 2365 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegrating Eq:	CointEq1	
YCORN(-1)	1.000000	
LOGLACG(-1)	-3.012866 (0.62766) [-4.80016]	
C	11.55262	
Error Correction:	D(YCORN)	D(LOGLACG)
CointEq1	-0.001414 (0.00114) [-1.24373]	0.002111 (0.00066) [3.20853]
D(YCORN(-1))	-0.054115 (0.02059) [-2.62860]	-0.007240 (0.01191) [-0.60771]
D(YCORN(-2))	-0.051195 (0.02059) [-2.48601]	-0.018508 (0.01192) [-1.55300]
D(LOGLACG(-1))	-0.009459 (0.03551) [-0.26641]	0.125166 (0.02055) [6.09107]
D(LOGLACG(-2))	0.031650 (0.03553) [0.89091]	0.050912 (0.02056) [2.47633]
C	0.001644 (0.00123) [1.33905]	0.000702 (0.00071) [0.98782]
R-squared	0.006349	0.023959
Adj. R-squared	0.004243	0.021890
Sum sq. resids	8.394059	2.811334
S.E. equation	0.059652	0.034522
F-statistic	3.014811	11.58117
Log likelihood	3314.704	4608.199
Akaike AIC	-2.798058	-3.891923
Schwarz SC	-2.783423	-3.877288
Mean dependent	0.001500	0.000808
S.D. dependent	0.059779	0.034906
Determinant resid covariance (dof adj.)		4.23E-06

Anexo 22. Coeficiente de los Residuales maíz y gasolina Nueva York

Dependent Variable: LOGYCORN

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 18:50

Sample: 1 2368

Included observations: 2368

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.856766	0.037210	-23.02535	0.0000
LOGNYHCG	0.401470	0.007874	50.98959	0.0000
R-squared	0.523554	Mean dependent var		1.029489
Adjusted R-squared	0.523353	S.D. dependent var		0.282661
S.E. of regression	0.195148	Akaike info criterion		-0.429269
Sum squared resid	90.10408	Schwarz criterion		-0.424396
Log likelihood	510.2548	Hannan-Quinn criter.		-0.427495
F-statistic	2599.938	Durbin-Watson stat		0.011504
Prob(F-statistic)	0.000000			

Dependent Variable: DLOGYCORN

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 18:52

Sample (adjusted): 3 2368

Included observations: 2366 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000401	0.000367	1.091466	0.2752
DLOGYCORN(-1)	-0.103954	0.020494	-5.072499	0.0000
DLOGNYHCG	0.040355	0.012368	3.262813	0.0011
DLOGNYHCG(-1)	-0.013820	0.012376	-1.116640	0.2643
RESID01NYH(-1)	-0.002123	0.001889	-1.123947	0.2611
R-squared	0.016783	Mean dependent var		0.000385
Adjusted R-squared	0.015117	S.D. dependent var		0.017985
S.E. of regression	0.017849	Akaike info criterion		-5.211645
Sum squared resid	0.752170	Schwarz criterion		-5.199454
Log likelihood	6170.376	Hannan-Quinn criter.		-5.207207
F-statistic	10.07518	Durbin-Watson stat		2.010313
Prob(F-statistic)	0.000000			

Anexo 23. Corrección del Error (VAR) para el maíz y gasolina Nueva York

Vector Error Correction Estimates

Date: 11/27/09 Time: 19:41

Sample (adjusted): 4 2368

Included observations: 2365 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegrating Eq:	CointEq1	
YCORN(-1)	1.000000	
LOGUSGCG(-1)	-2.588384 (0.58250) [-4.44358]	
C	9.206080	
Error Correction:	D(YCORN)	D(LOGUSGCG)
CointEq1	-0.001370 (0.00126) [-1.08951]	0.002048 (0.00069) [2.96406]
D(YCORN(-1))	-0.052575 (0.02061) [-2.55089]	-0.002258 (0.01133) [-0.19941]
D(YCORN(-2))	-0.050661 (0.02061) [-2.45805]	-0.029755 (0.01133) [-2.62714]
D(LOGUSGCG(-1))	-0.041731 (0.03741) [-1.11540]	-0.007165 (0.02056) [-0.34852]
D(LOGUSGCG(-2))	0.018545 (0.03742) [0.49555]	0.026349 (0.02056) [1.28126]
C	0.001681 (0.00123) [1.36876]	0.000938 (0.00067) [1.38893]
R-squared	0.006432	0.006940
Adj. R-squared	0.004326	0.004835
Sum sq. resids	8.393360	2.534608
S.E. equation	0.059649	0.032779
F-statistic	3.054353	3.297137
Log likelihood	3314.802	4730.730
Akaike AIC	-2.798141	-3.995543
Schwarz SC	-2.783507	-3.980908
Mean dependent	0.001500	0.000905
S.D. dependent	0.059779	0.032858
Determinant resid covariance (dof adj.)	3.81E-06	

Anexo 24. Coeficiente de los Residuales maíz y gasolina Costa del Golfo

Dependent Variable: LOGYCORN

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 18:54

Sample: 1 2368

Included observations: 2368

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.796693	0.036698	-21.70966	0.0000
LOGUSGCG	0.389514	0.007780	50.06855	0.0000
R-squared	0.514454	Mean dependent var		1.029489
Adjusted R-squared	0.514248	S.D. dependent var		0.282661
S.E. of regression	0.197003	Akaike info criterion		-0.410348
Sum squared resid	91.82519	Schwarz criterion		-0.405475
Log likelihood	487.8522	Hannan-Quinn criter.		-0.408574
F-statistic	2506.860	Durbin-Watson stat		0.011993
Prob(F-statistic)	0.000000			

Dependent Variable: DLOGYCORN

Method: Least Squares

Date: 11/28/09 Time: 18:55

Sample (adjusted): 3 2368

Included observations: 2366 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000414	0.000367	1.127503	0.2596
DLOGYCORN(-1)	-0.110707	0.020435	-5.417436	0.0000
DLOGUSGCG	0.026178	0.011155	2.346864	0.0190
DLOGUSGCG(-1)	-0.008790	0.011168	-0.787137	0.4313
RESID01USG	0.006324	0.001865	3.390298	0.0007
R-squared	0.018939	Mean dependent var		0.000385
Adjusted R-squared	0.017276	S.D. dependent var		0.017985
S.E. of regression	0.017829	Akaike info criterion		-5.213840
Sum squared resid	0.750521	Schwarz criterion		-5.201648
Log likelihood	6172.973	Hannan-Quinn criter.		-5.209401
F-statistic	11.39424	Durbin-Watson stat		1.999657
Prob(F-statistic)	0.000000			

Anexo 25. Corrección del Error (VAR) para el maíz y gasolina Costa del Golfo

Vector Error Correction Estimates

Date: 11/27/09 Time: 19:41

Sample (adjusted): 4 2368

Included observations: 2365 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegrating Eq:	CointEq1	
YCORN(-1)	1.000000	
LOGUSGCG(-1)	-2.588384 (0.58250) [-4.44358]	
C	9.206080	
Error Correction:	D(YCORN)	D(LOGUSGCG)
CointEq1	-0.001370 (0.00126) [-1.08951]	0.002048 (0.00069) [2.96406]
D(YCORN(-1))	-0.052575 (0.02061) [-2.55089]	-0.002258 (0.01133) [-0.19941]
D(YCORN(-2))	-0.050661 (0.02061) [-2.45805]	-0.029755 (0.01133) [-2.62714]
D(LOGUSGCG(-1))	-0.041731 (0.03741) [-1.11540]	-0.007165 (0.02056) [-0.34852]
D(LOGUSGCG(-2))	0.018545 (0.03742) [0.49555]	0.026349 (0.02056) [1.28126]
C	0.001681 (0.00123) [1.36876]	0.000938 (0.00067) [1.38893]
R-squared	0.006432	0.006940
Adj. R-squared	0.004326	0.004835
Sum sq. resids	8.393360	2.534608
S.E. equation	0.059649	0.032779
F-statistic	3.054353	3.297137
Log likelihood	3314.802	4730.730
Akaike AIC	-2.798141	-3.995543
Schwarz SC	-2.783507	-3.980908
Mean dependent	0.001500	0.000905
S.D. dependent	0.059779	0.032858
Determinant resid covariance (dof adj.)	3.81E-06	

