

Universidad Autónoma de Nayarit
Área de Ciencias Económicas Administrativas
Unidad Académica de Economía
Maestría en Desarrollo Económico Local

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

**"Potencial productivo y transformación en bioetanol de
la caña de azúcar en el estado de Nayarit"**

Tesis

Que para obtener el grado de:
Maestro en Desarrollo Económico Local

Presenta:

José Adrián Magdaleno Soto

Directora:

Doctora Karla Susana Barrón Arreola

Co-Director:

Doctor Fernando Flores Vilchez

Tepic, Nayarit, Julio de 2013

DEDICATORIA

A mis padres: Adriana Soto,

José Magdaleno

Hermanos: Leonel, Leonardo

Anais, Jared y Jafet

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios por darme la oportunidad de lograr un objetivo más en mi camino, y por ayudarme a sobrellevar todos los obstáculos. De igual manera este trabajo de investigación es el resultado de la colaboración de muchas personas así como del apoyo de mi directora de tesis Dr. Karla S. Barrón Arreola y de todo el comité de asesores, co- director Dr. Fernando Flores Vilchez, Ph D. Héctor R. Ramírez y la Dra. Claudia S. Gómez de la Universidad de Guanajuato, al igual que mis profesores en la MDEL.

Agradezco mucho la oportunidad que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) CVU 422886 y la Universidad Autónoma de Nayarit, me brindaron para poder realizar los estudios de maestría.

A la Dra. Susana Marcelaño y al Dr. Oyolsi Najera por sus atinados comentarios a lo largo del trabajo. Y a mis compañeros de clases.

RESUMEN

"Potencial productivo y transformación en bioetanol de la caña de azúcar en el estado de Nayarit"

José Adrián Magdaleno Soto

Maestría en Desarrollo Económico Local

Universidad Autónoma de Nayarit

Directora: Doctora Karla Susana Barrón Arreola

La inevitable escasez de los hidrocarburos, más los problemas climáticos a causa de la quema de combustibles, tiene alerta a los principales países productores y consumidores. Al no poder disminuir el consumo energético, comienza la búsqueda de diferentes alternativas que puedan ayudar a reducir el consumo de hidrocarburos y a su vez disminuir la contaminación que ocasiona los principales problemas climáticos. Esto ha llevado a países como Brasil y Estados Unidos, principales productores de biocombustibles, a invertir en alternativas de dependencia energética. Al igual que países como los que conforman la Unión Europea, se concientizan al consumir energías alternativas con menores emisiones contaminantes. Aprovechando estas situaciones, surge la presente investigación, en la que tiene como objetivo evaluar el impacto socio-económico de la producción actual y potencial de bioetanol a partir de la caña de azúcar en el estado de Nayarit. Donde se utilizara un análisis espacial para la ubicación actual y potencialmente ideal para la producción de caña de azúcar. Al igual que la aplicación de una regresión simple de las principales variables que se utilizan para medir el desarrollo económico.

Se concluye que la capacidad para el aumento de la producción de caña de azúcar, al igual que la potencial producción de bioetanol, podrían ser factores importantes para el desarrollo socioeconómico de la entidad. Además, ayudaría a una especialización productiva y diversificación de la caña de azúcar.

Palabras Clave: Bioetanol, Caña de Azúcar, Desarrollo Económico.

ABSTRACT

"Potential bioethanol production and processing from sugarcane in the state of Nayarit"

José Adrián Magdaleno Soto

Maestría en Desarrollo Económico Local

Universidad Autónoma de Nayarit

Directora: Doctora Karla Susana Barrón Arreola

The inevitable shortage of hydrocarbons, as well as climate change problems caused by the use of oil fuels, has alerted the main producing and consuming countries. Unable to reduce energy consumption, the search of alternatives that can help reduce oil consumption and the pollution that causes the majority of climate problems. This has led countries like Brazil and the United States, major producers of biofuels, investing in alternative energy dependence. Also countries such as those that conforms the European Union, become sensitive to consume alternative energy with lower emissions.

Taking advantage of these situations this research arises, which aims to assess the socio-economic impact of current and potential production of bioethanol from sugarcane in the state of Nayarit. Spatial analysis was used to find the current location and the potentially ideal for the expansion of sugar cane production. As well as the application of a simple regression of the main variables used to measure economic development.

It is concluded that the ability to increase the production of sugar cane, as well as the potential bioethanol production, could be important factors in the socioeconomic development of the entity. Also, could help to make a productive specialization and diversification of sugarcane.

Keywords: Bioethanol, Sugar Cane, Economic Development.

ÍNDICE

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INDICE	v
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	viii
Índice de Anexos	ix
INTRODUCCIÓN	1
Problematización	2
Justificación	3
Hipótesis	4
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	5
CAPITULO 1. Bioenergéticos	6
1.1 Biocombustibles	7
1.2 Bioetanol	12
1.3 Potencial del Bioetanol a partir de la Agricultura (caña de azúcar)	13
CAPITULO 2. Crecimiento Económico y los Bioenergéticos	16
2.1 Curva de Kuznets Medioambiental	18
2.2 Desarrollo Socio-Económico a partir de los Bioenergéticos	22
CAPITULO 3. La Producción de la Caña de Azúcar y del Bioetanol	26
3.1 Políticas Públicas entorno al Bioetanol	30

3.2 Caña de Azúcar en México.....	33
3.3 Delimitación del Área de Estudio.....	36
CAPITULO 4. Metodología.....	38
4.1 Análisis de datos.....	40
4.2 Análisis Geográfico.....	41
4.3 Estimación MCO.....	42
4.4 Estimaciones de Ciclos Económicos.....	45
CAPITULO 5. Análisis de Resultados.....	47
5.1 Correlación de Variables Municipales.....	51
5.2 Datos Estatales.....	58
5.2.1 Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios.....	66
5.2.2 Ciclos Económicos.....	68
Conclusiones y Recomendaciones.....	72
BIBLIOGRAFÍA.....	76
Anexos.....	85