**Anexo 26. Temperatura media anual y estimación de la superficie rural no cultivada en
logaritmos de municipios en Michoacán**

MUNICIPIO	ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE RURAL NO CULTIVADA	TEMPERATURA MEDIA ANUAL
Aguililla	5,068393865	1,431363764
Alvaro Obregón	3,681675315	1,414973348
Apatzingan	5,11275125	1,378397901
Aquila	5,25100164	1,431363764
Ario de Rosales	4,690844202	1,397940009
Arteaga	5,505493139	1,44870632
Buenavista	4,782768861	1,431363764
Cd. Hidalgo	4,955671879	1,049218023
Chilchota	4,359936932	1,579783597
Chinicuila	4,829791196	1,428134794
Churintzio	4,276546816	1,579783597
Coalcomán de Vázquez	5,418020484	1,374748346
Coeneo	4,443657195	1,190331698
Contepec	4,351428121	1,190331698
Cotija	4,628799527	1,301029996
Cuitzeo	4,33723257	1,274157849
Ecuandureo	4,275619974	1,326335861
Epitacio Huerta	4,463649656	1,212187604
Gabriel Zamora	4,474900395	1,414973348
Hidalgo	4,955671879	1,049218023
Huaniqueo	4,167357217	1,214843848
Huetamo	5,267442667	1,460897843
Jacona	3,91557394	1,309630167
Jiquilpan	4,225433865	1,404833717
Juárez	4,019124602	1,285557309
La piedad	4,238925099	1,315970345
Lázaro Cárdenas	5,002763292	1,444044796
Los Reyes	4,473275246	1,372912003
Maravatio	4,652881842	1,342422681
Morelia	4,983707456	1,245512668
Múgica	4,371042173	1,432969291
Panindícuaro	4,327906311	1,305351369

Patzcuaro	4,577369996	1,209515015
Peribán	4,135407776	1,322219295
Purépero	4,170729504	1,252853031
Puruandiro	4,573540527	1,290034611
Quiroga	4,23346317	1,181843588
Sahuayo	3,747507358	1,260071388
Salvador Escalante	4,510475303	1,167317335
San Lucas	4,550068675	1,442479769
Sixto Verduzco	3,36064074	1,290034611
Tacámbaro	4,762532649	1,250420002
Tangancícuaro	4,429093882	1,33243846
Tepalcatepec	4,702430881	1,414973348
Teretan	4,042608979	1,342422681
Tinguindín	4,005191241	1,130333768
Tlalpujahua	4,166872472	1,158362492
Tocumbo	4,630882781	1,372912003
Uruapan	4,755642027	1,204119983
Vista Hermosa	3,934705449	1,290034611
Yurécuaro	3,852943319	1,40654018
Zacapu	4,467037303	1,206825876
Zamora	4,141181588	1,354108439
Zináparo	3,893337244	1,342422681
Zinapécuaro	4,643660299	1,267171728
Ziracuaretiro	4,069298012	1,352182518
Zitácuaro	4,54863506	1,206825876

Nota: Se tomaron solo los municipios que cuentan con acceso vía terrestre hasta el municipio de Lázaro Cárdenas. Los datos de la estimación de la superficie rural no cultivada y la temperatura media anual están presentados en logaritmos.

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA y Enciclopedia de Municipios del Estado de Michoacán.

Anexo 27. Costo (pesos) y tiempo de traslado (horas) del insumo (jatropha) en logaritmos de los municipios en Michoacán hasta el Puerto de Lázaro Cárdenas en Michoacán

MUNICIPIO	COSTO DE TRASLADO	TIEMPO DE TRASLADO (horas)
Lázaro Cárdenas	1,541991628	-1
Arteaga	2,519715233	0,06069784
Coalcomán de Vázquez Pallares	3,126040016	0,632457292
Aquila	3,013649987	0,484299839
Huetamo	3,214532813	0,73479983
Apatzingan	3,139427293	0,36361198
Aguililla	3,242706967	0,530199698
Chinicuila	3,087607961	0,553883027
Buenavista	3,182486415	0,413299764
Chilchota	2,516547677	0,527629901
Morelia	3,352843166	0,527629901
Tepalcatepec	3,222792407	0,357934847
Ario de Rosales	3,180108528	0,385606274
Uruapan	3,220756652	0,378397901
Tacámbaro	3,255589008	0,526339277
Tangancícuaro	2,925610399	0,136720567
San Lucas	3,141042795	0,6599162
Hidalgo	3,39974702	0,611723308
Gabriel Zamora	3,138178642	0,334453751
Tocumbo	3,267914227	0,607455023
Cd. Hidalgo	3,43306691	0,658964843
Mugica	3,100716315	0,322219295
Cotija	3,290771314	0,62838893
Zinapécuaro	3,391362776	0,614897216
Los Reyes	3,251272984	0,544068044
Maravatío	3,504788498	0,705863712
Patzcuaro	3,305267166	0,485721426
Puruandiro	3,430284284	0,645422269
Salvador Escalante	3,212587373	0,487138375
Churintzio	3,338580513	0,610660163
Zacapu	3,359752902	0,550228353
Zitacuaro	3,464676317	0,72916479
Coeneo	3,360578028	0,551449998
Panindícuaro	3,378345137	0,615950052