Índice de Tablas

Tabla 1. Balance de insumos y productos para la producción de bioetanol a partir de distintos insumos derivados de la caña de azúcar.	28
Tabla 2. Composición de los costos de producción de etanol a partir de caña de azúcar (en centavos de dólar por litro).	29
Tabla 3. Productos agrícolas de mayor producción en México del 2009.	33
Tabla 4. Volumen de la producción agrícola por principales cultivos en el Estado de Nayarit, 2010.	34
Tabla 5. Volumen de la producción de caña de azúcar en el Estado de Nayarit, 1990 - 2010.	35
Tabla 6. Superficie de caña de azúcar y superficie total de cultivos.	37
Tabla 7. Coeficientes de correlación por municipio.	51
Tabla 8. Estadísticos descriptivos de serie temporal.	63
Tabla 9. Estadísticos descriptivos de población y producto interno bruto.	65
Tabla 10. Coeficientes de correlación de las variables con respecto al PIB.	66
Tabla 11. Resultados de regresión de MCO.	67
Tabla 12. Propiedades de los ciclos económicos para Nayarit, 1997 - 2012.	69

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema del proceso de producción de bioetanol a partir de caña de azúcar.....	27
Figura 2. Cuenca del Río Mololoa.....	36
Figura 3. Diagrama de flujo de la metodología del proyecto.....	39
Figura 4. Principales municipios productores de caña de azúcar.....	47
Figura 5. Hectáreas sembradas de caña de azúcar por municipio 2003 – 2011.	48
Figura 6. Rendimiento de la producción de caña de azúcar (Ton/Hect.) 2003- 2011.....	49
Figura 7. Valor de la producción de caña de azúcar en miles de pesos 2003- 2011.....	50
Figura 8. Relación entre el rendimiento por hectárea con respecto a las hectáreas plantadas de caña de azúcar, por municipio.....	53
Figura 9. Relación del total de la producción obtenida con respecto a las hectáreas plantadas de caña de azúcar, por municipio.....	54
Figura 10. Relación entre el total del valor de la producción y las hectáreas plantadas de caña de azúcar, por municipio.....	56
Figura 11. Relación entre las hectáreas cosechadas con respecto a las hectáreas plantadas de caña de azúcar, por municipio.....	57
Figura 12. Hectáreas plantadas de caña de azúcar en el año 2003.....	58
Figura 13. Hectáreas plantadas de caña de azúcar en el año 2011.....	58
Figura 14. Rendimiento por hectárea de la producción de caña azúcar del año 2003 al 2011.....	59
Figura 15. Hectáreas plantadas de caña de azúcar por ejido del estado de Nayarit.....	60
Figura 16. Área potencialmente idónea para el cultivo de caña de azúcar.....	61
Figura 17. Ciclos económicos en Nayarit, 1997 – 2012.....	70

Índice de Anexos

Anexo 1. Políticas Públicas de Principales Países Latinoamericanos Productores de Bioenergéticos.....	85
Anexo 2. Hectáreas sembradas de caña de azúcar por municipio 2003 – 2011	86
Anexo 3. Producción en toneladas de caña de azúcar por municipios, del año 2003 al 2011.....	88
Anexo 4. Rendimiento de la producción de caña de azúcar (Ton/Hect.) del año 2003 al 2011.....	89
Anexo 5. Hectáreas cosechadas de caña de azúcar por municipio 2003 - 2011.	89
Anexo 6. Valor de la producción de caña de azúcar en miles de pesos del año 2003 al 2011.....	90
Anexo 7. Serie temporal de variables.....	90
Anexo 8. Datos poblacionales y del producto interno bruto.....	91

INTRODUCCIÓN

La producción de bioetanol, es una de las temáticas sobre energías verdes, que ha venido tomando relevancia en los últimos años. A causa de los gases de efecto invernadero se han observado cambios de comportamiento en el estado del tiempo, tales como fuertes inundaciones, sequías y heladas tempranas, entre otros. Todos estos fenómenos se le han atribuido al calentamiento global. El cambio climático es uno de los temas ambientales más importantes en la actualidad, ya que el principal emisor de gases de efecto invernadero es por medio de la intervención humana.

El principal contaminante es el dióxido de carbono (CO₂) junto con el metano, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre, los cuales son producidos por las actividades humanas. Estos contaminantes son emitidos principalmente a través de la quema de combustibles fósiles, junto con el cambio de uso de suelo. Las investigaciones enfocadas en la reducción de las emisiones de CO₂ se han encontrado energías alternativas tales como los biocombustibles. Estos se derivan en biodiesel, bioetanol y biogás que se producen a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos.

Una de las principales soluciones planteadas, para la reducción de la dependencia energética de hidrocarburos y la disminución de emisiones contaminantes, es reducir el consumo de combustibles fósiles, disminuir las emisiones de gases y aumentar la captura y almacenaje de carbono. Como no se puede disminuir el consumo de los hidrocarburos, el uso excesivo del petróleo y su alta dependencia ha traído consigo su agotamiento inminente (Gore, 2006).

Para llegar a esa solución es necesario aplicar diferentes técnicas que reduzcan la emisión de los contaminantes en los diferentes sectores de la población. Para lograr esto, una opción es la generación de biocombustibles que usan la biomasa¹ vegetal sirviendo como fuente de energía renovable para motores de combustión interna. Su uso genera una menor contaminación ambiental y son una alternativa viable al agotamiento de energías fósiles, en las cuales se ha observado un incremento sostenido en sus precios. Los biocombustibles son una alternativa más, en la búsqueda de fuentes de energías sustitutivas, que sirvan de transición hacia una nueva tecnología.

Este tipo de combustibles verdes son obtenidos a partir de un proceso agroindustrial con el que se aprovechan los recursos naturales, tales como, los sobrantes de cosechas agrícolas, cultivos especializados como maíz, sorgo dulce, caña de azúcar y remolacha. El biocombustible con mayor producción y comercialización a nivel internacional es el bioetanol. Sin embargo, en algunos países, la industria del etanol tiene muy poco desarrollo, tal es el caso de México (Becerra, 2009).

El bajo desarrollo de la industria del etanol en México se debe a distintos factores económicos-sociales, como lo son: tecnología no apta para el desarrollo de la industria, altos costos de la tecnología para producir etanol, falta de planeación, insuficiencia de recursos. Además, los sectores agrícola y energético necesitan fuertes cambios que lo lleven a producir los insumos que la industria del bioetanol requiere, sobre todo en el caso de los cultivos caña de azúcar.

Problematización

El bioetanol teniendo como principal función la mitigación de los gases de efecto invernadero (GEI) podría ayudar a reducir los impactos en el ambiente y

¹ Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía (BANCES y CGEE, 2008).

salud por la quema de aditivos tóxicos en las gasolinas. Al ser impulsado en México como sustituto a los aditivos tóxicos contribuirá a la producción agrícola de donde se puede obtener este combustible, en específico, a la caña de azúcar.

Las iniciativas por parte de Gobierno Federal por medio de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, en conjunto con la NOM-086-Semarnat-Sener-SCFI-2005 dan viabilidad económica a proyectos de producción de bioetanol. Con ellas se trata de reducir la importación de aditivos para la gasolina y sustituirlos por bioetanol, prioritariamente producido en México, creando fuentes de producción y trabajo.

Según la FAO (2013), el problema de producción y consumo del bioetanol en México, puede ubicarse como una falla en el cálculo de los potenciales beneficios para el crecimiento y desarrollo local, la cual genera un desaprovechamiento de oportunidad para la especialización productiva local. En este sentido, el análisis del potencial productivo a nivel local podría contribuir a determinar si Nayarit podría suplir las nuevas demandas del sector energético. De Alba (s.f.), demuestra la importancia de la producción de caña de azúcar en México al igual que en Nayarit, de la cual se puede extraer bioetanol, cultural y en cantidad de producción. Sin embargo, la transformación de éste se hace en azúcar, siendo entonces la producción de bioetanol una opción para diversificar el campo agrícola y potencializar la producción de caña de azúcar.

Justificación

En México la mayoría de los ingenios de azúcar producen etanol en mayores o menores cantidades. Sin embargo, éste ha sido para la preparación de bebidas alcohólicas y no como combustible. De acuerdo con estos ingenios no se encuentran produciendo a su máxima capacidad ya que la producción de alcohol de caña (etanol) ha disminuido durante los últimos años (Becerra, 2009).

En México existen proyectos evaluando la factibilidad de producción de bioetanol, específicamente en el estado de Veracruz, para la construcción de una biorrefinería (Intracorp, 2007; Cygnistar, s.f.). Sin embargo, no se han medido los beneficios sociales y económicos por la implementación del uso y transformación en bioetanol. Ya que según la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) y *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ, 2008), representa una opción para contribuir al mejoramiento de las condiciones del medioambiente, siendo que al utilizar el bioetanol como sustituto energético reduce el consumo de los combustibles fósiles, lo cual a su vez disminuye las emisiones de GEI. Por lo que es necesario crear infraestructura adecuada donde pueda participar la iniciativa privada en la producción de bioetanol y de esta forma ser utilizado como detonador económico-social dentro de lo local.

La demanda de bioetanol en Petróleos Mexicanos (PEMEX), la baja diversificación de la transformación de productos agrícolas, junto con la tecnología existente de los molinos para la transformación, da alta probabilidad de éxito para que la producción de bioetanol. Siendo esta una opción para diversificar la producción agrícola, otorgarle un mayor valor agregado y aumentar así el sector primario y secundario del producto interno bruto (PIB) estatal. Lo que traería mayores ingresos a los campesinos, los ingenios aprovecharían para aumentar sus ingresos y finalmente esto crearía un movimiento económico en la entidad.

Hipótesis

La diversificación de la transformación de caña de azúcar en bioetanol representa un detonador para el desarrollo socio-económico del estado de Nayarit.

Objetivo General

Evaluar el impacto socio-económico de la producción actual y potencial de bioetanol a partir de la caña de azúcar en el estado de Nayarit.

Objetivos Específicos

- Determinar la producción actual y potencial de bioetanol a partir de la caña de azúcar en términos de superficie, rendimientos y capacidad instalada.
- Analizar la capacidad productiva de los agricultores e ingenios ante la oportunidad de incremento en la producción de caña de azúcar.
- Identificar los alcances socio-económicos de la producción actual y potencial del bioetanol.

CAPITULO 1. Bioenergéticos

La variación en el clima a nivel global se ha dado por procesos naturales, internos o externos a la tierra y por las actividades humanas. Sin embargo, se enfatiza en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), los cuales calientan el planeta progresivamente. Entre los más importantes se encuentran el metano, dióxido de carbono, vapor de agua y clorofluorocarbonos (Edwards, 2008).

Gore (2006), establece que la emisión de los GEI como uno de los factores que más afectan al cambio climático por la contaminación que generan. Estos gases se pueden encontrar en emisiones, producto de la quema de combustibles de hidrocarburos. En el mundo se han buscado energías alternativas a los hidrocarburos para reducir el efecto de los GEI, ya que de igual forma el agotamiento de estos es inminente. Se ha buscado que estos nuevos combustibles sean renovables y amigables con el medio ambiente (Becerra, 2009).

La SENER (s.f.) define a los bioenergéticos como la energía que se obtiene de la biomasa, es decir, energía que se produce a partir de materiales orgánicos. Estos materiales orgánicos pueden tener su origen en cultivos energéticos, acuicultivos, algacultivos, productos, subproductos y residuos forestales, residuos orgánicos municipales (basura orgánica), excremento de animales, grasas y aceites de origen vegetal o animal. En tanto que la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos define a los bioenergéticos como 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 (Cámara de Diputados, 2008).

1.1 Biocombustibles

Dentro de la clasificación de los bioenergéticos se encuentran los biocombustibles, los cuales se entienden como combustible de origen biológico obtenido de materia renovable a partir de restos orgánicos. Etimológicamente es un combustible de origen biológico. Estos se derivan de cultivos de plantas, e incluyen biomasa que es directamente quemada, biodiesel de semillas oleaginosas y etanol (o metanol) que es el resultado de la fermentación de los granos, pasto, paja o madera. Son productos que se están usando como sustitutos de la gasolina de vehículos y que son obtenidos a partir de materias primas, en países tales como, Estados Unidos, Brasil y Europa (Barrientos, 2008).