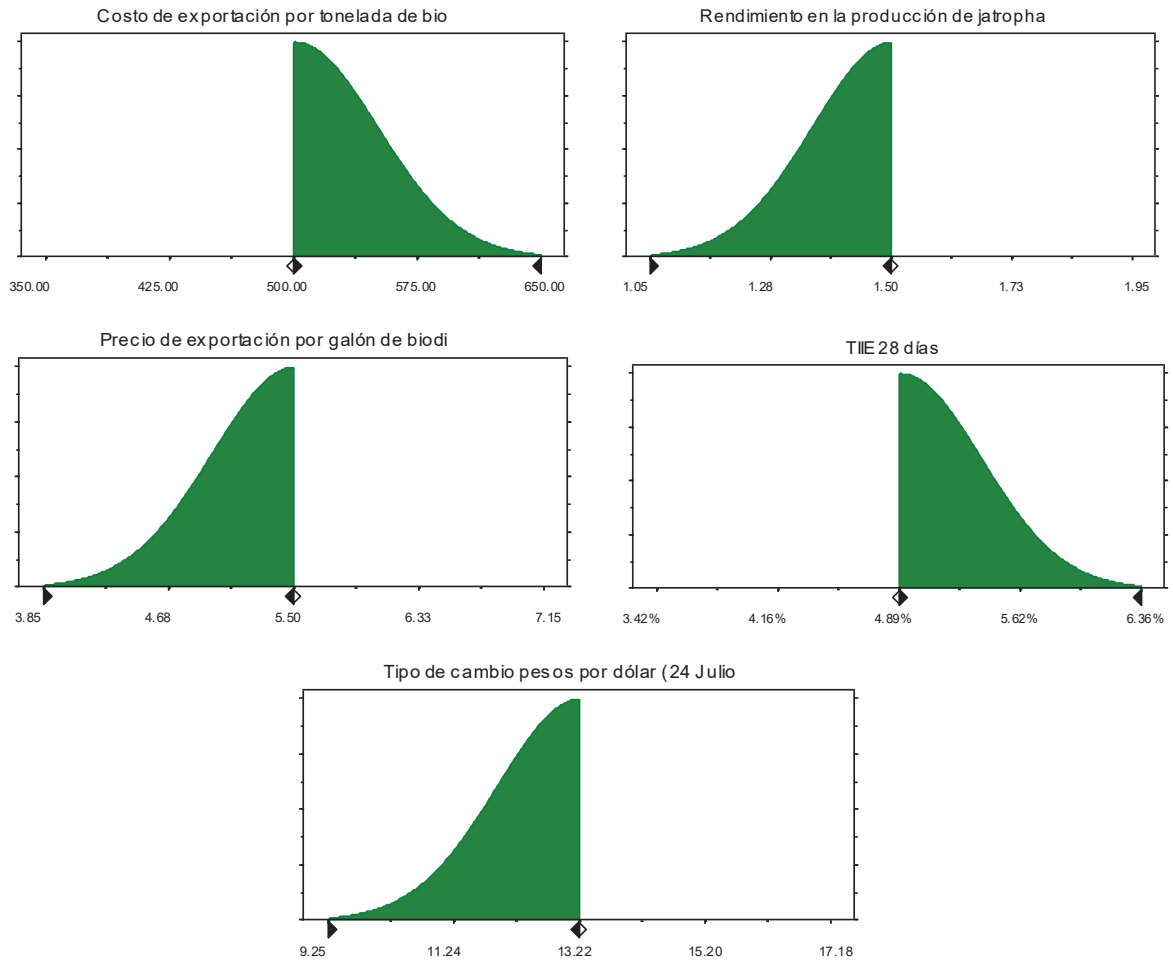
Cuitzeo	3,389071381	0,552668216
Ecuandureo	3,355936977	0,619093331
Epitacio Huerta	3,516090094	0,722633923
Zamora	3,334222862	0,603144373
Jiquilpan	3,384613956	0,653212514
La Piedad	3,367917952	0,638489257
Ziracuaretiro	3,219617718	0,378397901
Peribán	3,2405388	0,534026106
Teretan	3,202744222	0,367355921
Contepec	3,495039717	0,657055853
Quiroga	3,327176506	0,51054501
Purepero	3,311753574	0,539076099
Juárez	3,068653921	0,53529412
Huaniqueo	3,370359167	0,609594409
Tlalpujahuá	3,496886619	0,6599162
Jacona	3,337712474	0,606381365
Zinápáro	3,347166797	0,619093331
Tinguindín	3,270964697	0,611723308
Vista Hermosa	3,39825452	0,635483747
Yurécuaro	3,416751054	0,654176542
Alvaro Obregón	3,311495554	0,489958479
Sahuayo	3,39234434	0,650307523
Sixto Verduzco	3,414029215	0,652246341

Nota: Los datos de costo y tiempo están expresados en logaritmos. Solo se tomaron los municipios que cuentan con acceso carretero de acuerdo con la SCT.

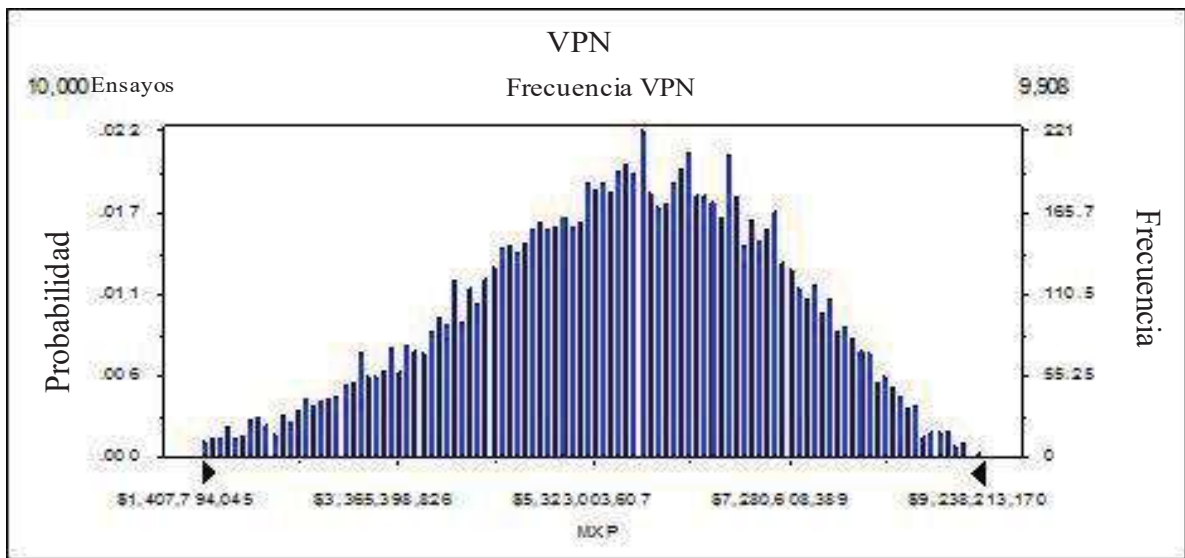
Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Anexo 28. Escenarios para evaluación financiera

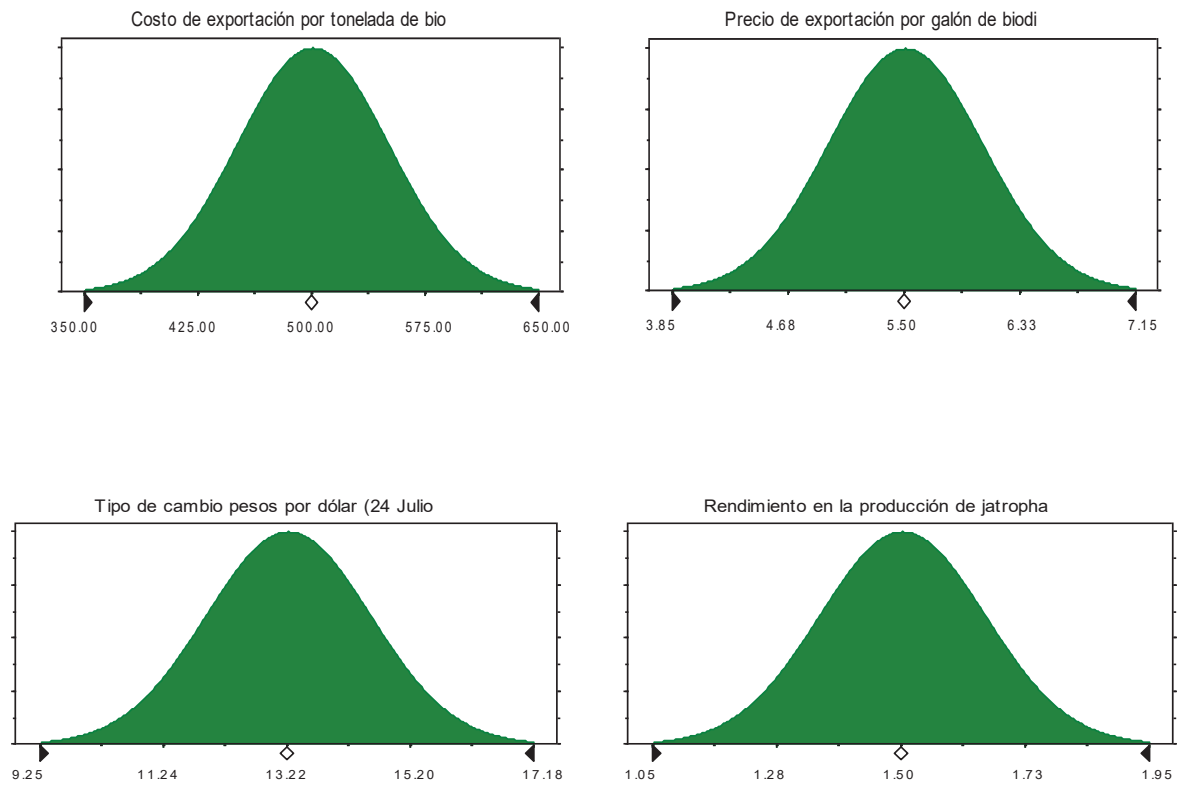
a) Escenario pesimista evaluación financiera