Womper (2010), define a los biocombustibles como combustibles derivados de biomasa, los cuales son renovables y para combustión interna. El uso de los combustibles fósiles ha sido uno de los principales generadores de GEI por lo que en la búsqueda de nuevos combustibles alternativos, se encontraron a los clasificados combustibles verdes o biocombustibles. Los biocombustibles más utilizados son el bioetanol y biodiesel. Womper, también define el bioetanol o etanol de biomasa, como todo combustible líquido compuesto de alcohol etílico anhídrido desnaturalizado. El cual se obtiene por medio de la destilación de la fermentación de materias primas vegetales ricas en azúcares, almidones o lignocelulosa. En tanto que Biodiesel se le nombra al líquido compuesto por una mezcla de ésteres alquílicos obtenidos mediante la reacción química de transesterificación o conversión de ácidos grasos a ésteres metílicos o ésteres etílicos.

Inicialmente los biocombustibles se han mezclado con los combustibles procedentes de hidrocarburos, sustituyendo a los MTBE (Metil Terbutil Éter) y TAME (Teramil Metil Éter) para así reducir la emisión de gases contaminantes. El MTBE y el TAME son aditivos oxigenados para el aumento del octanaje, los cuales le dan más poder a los motores y ayudan a crear combustión, estos a su vez son altamente contaminantes. Aunque sólo son alrededor del dos por ciento del total del combustible en un auto, se desea que al sustituirlos con biocombustible estos lleguen a representar hasta el 85 por ciento dentro de la mezcla. Esto ha tenido tanto impacto a nivel mundial, que empresas automotrices han empezado a producir su flota vehicular a más de la mitad de los automóviles con capacidad de combustión del 85 por ciento de etanol en la mezcla de la gasolina (E85) ya que los automóviles actualmente no soportan altas temperaturas que los biocombustibles producen al momento de hacer combustión, por lo que actualmente el máximo de bioetanol que se agrega a las mezclas de gasolinas es del 10 por ciento (E10) para los motores que se encuentran actualmente en el mercado (Biomex, 2011).

Womper (2010), señala que actualmente la generación de los biocombustibles se concentra en pocos países, ya que aún los hidrocarburos tienen la mayoría del mercado cubierto. También señala el autor que, en Estados Unidos, la producción de bioetanol es mayormente obtenida por maíz y en Brasil por medio de la caña de azúcar, controlan el 71 por ciento de la producción de bioetanol a nivel mundial. Sin embargo, es importante mencionar que la mayoría de la producción de los biocombustibles ha sido hasta la fecha solo para la demanda interna de las naciones y no para un mercado internacional.

Biomex (2011), señala que al tener mayor número de automóviles en el mundo que corran con bioetanol (E85) significa que aumentará la demanda de éste, lo cual mejorará los precios en el mercado. Actualmente el bioetanol se encuentra posicionado en el mercado como el principal biocombustible, ya que potencialmente para el 2020, la demanda de éste sería de casi 48 millones de toneladas equivalentes de petróleo para el bioetanol (CEPAL y GTZ, 2008: 23).

No obstante, al aumentar la demanda de estos biocombustibles propiciará una baja en los precios en el mercado internacional. Para esto existen instituciones a nivel internacional las cuales apoyan programas para el desarrollo de estos combustibles, al igual que regulan para no llegar a un desequilibrio. Algunas de las organizaciones según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2011) son:

- PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente), crea y promueve un marco regulatorio que proteja a la biodiversidad y el medio ambiente específicamente para el tema de los biocombustibles.
- También el PNUMA junto con la Fundación de Naciones Unidas, la Universidad de Cornell y otras instituciones llevan a cabo el *International SCOPE—Biofuels—Project*, un análisis sistemático, comparativo y comprehensivo sobre los costos y beneficios ambientales de las tecnologías de los biocombustibles.
- ONDI (Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial), a través del *Bioenergy Capacity Building Programme*, brinda herramientas para hacer eficiente la toma de decisiones sobre biocombustibles dentro del sector industrial, en especial las pequeñas y medianas industrias.
- La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) se enfoca en la seguridad alimentaria a través del *Bioenergy and Food Security*, que entre otras cosas brinda indicadores para una toma de decisiones en materia de biocombustibles que no afecte a la producción de alimentos.
- La ONU (Organización de las Naciones Unidas) ha creado un mecanismo llamado *UN-Energy* que tiene por finalidad asegurar la creación de un sistema de energía sustentable especialmente en los países en desarrollo y así cumplir con las Metas de Desarrollo del Milenio.

- La UNCTAD (*United Nations Conference on Trade and Development*) creó en el 2005 una iniciativa para evaluar el potencial que tienen algunos países en desarrollo para aumentar la producción y el intercambio comercial de biocombustibles. Además observa las posibles oportunidades e impactos sobre las políticas de energía a niveles nacionales y locales, la seguridad alimentaria, el manejo ambiental, la creación de empleos y el desarrollo rural.
- La OCDE (*Organismo para la Cooperación y el Desarrollo Económico*), a través de la Agencia de Energía Internacional, creó la organización *IEA Bioenergy*, para fomentar el intercambio de información sobre bioenergéticos entre países.
- La Sociedad de-Bioenergía Global es un mecanismo creado por los países del G8 + 5 (los cinco son Brasil, China, India, México y Sudáfrica) enfocado a la investigación de los biocombustibles para los países en desarrollo.
- El Instituto Internacional para el Medioambiente y Desarrollo (IIED) es una organización independiente creada en 1971 que se dedica a la investigación del desarrollo sustentable en temas como cambio climático, gobernabilidad, asentamientos humanos, recursos naturales y mercados sustentables.
- REN21: Red de Política de Energía Renovable para el Siglo XXI, es una red de políticas globales que organiza un foro para el liderazgo internacional sobre energía renovable. Su meta es desarrollar políticas que incrementarán el uso de energía renovable alrededor del mundo.
- El Centro Internacional para el Comercio de Desarrollo Sustentable (ICTSD) es una organización no gubernamental que tiene por objetivo influenciar al sistema internacional de comercio y generar avances en materia de desarrollo sustentable.

- El Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable (IISD) es una organización no gubernamental y autónoma, creada en 1990 en Canadá, que se especializa en el análisis, la investigación, y el intercambio de información sobre políticas internacionales acerca del desarrollo sustentable.

Junto con estas organizaciones se encuentra que en México existen programas públicos para el tema de los biocombustibles, según la SAGARPA (2011) existen dos programas coordinados con la finalidad de impulsar la industria de los bioenergéticos en el país, la de SAGARPA, en la cual se instrumentó el Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico (PROINBIOS), instrumentado en el 2009, el cual se enfoca en fomentar las actividades agrícolas como fuente de insumos para la industria sin distorsionar la matriz alimentaria nacional, mientras que por parte la Secretaría de Energía se instrumentó el Programa de Introducción de Bioenergéticos, enfocado en la producción, distribución, almacenamiento, comercialización de los bioenergéticos en México.

En México, el Gobierno Federal ha motivado, por medio de programas de la SENER junto con el de SAGARPA, la producción de biocombustibles para reducir la emisión de los gases de efecto invernadero. Petróleos Mexicanos es el principal comprador en el país, ya que de acuerdo con la NOM-086-Semarnat-Sener-SCFI-2005, éste deberá de agregar un 10 por ciento de bioetanol a la mezcla de las gasolinas (E10) MAGNA de las tres principales zonas metropolitanas del país (Valle de México, Monterrey y Guadalajara) y en toda la república en la mezcla PREMIUM, como sustituto a los aditivos oxigenados sintéticos para el año 2012 (Becerra, 2009). Por medio de estas iniciativas SAGARPA (2011) afirma que los productos de los cuales se pueden extraer bioetanol potencialmente en México son: como la caña de azúcar, la remolacha o el sorgo dulce, y la que es rica en almidones, como el maíz, la yuca, etc. Sin embargo, en nuestro país se ha prohibido producir bioetanol o cualquier combustible a partir del maíz, ya que éste forma parte importante de

la dieta básica de los mexicanos, según la NOM-086-Semarnat-Sener-SCFI-2005.

1.2 Bioetanol

La obtención del bioetanol es por medio de la fermentación de azúcares, sin embargo, la mayoría de la producción ha sido por medio de la transformación de primera generación (utilización de materia prima destinada para la alimentación humana o animal), ya que se ha limitado por la disponibilidad de la tecnología para la transformación al bioetanol.

Se puede obtener bioetanol por medio de la transformación de la caña de azúcar, la cual se realiza en refinadoras especializadas o bien en un mismo ingenio azucarero, ya que el proceso de fermentación es el mismo que se utiliza para la extracción de azúcar, solo que después se destila para extraer el bioetanol (BNDES y CGEE, 2008).

En Brasil, la producción de etanol para combustible (bioetanol) se obtiene a partir del proceso descrito. Se ha utilizado este método ya que la caña de azúcar es el mayor producto agrícola en Brasil y a su vez, es el que tiene mayores rendimientos en la obtención de bioetanol por tonelada (85 lts/ton) asociado a los azúcares disponibles en la biomasa (BNDES y CGEE, 2008).

Becerra (2009), menciona que en México, desde hace varios años, se produce etanol de caña de azúcar en los diferentes ingenios del país que cuentan con destilerías, sólo que su uso es para bebidas embriagantes e industriales, no para uso combustible. México tiene potencial para producir bioetanol ya la producción promedio del 2001 a 2006 fue de 47'290,000 toneladas de caña de azúcar (SAGARPA, 2007).

1.3 Potencial del Bioetanol a partir de la Agricultura (caña de azúcar)

La generación de los biocombustibles es a partir de productos agrícolas. Por lo tanto se deberá de considerar el impacto que este tendrá en la transformación de estos combustibles. Los biocombustibles han tenido mucha empatía por parte de los productores y consumidores, tanto de países desarrollados como en vías de desarrollo, ya que estos ofrecen un gran oportunidad de mercado para los productos agrícolas y a su vez reduce la emisión de los GEI (Becerra, 2009).

Coderoni y Esposti (2011), enfatizan el gran impacto que ha traído el crecimiento de la agricultura y la emisión de los GEI. Afirman que el tema de la agricultura ha ido implícito con el de los bioenergéticos y que en los últimos años ha recobrado fuerza, por lo que se debe buscar producir de manera sostenible.

En la producción de bioetanol se tiene la experiencia obtenida por Brasil en la transformación de la caña de azúcar. La importancia de la agroindustria de la transformación de caña de azúcar a bioetanol ha tenido primeramente un impacto importante en la creación de nuevas fuentes de empleo, desde el campo, el transporte y la industria. Por lo que se han generado fuentes de empleo de baja calificación, pero que con las nuevas tecnologías que se están implementando propicia a una especialización de la mano de obra (BNDES y CGEE, 2008).

Walter *et al.* (2008), afirman el fenómeno de producción de bioetanol por medio de caña de azúcar en Brasil ha ido en expansión, ya que de 1997 a 2006 tuvo un crecimiento de la producción cercano al 90%, en el que la mayor parte ha sido el cambio de uso de suelo de las tierras de pastura y la deforestación. Los autores enfatizan la importancia de considerar el desplazamiento del ganado por el cambio de uso de suelo en los lugares donde estos pastaban. Señalando también los impactos indirectos por la producción de bioetanol, tales como la

deforestación. De igual manera, los autores explican cómo la transformación ha ayudado a que los pequeños terratenientes produzcan caña y tengan mayores ingresos, al igual que el uso de tierras que no son utilizadas y son rentadas por los molinos para la producción de caña.

BNDES y CGEE (2008) al igual que Walter *et al.* (2008), concluyen que los lugares donde se analizaron las variables de los niveles migratorios, la cobertura de servicios básicos, el ingreso, distribución de la riqueza, y esperanza de vida, tuvieron un impacto positivo. Por lo que ha sido un factor importante la utilización de caña de azúcar para la transformación a bioetanol.

En Estados Unidos se le apostó desde el 2006 a la producción de bioetanol a través de la transformación del maíz. Este fue de gran impacto en las comunidades productoras, ya que se observó cómo estas crecieron económicamente y poblacionalmente. Se generaron plantas transformadoras, las cuales crearon empleos directos e indirectos, donde se les pagaban salarios mayores a la media y capital humano más especializado. La rentabilidad de los productores fue mayor por medio de esta industria y el PIB creció por la captación de impuestos. Todo esto generó un crecimiento económico enorme gracias a la diversificación en la transformación agrícola (Ethanol Across America, 2006).