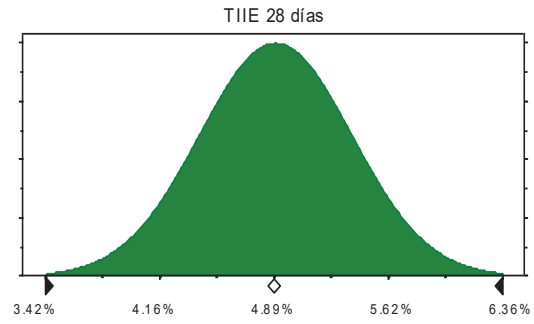


Escenario pesimista VPN's ≥ 0

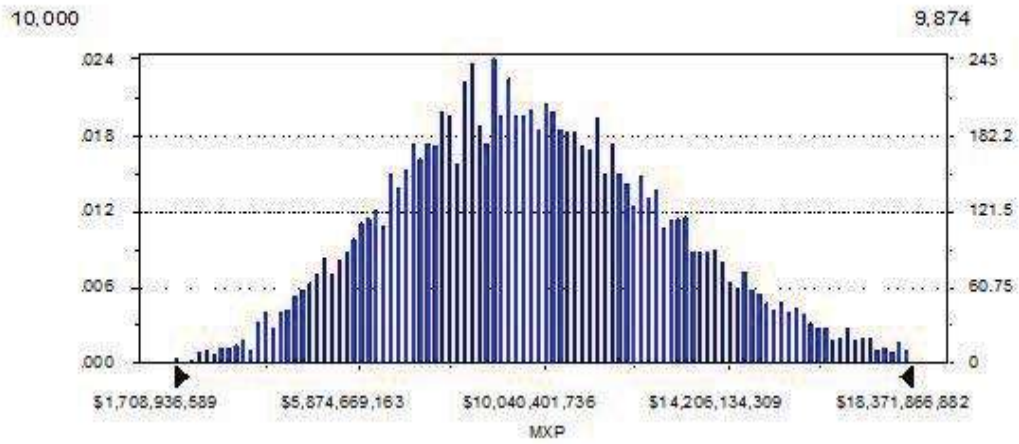


b) Escenario neutral de evaluación financiera

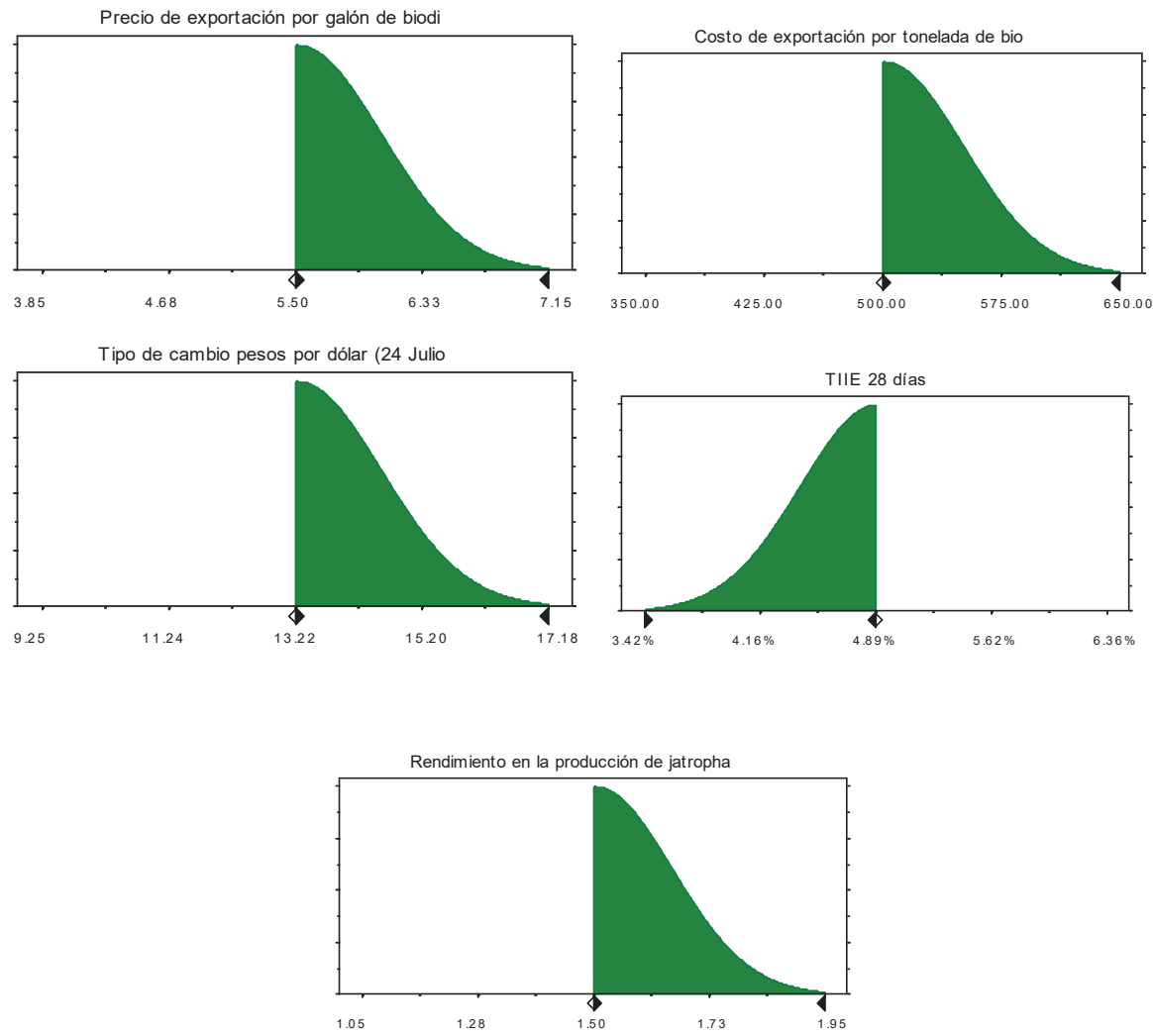




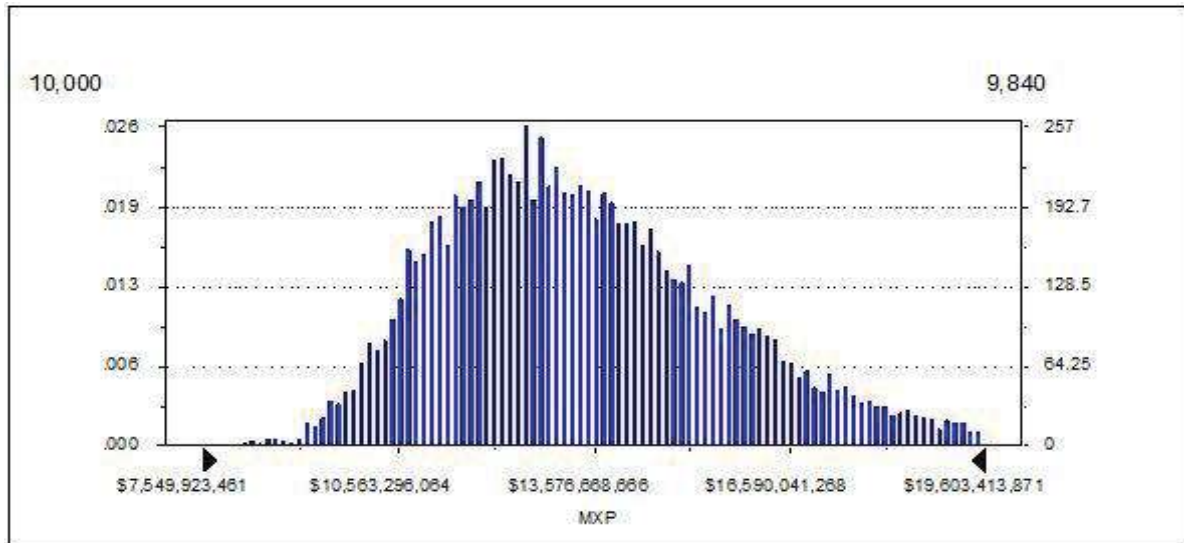
Escenario neutral VPN's ≥ 0



c) Escenario optimista evaluación financiera

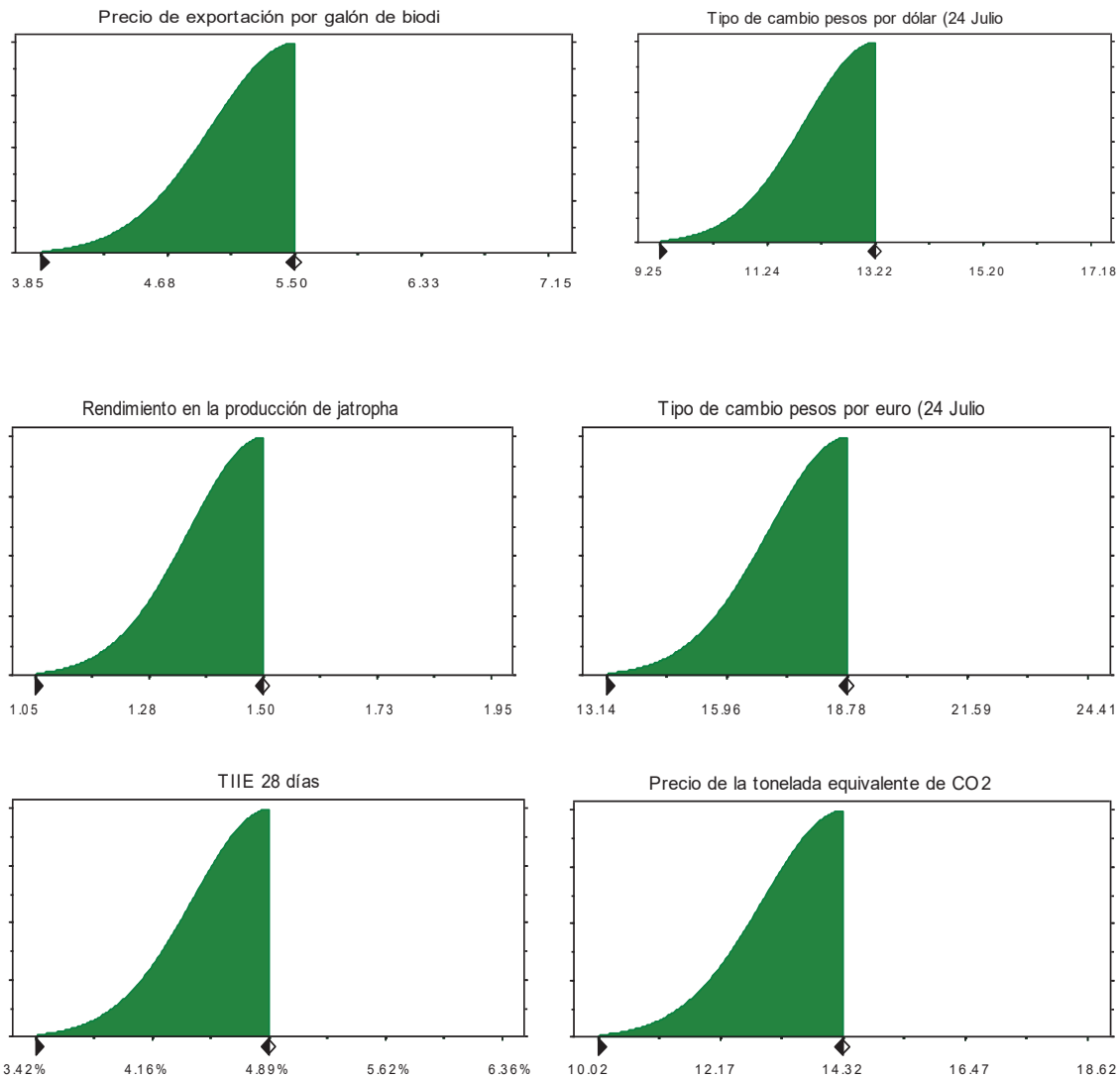


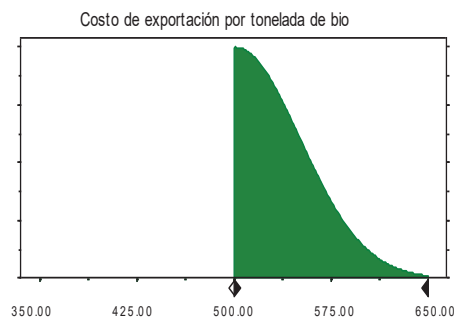
Escenario optimista VPN's ≥ 0 .



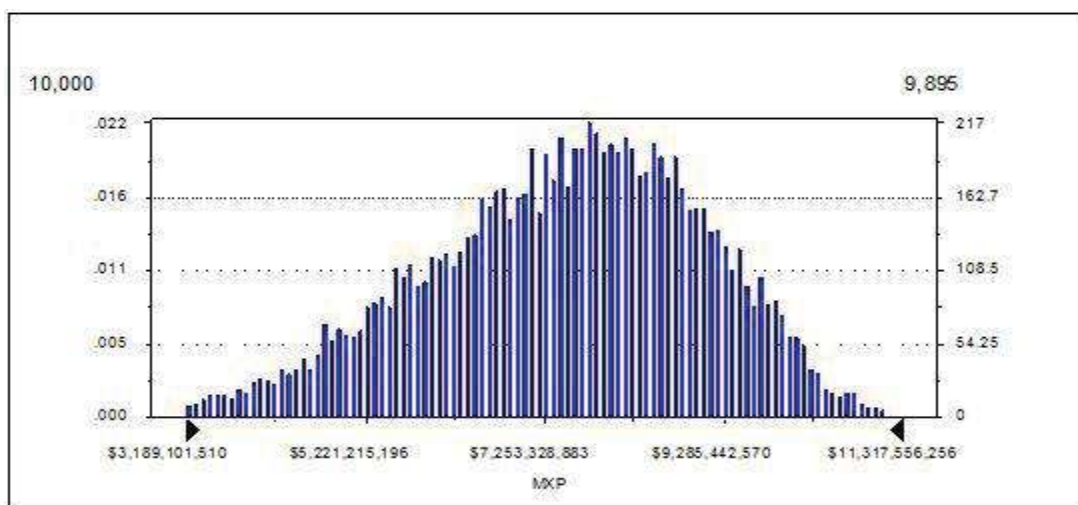
Anexo 29. Escenarios para la evaluación económica