El Resource Systems Group, Inc. (2000), en un estudio realizado para "Northeast Regional Biomass Program" en los Estados Unidos, confirman que el impacto de la producción de bioetanol es positiva. La creación de plantas de transformación genera empleos fijos, ingresos personales altos, pago de impuestos por la generación de bioetanol. También esto reactiva las economías locales por mayor demanda de servicios de calidad y disminución en los niveles de contaminación.

Elobeid y Tokgoz (2007) opinan que el hecho de que se transforme la caña de azúcar y el maíz amarillo (o cualquier otro producto rico en glucosa) a bioetanol da la oportunidad al campo agrícola para que se inserte en otros mercados, y

haciendo más competitivos a los países productores, en especial aquellos en vías de desarrollo.

Sin embargo, algunos autores como Martinelli y Filoso (2008) y Sawyer (2008) ven un escenario no tan positivo. Los primeros perciben que los procesos de producción actuales de la caña de azúcar, que es el principal producto a transformar en América Latina, son muy rudimentarios y altamente contaminantes desde la producción hasta la transformación. En tanto que Sawyer menciona que las áreas de cultivo tenderían a ser sobre explotadas, generación de trabajadores de mano de obra barata, monopolio de la producción de caña de azúcar y bioetanol, y poca retribución económica a la sociedad productora de caña de azúcar. Definiendo así a los ingenios como buscadores de rentabilidad y retribución de ganancias, y no como agentes impulsores para el desarrollo socioeconómico de las localidades productoras de caña de azúcar.

Serna *et al.* (2011), señalan que en la expansión de la producción de caña de azúcar y al no existir políticas claras sobre la producción de bioetanol podrían desencadenarse efectos negativos a nivel social y económico. Se genera una competencia desleal en los mercados, escases de alimentos, degradación ambiental y concentración de riqueza e intereses. La producción de bioetanol de segunda generación sería la mejor opción de disminución de costos y para la protección de alimentos.

Se puede tomar a consideración los pros y contras de la transformación de productos agrícolas a bioetanol, en estos estudios se observa que en los países desarrollados, la producción de bioetanol ha sido un gran impulsor económico y de desarrollo social; aunque los países en vías de desarrollo tienen mayores complicaciones para la producción de éste, que sin un cuidado completo ocasiona un descontrol social y económico. En este sentido la parte negativa no deberá de ser tomada como una desventaja irremediable, sino al contrario, considerarse como puntos de partida para nuevas investigaciones.

CAPITULO 2. Crecimiento Económico y los Bioenergéticos

Los países que han tenido altos índices de contaminación, en el transcurso del tiempo, son los países desarrollados. Ya que los procesos que utilizaron fueron altamente contaminantes. Estados Unidos representa cerca del cuatro por ciento de la población mundial, se le ha atribuido el 25 por ciento de la contaminación mundial y está dentro de los países más desarrollados del mundo. Este dato muestra un panorama claro de cómo el crecimiento económico tiene una relación con la contaminación (Scubbotina, 2004).

Según la CEPAL (2010). Los efectos del cambio climático no solo afectan a la temperatura y todo lo referente al clima, sino que también tienen efectos económicos, ya sean a favor o contra. El PIB en América Latina ha ido en aumento, llegando a una tasa de crecimiento del 2% en el 2012 y esperando llegar a 3.5% para el 2013. Los principales países con alto crecimiento han sido Chile, Perú y por último, en México se mantuvo una tasa de crecimiento continua. Sin embargo, llegará a un punto en el que no podrá crecer más a causa de los acentuados efectos del cambio climático. De los cuales la disminución en la productividad agrícola y áreas cultivables, incremento en los incendios, disminución en los recursos hídricos y los efectos en salud (plagas, enfermedades contagiosas, etc.), daños en las costas por aumento del nivel del mar y pérdida de biodiversidad. Todos estos son factores importantes para el desarrollo y crecimiento económico.

Por lo que Aliaga y Villegas (2009), enfatizan que la principal raíz del cambio climático ha sido la búsqueda del crecimiento económico sin tomar en consideración la contaminación que se genere para llegar al objetivo. Es por

esto que señalan que es importante crear o modificar las formas de realizar las actividades de la manera menos contaminante y destructiva para llegar a un crecimiento económico pleno, ya que si se realiza de manera desmesurada en lugar de crecimiento se tendrán efectos negativos.

La energía es el alma de la tecnología y el desarrollo económico, por lo que muchos países a nivel mundial, en especial los Estados Unidos, han tomado diferentes decisiones sobre sus políticas energéticas para la producción de energía suficiente para suplir la demanda actual, y así alcanzar el desarrollo proyectado. Por lo que hasta el año 2003, el energético que se ha utilizado para suplir la demanda son los hidrocarburos. Sin embargo, el consumo energético ha rebasado la capacidad de producción y existencia de los hidrocarburos. Por lo que la dependencia de este energético ha llevado a la preocupación de un desastre energético y un desaceleramiento en el crecimiento económico (Chow *et al.*, 2003).

Las energías fósiles tienen costos ambientales no captados en el precio del mercado, por lo que si un biocombustible tiene beneficios a la sociedad, no solo depende de si su costo es competitivo, sino también del costo-beneficio a nivel medioambiental, justificando así los subsidios que estos tienen ya que son más beneficiosos que las energías fósiles (Hill *et al.*, 2006).

Jessup (2009) afirma que fuentes alternativas de energía, combustibles y las materias primas son cada vez más valiosas para la humanidad, por lo que los biocombustibles sólidos, líquidos de energía renovables derivadas de la biomasa, son actualmente el único sustituto directo de los combustibles fósiles disponibles significativamente. Aunque es improbable que solo se utilice una sola materia prima, siendo importante la diversidad, para la generación de biocombustible. Finalmente no se puede establecer de manera definitiva que tipo de materia prima o procesos son los que se utilizarán para la producción de biocombustibles, ya que puede variar según la región donde se desea producir y tecnologías que ahí existan.