a) Escenario pesimista de la evaluación económica

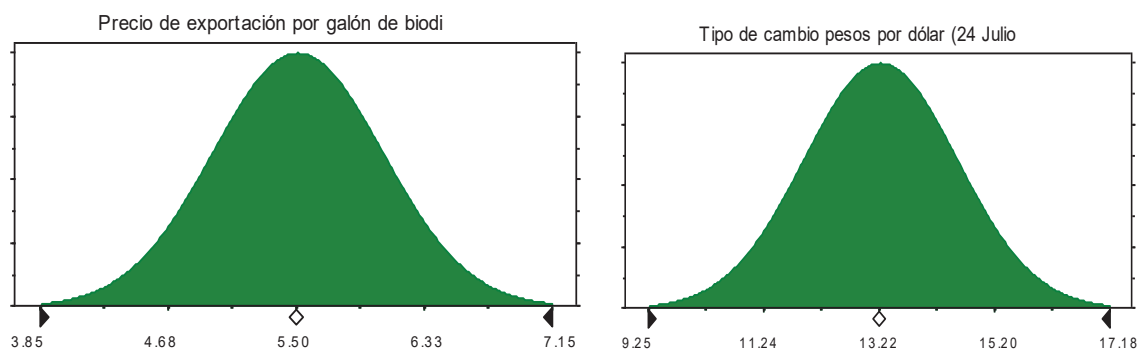


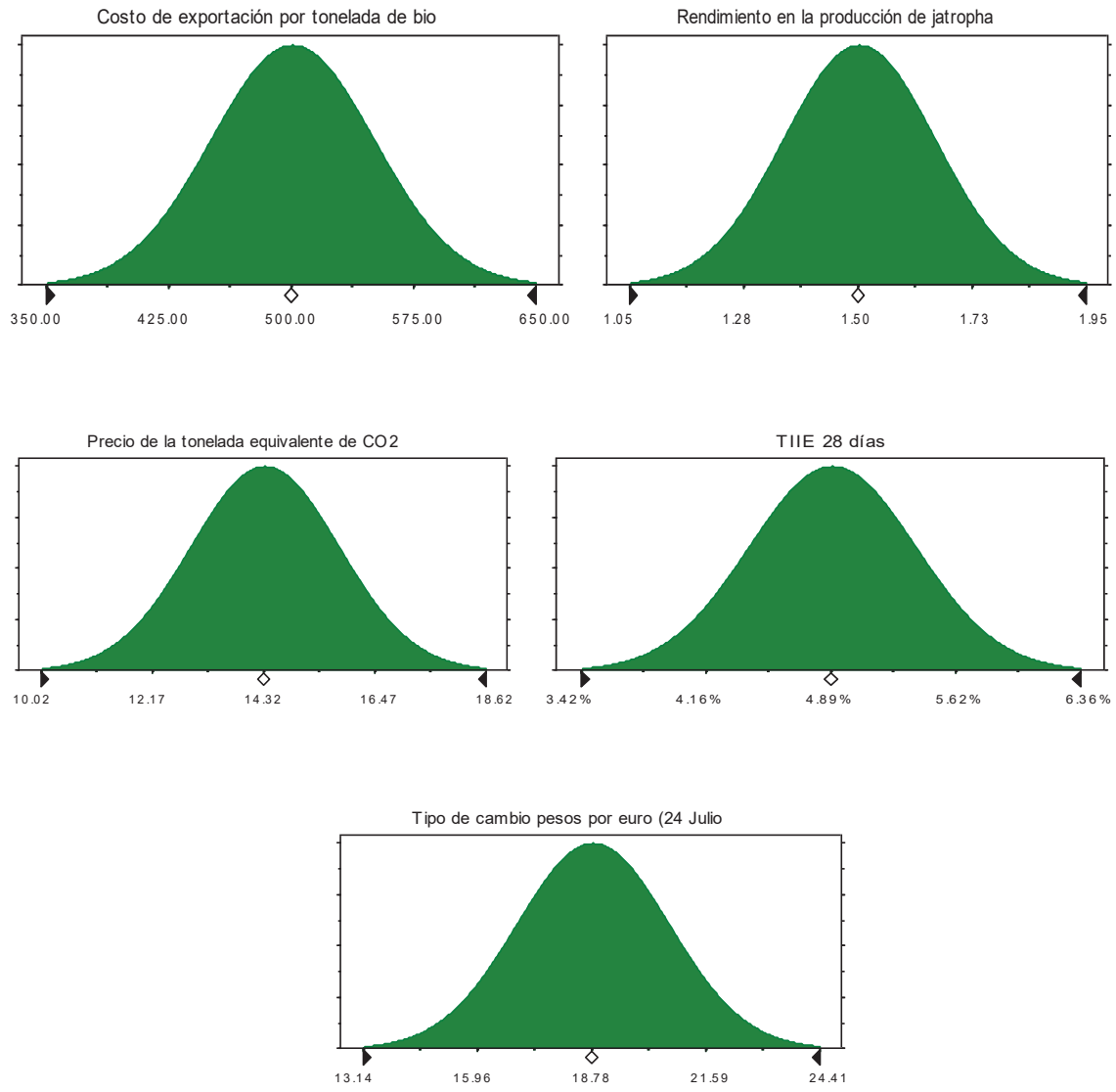


Escenario pesimista de la evaluación económica VPN's ≥ 0

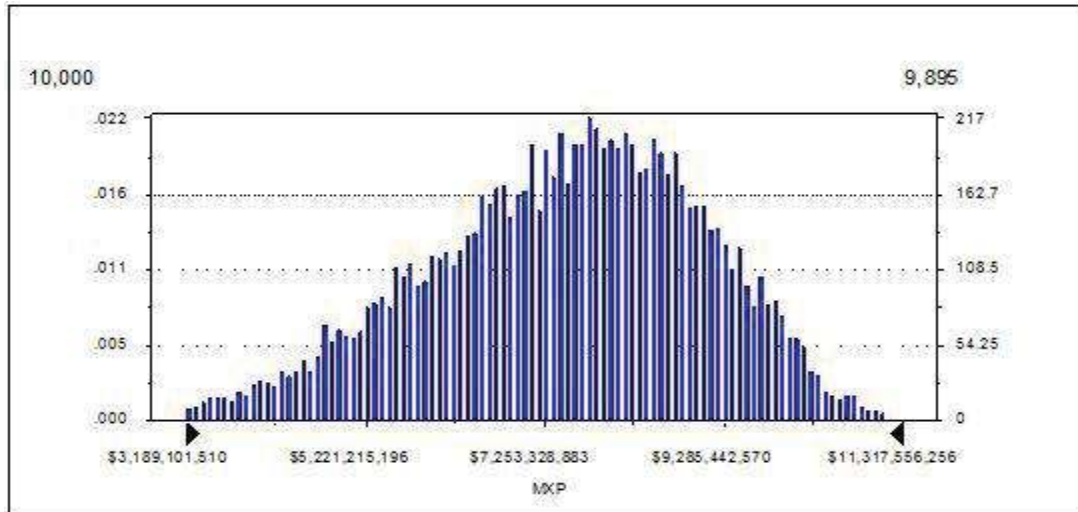


b) Escenario neutral de la evaluación económica

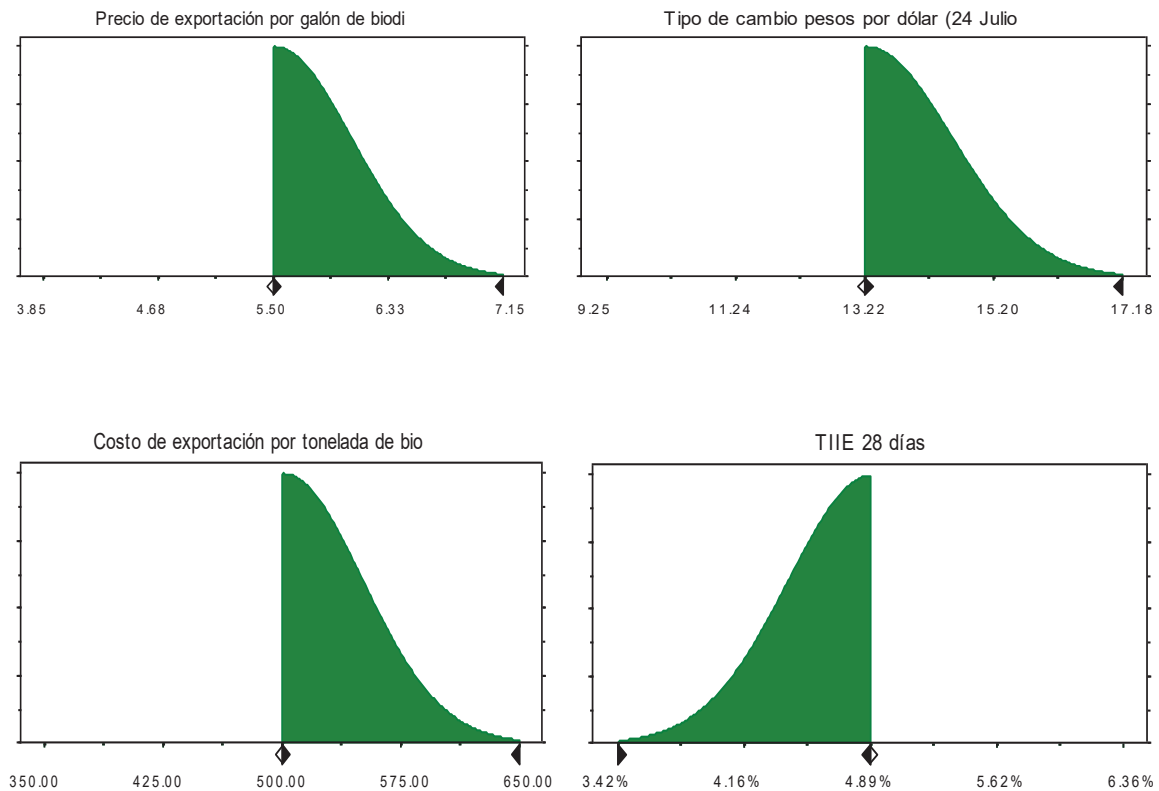


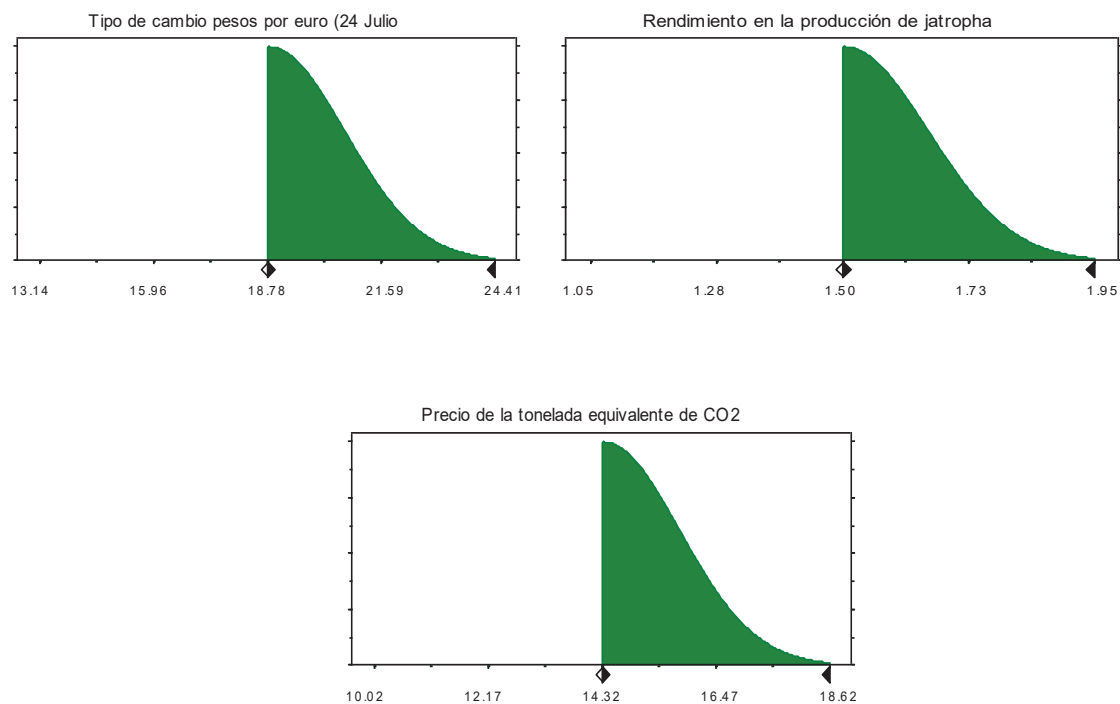