Gopinathan y Sudhakaran (2009), afirman que tener un adecuado y confiable recurso para la generación de energías a precios competitivos, sostener el crecimiento económico y suplir las necesidades básicas de la población, es vital para cualquier país. Los biocombustibles son una opción ideal para el desarrollo económico, seguridad energética, generación de empleo, desahogo a la pobreza, y mitigación de emisión de dióxido de carbono, los cuales se pueden lograr si no se llegan a afectar las necesidades alimentarias.

Según Wang *et al.* (2009), el principal reto para la producción de los biocombustibles es el establecimiento de un sistema de producción con un bajo costo constante, sin efectos adversos para los alimentos y alta producción eficiente de tecnologías para biocombustibles. La clave se encuentra en la transformación de materias no basadas en alimentos, la cual traerá un prometedor desarrollo.

Aunado a lo anterior, la producción de bioetanol puede traer consigo crecimiento económico. Bai (2008), en su estudio realizado para Hungría, menciona que los combustibles tienen impactos económicos, ya que los costos de estos se ven reflejados en los productos finales que incluyen el costo de transporte, y no solo por los impuestos que se recaudan por estos. De igual forma menciona que si los biocombustibles se mezclaran con lo de los hidrocarburos, éstos tendrían un costo menor al de solo hidrocarburo, lo cual se vería reflejado en el consumidor final.

2.1 Curva de Kuznets Medioambiental

Existen diferentes teorías para la investigación de los efectos en la búsqueda de las energías renovables para sustituir a las que se encuentran en escases (ejemplo los hidrocarburos). La productividad de bienes y servicios se encuentra influenciada por el clima, la lluvia, y los nutrientes en el suelo. Todas estas

dimensiones de la calidad del medio ambiente pueden responder al crecimiento económico en diferentes maneras, por estos factores, un estudio del medio ambiente y crecimiento es necesario. Grossman y Krueger (1995) consideraron diferentes variables de contaminación, observaron la importancia de seccionarlo en términos per cápita, ya que afecta a la mayor parte de la población y no solo a los que se encuentran cerca de estos.

Dasgupta *et al.* (2002), mencionan que en la primera fase de la industrialización, la contaminación en la curva medioambiental de Kuznets crece rápidamente ya que las personas se interesan más en los trabajos y el ingreso que en el aire limpio y agua, las comunidades son demasiado pobres para pagar limpieza y las normas ambientales son muy débiles. Aunque por la gran preocupación pública y el desarrollo de conocimiento acerca de la calidad y regulación ambiental, puede que se desarrollen en los bajos niveles de ingreso per cápita con poca o cero degradación ambiental, por lo que pueden experimentar mejoras en el ingreso y la calidad ambiental.

El problema de la conservación del medio ambiente está relacionado al crecimiento económico. A medida que las economías crecen, se preocupan más por el estado del medio ambiente y de la preservación de los recursos naturales. Por lo que existe una relación positiva de crecimiento económico y preservación de los recursos naturales, a manera que la estructura económica de un país se incrementa, la degradación medio ambiental también lo hace hasta un punto máximo donde este comienza a disminuir (Gómez *et al.*, 2011)

Grossman y Krueger (1995), discuten que los indicadores de la calidad del aire, específicamente en dióxido azufre y smog muestran una U invertida en relación al PIB. La contaminación parece elevarse junto con el PIB en bajos ingresos, pero eventualmente llega a un punto máximo, y entonces comienza a caer con el PIB en mayores niveles de ingreso. Por lo que se puede concretar que cuando las economías son pobres tienden a tener mayores niveles de contaminación que cuando son ricas.

Cuando estas regiones económicas se encuentran aledañas y con un margen de diferencia a nivel socio-económico alto, se pueden encontrar grandes niveles de movimiento poblacional. Esto significa concentraciones mayores de población, lo cual trae como consecuencia un aumento en la degradación ambiental. Por lo que Barro *et al.* (1991), mencionan que es importante considerar la producción, demanda y el factor de movilidad para realizar un análisis de convergencia en las regiones que demostrará si existe o no convergencia en estas regiones económicas.

Se dice que las economías emergentes tienen mayores oportunidades para crecer más rápidamente y disminuir su contaminación. Este fenómeno de igual forma se puede estudiar desde la perspectiva de convergencia, donde se entiende que las nuevas economías en surgimiento tienden a crecer mucho más rápido que las economías ricas, en términos per cápita. La velocidad estimada de convergencia es acorde al modelo neoclásico de crecimiento, en la que se señala que las economías son similares en preferencias y tecnología (Barro y Sala-i-Martin, 1992).

El modelo de convergencia muestra un resumen de las medidas de cómo se da la distribución a través del tiempo. De la Fuente (2003), ha estimado una ecuación que relaciona el crecimiento del ingreso per cápita para factorizar la tasa de acumulación, el tamaño del sector público y dos variables de mercado, analizando el impacto que cada uno de estos factores tiene en el crecimiento y la evolución de la desigualdad *cross-country*.

Cantos y Balsalobre (2011), mencionan que los modelos de crecimiento endógeno constituyen un marco metodológico adaptado al análisis de la relación entre el crecimiento económico y el deterioro medioambiental, y resultan eficaces en la explicación de algunos aspectos básicos del desarrollo sostenible. De igual forma mencionan que la degradación ambiental es una función creciente del nivel de actividad económica hasta un determinado nivel de renta crítica, a partir del cual, un mayor nivel de renta se asocia a niveles de calidad ambiental progresivamente mayores, siguiendo un patrón en forma de

U-invertida. Esto quiere decir que, la contaminación irá en aumento hasta que una economía llegue a un nivel pleno, es decir, en la parte alta de la curva, y de ahí mientras más aumente la renta los niveles de calidad ambiental irán en aumento de igual forma.

El factor dominante para explicar la decadencia en la contaminación junto con el crecimiento de los países, con ingresos medios, es la regulación. Por lo que esto y el gran crecimiento del desarrollo y conocimiento de la calidad ambiental es posible que algunos países experimenten una curva que sea más baja y plana que las curvas convencionales medidas a nivel global. La relación en desigualdad de ingreso y el desarrollo se puede mostrar en la curva invertida de Kuznets, donde sugieren que cuando una economía alcanza los cinco mil a ocho mil dólares per cápita, se observa el punto máximo y de ahí comienza a bajar los niveles de contaminación, con el supuesto que estos sustituirán las tecnologías de producción viejas por unas limpias (Dasgupta *et al.*, 2002).