Escenario neutral de la evaluación económica VPN's ≥ 0

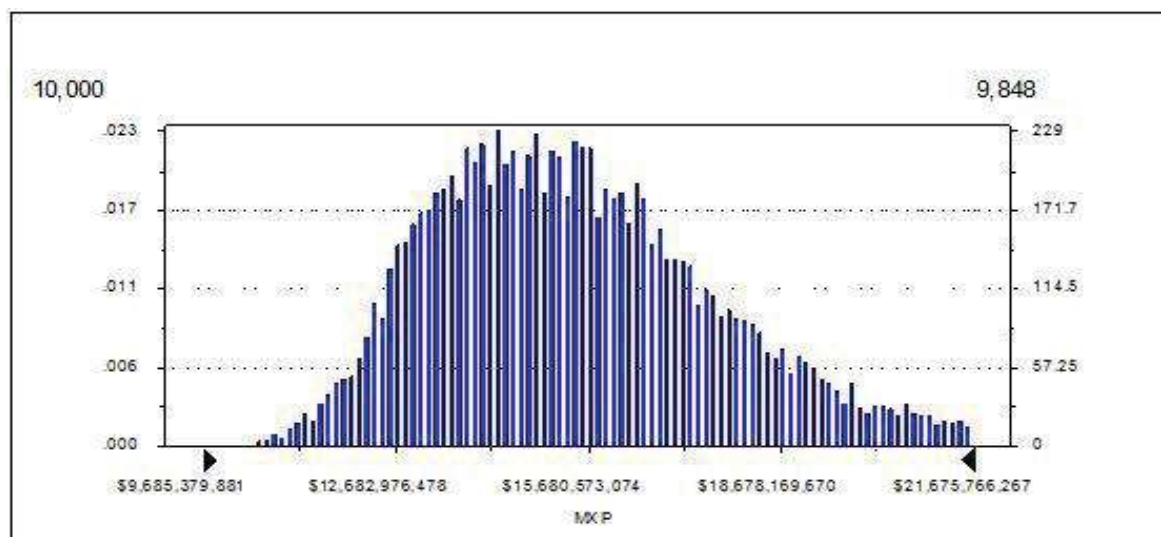


c) Escenario optimista de la evaluación económica





Escenario optimista de la evaluación económica VPN's ≥ 0 .



Anexo 30. Relación de variables expresadas en logaritmos para el modelo econométrico de datos de panel de los países de la OCDE, 2003-2004

PAÍS	LOG (Consumo de diesel del sector transporte (litros))	LOG (GDP (current US\$))	LOG (Población urbana (% del total))	LOG (Vehículos (por cada 1,000 personas))	LOG (Redes totales de caminos (km))	LOG (Caminos pavimentados (% del total de caminos))	LOG (Maquinaria y equipo de transporte (% del valor añadido en fabrica))	LOG (exportación de servicios comerciales de transporte (dólares US\$))
Australia	9,945156401	11,65825594	1,944482672	2,808885867	5,910075588	1,69019608	0,602059991	9,667014731
Australia	9,937102566	11,85995393	1,944482672	2,811575006	5,920630403	1,698970004	0,698970004	9,812088405
Austria	9,711527605	11,40701089	1,819543936	2,774516966	5,126871383	2	1,491361694	9,807402721
Austria	9,718186819	11,50993347	1,826074803	2,741939078	5,030445891	2	1,505149978	10,02140593
Bélgica	9,844048376	11,49146606	1,986771734	2,719331287	5,175334928	1,892094603	1,322219295	9,998735203
Bélgica	9,887085769	11,59902826	1,986771734	2,728353782	5,182574416	1,892094603	1,342422681	10,18882905
Canadá	10,12190662	11,93745612	1,903089987	2,764922985	6,148880169	1,653212514	1,397940009	9,865239033
Canadá	10,16900832	12,10549518	1,903089987	2,766412847	6,157480341	1,662757832	1,397940009	10,01724005
Rep. Checa	9,488692262	10,96074527	1,86923172	2,599883072	5,106095662	2	1,447158031	9,336690962
Rep. Checa	9,612506717	11,15324411	1,86923172	2,603144373	5,108943682	2	1,447158031	9,574570668
Dinamarca	9,375799592	11,3276082	1,934498451	2,646403726	4,856408639	2	1,322219295	10,14413386
Dinamarca	9,451384403	11,44094824	1,934498451	2,649334859	4,85950456	2	1,342422681	10,35912648
Finlandia	9,383605372	11,21673467	1,792391689	2,696356389	4,893190092	1,812913357	1,591064607	9,311546783
Finlandia	9,419603502	11,32131028	1,799340549	2,733999287	4,897302624	1,812913357	1,591064607	9,445026831
Francia	10,53666668	12,25527522	1,880813592	2,773786445	5,977723605	2	1,477121255	10,3337389
Francia	10,55868479	12,35555588	1,886490725	2,776701184	5,978408793	2	1,477121255	10,46000793
Alemania	10,46933794	12,38778339	1,86332286	2,760422483	5,795525488	2	1,62324929	10,42700476
Alemania	10,48867468	12,46438683	1,86332286	2,776701184	5,809209445	2	1,62324929	10,62147182
Grecia	9,458961984	11,28621714	1,77815125	2,656098202	5,060437185	1,973127854	1,255272505	10,03706886
Grecia	9,47696716	11,42887052	1,785329835	2,717670503	5,075295071	1,973127854	1,255272505	10,25128974
Hungría	9,344046732	10,92596162	1,819543936	2,499687083	5,202945802	1,643452676	1,591064607	9,001916883
Hungría	9,490226927	11,05328253	1,826074803	2,572871602	5,205956417	1,653212514	1,591064607	9,375557395
Islandia	7,802164684	10,04019902	1,963787827	2,816903839	4,11354228	1,544068044	0,301029996	8,815109141
Islandia	8,130922048	10,22101767	1,963787827	2,819543936	4,115210977	1,556302501	0,477121255	8,921202575
Irlanda	9,361260718	11,19687268	1,77815125	2,650307523	4,984986118	2	1,041392685	9,319993862
Irlanda	9,459435093	11,34079253	1,785329835	2,654176542	4,994070675	2	1,041392685	9,438760793
Italia	10,38267157	12,17816139	1,826074803	2,821513528	5,685462268	2	1,414973348	10,02490697
Italia	10,45166241	12,26874303	1,832508913	2,824776462	5,685462268	2	1,414973348	10,21969557
Japón	10,531113375	12,62624763	1,819543936	2,764176132	6,076052857	1,892094603	1,602059991	10,42500805
Japón	10,50778185	12,64107408	1,819543936	2,769377326	6,078093788	1,897627091	1,602059991	10,57973923
Corea del Sur	10,24344471	11,78400909	1,903089987	2,481442629	4,987898541	1,886490725	1,672097858	10,23418263
Corea del Sur	10,24382678	11,94851088	1,908485019	2,515873844	5,008864074	1,949390007	1,681241237	10,40895588
Luxemburgo	9,190854555	10,46293178	1,919078092	2,856124444	3,718086295	2	0,602059991	9,247132789
Luxemburgo	9,304344913	10,62809205	1,919078092	2,857332496	3,718086295	2	0,698970004	9,482114974
México	10,07629308	11,84529941	1,880813592	2,307496038	5,542871467	1,556302501	1,462397998	9,050348374
México	10,19693369	11,97720425	1,886490725	2,346352974	5,52601303	1,698970004	1,505149978	9,293281873
Países Bajos	9,867247705	11,73103458	1,897627091	2,687528961	5,100715087	1,973127854	1,146128036	10,2189442
Países Bajos	9,905379281	11,82629188	1,908485019	2,693726949	5,107888025	1,973127854	1,146128036	10,39461833
Nueva Zelanda	9,29342302	10,93120948	1,934498451	2,833147112	4,96816061	1,806179974	1,380211242	9,132700566
Nueva Zelanda	9,35081874	11,03492582	1,934498451	2,858537198	4,971164477	1,819543936	1,380211242	9,225575883
Noruega	9,409939663	11,35239646	1,886490725	2,720159303	4,963391116	1,892094603	1,380211242	10,08542333
Noruega	9,4777334873	11,52774019	1,886490725	2,72427587	4,977138056	1,897627091	1,380211242	10,21020892
Polonia	9,671922996	11,33606115	1,792391689	2,552668216	5,627362784	1,84509804	1,255272505	9,604355674
Polonia	9,878060306	11,53360693	1,785329835	2,619093331	5,648235072	1,857332496	1,255272505	9,843867866
Portugal	9,682444935	11,19427312	1,748188027	2,705007959	4,89984785	1,934498451	1,230448921	9,386959322
Portugal	9,699525087	11,28972297	1,763427994	2,707570176	4,909031564	1,944482672	1,278753601	9,608315465
Eslovaquia	8,97130327	10,52201384	1,748188027	2,459392488	4,633397751	1,939519253	1,342422681	9,147951819
Eslovaquia	9,087728136	10,74684331	1,748188027	2,457881897	4,641087238	1,939519253	1,342422681	9,276684045
España	10,42125546	11,94628866	1,886490725	2,740362689	5,823664599	1,995635195	1,342422681	10,07146266
España	10,49463373	12,09013583	1,886490725	2,746634199	5,836509569	2	1,342422681	10,25506943
Suecia	9,505997112	11,49281402	1,924279286	2,705863712	5,628165083	1,491361694	1,477121255	9,804196708
Suecia	9,575110343	11,59439515	1,924279286	2,712649702	5,843727231	1,763427994	1,491361694	9,971971691
Suiza	9,232990264	11,51193643	1,86332286	2,743509765	4,852303068	2	1,397940009	9,579582548
Suiza	9,338022938	11,58856704	1,86332286	2,751279104	4,853077348	2	1,397940009	9,634914301
Turquía	9,886919619	11,4837218	1,819543936	1,959041392	5,629997436	1,643452676	1,230448921	9,332252583
Turquía	9,98700476	11,72422003	1,832508913	2,093421685	5,630378035	1,643452676	1,230448921	9,676658865
Reino Unido	10,35821745	12,26143283	1,954242509	2,695481676	5,593664802	2	1,431363764	10,33773461
Reino Unido	10,41293562	12,38069111	1,954242509	2,705007959	5,600265912	2	1,431363764	10,47727235
Estados Unidos	11,18570231	13,03774511	1,903089987	2,900913068	6,807605172	1,819543936	1,477121255	10,68403871
Estados Unidos	11,21409574	13,11836062	1,908485019	2,905256049	5,820226426	1,826074803	1,477121255	10,84181306

Fuente: Elaboración propia con datos de Banco Mundial. Indicadores del Desarrollo Económico.

**Anexo 31. Modelo de datos de panel del comportamiento de la demanda de diesel
(biodiesel) de los países miembros de la OCDE, 2003-2004**

Dependent Variable: LOGTSDFC?

Method: Pooled Least Squares

Date: 07/29/09 Time: 18:33

Sample: 2003 2004

Included observations: 2

Cross-sections included: 30

Total pool (balanced) observations: 60

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGGDP?	0.322002	0.127119	2.533077	0.0141
LOGUP?	0.624689	0.315740	1.978491	0.0528
LOGV?	0.581148	0.124180	4.679893	0.0000
LOGRP?	0.482290	0.156042	3.090774	0.0031
R-squared	0.922140	Mean dependent var		9.794665
Adjusted R-squared	0.917969	S.D. dependent var		0.609377
S.E. of regression	0.174532	Akaike info criterion		-0.589081
Sum squared resid	1.705832	Schwarz criterion		-0.449458
Log likelihood	21.67243	Hannan-Quinn criter.		-0.534467
Durbin-Watson stat	0.156333			

Nota: El modelo incluyó series estadísticas de sección cruzada de los 30 países miembros de la OCDE, y series de tiempo de los años 2003 y 2004.

Fuente: Banco Mundial, 2008.