Sin embargo, Capó (2009) establece que, no necesariamente todos siguen la curva invertida claramente, ya que en la calidad ambiental también existen otros factores aparte del aire, en cuanto que al considerar el agua sigue un patrón similar pero cuando llega a un punto inferior en la contaminación comienza nuevamente a ascender. El autor realiza un énfasis importante en que la renta per cápita únicamente se relaciona de forma indirecta con la presión ambiental, por lo tanto es muy difícil explicar lo que se encuentra detrás de la curva medio ambiental de Kuznets.

En la agricultura se ha utilizado la curva de Kuznets para ver qué tan sostenible es la actividad de esa región. Coderoni y Esposti (2011) utilizan la curva de Kuznets para analizar si verdaderamente está disminuyendo la emisión de los GEI conforme la variable de crecimiento va en aumento. Los resultados obtenidos en este estudio indican que para Italia, la variable de emisiones no llega a converger sino que se mantiene en un constante aumento junto con la variable de crecimiento. Concluyendo que los métodos utilizados para el cultivo junto con la tecnología, no son eficientes para el proceso productivo.

Una de las formas para explicar la curva de Kuznets, es por medio de la elasticidad-renta de la demanda ambiental. Esto significa que, al alcanzarse un nivel de renta límite, se produciría un cambio en las preferencias de los consumidores de forma que, al aumentar la renta, los individuos estarían dispuestos a gastar una mayor proporción de recursos en calidad ambiental, como si se tratase de un bien de lujo (Capó, 2009).

Lo que estas dos perspectivas muestran es que, las economías al llegar a un pleno desarrollo, se invierte más en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías. La inversión en estas nuevas tecnologías generan un remplazo de las tecnologías obsoletas y por lo tanto se tendrán nuevos métodos de producción con menos índices de contaminación.

2.2 Desarrollo Socio-Económico a partir de los Bioenergéticos

Las naciones desarrolladas en la actualidad, inicialmente potencializaron el sector agropecuario para poder comenzar a tener crecimiento económico. Después surgió la industria con la cual se comenzó a tecnificar el campo por medio de la tecnología que se generó y se empleó en el sector agropecuario y en la maquila. Al llegar a un auge, el sector de servicios se especializó empleando a un gran capital humano para resolver situaciones de la industria y la agricultura, como de las necesidades que surgen en la sociedad (Soubbotina, 2004). Esto explica por qué al realizar estudios de impacto socioeconómico de los bioenergéticos en países desarrollados muestran un panorama altamente positivo, y en los que se encuentran en vías de desarrollo no tanto.

En Estados Unidos existe una gran expansión productiva de maíz a partir del etanol. Por lo que Wallander *et al.* (2011), realizaron un estudio sobre esta expansión de los años 2000 al 2009. En el estudio lograron obtener datos importantes sobre las variables de cambio de uso de suelo para la producción

de maíz por hectárea, cambio de producción de los campos agrícolas a productos para biocombustible y viceversa, transformación de maíz a bioetanol y por último regionalizaron el país por producción. Con los resultados obtenidos pueden concluir que desde el año 2006 la producción de maíz y la expansión del mismo han ido en aumento. Concluyen que la expansión de la producción de maíz, ha sido gracias a las políticas generadas para la producción de bioetanol a nivel federal y estatal.

Gedikoglu (2012) estudio el *switchgrass* and *Miscanthus* (pastos grandes) en Missouri y Iowa para obtener bioetanol, focalizando los factores socio-económicos que impactan en la voluntad de producir este pasto. Utilizando un modelo probit ordenado para analizar los factores de los agricultores y el campo, calculó los efectos marginales de la producción del pasto, los resultados encuentran que las variables consideradas (educación, empleo fuera del campo y ventas) muestran como pequeños agricultores tienden a tener mayor voluntad a producir productos para bioenergéticos que aquellos que tienen grandes ventas.

Por otro lado, en Latinoamérica se produce bioetanol a partir de caña de azúcar, produciendo en grandes extensiones territoriales. Los factores principales para su alta producción es la cultura que se tiene alrededor de ella y el consumo de azúcar de caña. En Costa Rica, se realizó un estudio sobre cambio de paradigma de la producción de energía o de alimentos, muestra la importancia de equilibrar las prioridades sociales y económicas. Este estudio fue realizado tomando en cuenta el análisis de las variables de superficie para agricultura, superficie urbana, necesidad de biocombustible y alimentos. Se concluye que la producción de etanol utilizando caña de azúcar, caña energética² o diferentes fuentes de biomasa es una estrategia que pudiera contribuir favorablemente a la economía de la isla. La producción de éste ayudaría a generar empleos, reducir la dependencia de la importación de combustible, lograr aumentar la productividad de los terrenos agrícolas y reducir

² Caña de azúcar con altas concentraciones de fibra y sacarosa (SHV, 2008)

la cantidad de desperdicios sólidos orgánicos que terminan en los vertederos (Guasp, 2010).

En Brasil, Walter et al. (2008), realizan un análisis de sustentabilidad del etanol para mostrar la relación que tienen los niveles de producción, costos, precio del etanol con el balance energético de reducción de emisiones GEI, cambio de uso de suelo y otros contaminantes en el proceso. En conclusión, la producción de etanol en Brasil es sustentable aunque se deben de cuidar los niveles de deforestación, al igual que existe la posibilidad de aumentar la extensión territorial para el cultivo de la caña.

Un estudio sobre el impacto social, económico y ambiental, específicamente en Colombia, desea demostrar si acierta el gobierno en apostarle a la producción de etanol para salvaguardar las economías regionales al igual que impulsarlas por medio de la transformación de bioetanol a partir de la caña de azúcar. Para esto se evaluó la reducción del consumo de las gasolinas, agotamiento de los pozos petroleros, reducción de emisiones de CO₂, reactivación del sector agrícola, generación de empleo y exportación de petróleo y etanol. Los resultados obtenidos muestran que la producción de etanol ayuda a la generación de empleo, supe la demanda interna y de exportación de combustibles, aunque los ingresos a gobierno no son claros ya que este producto no tiene un impuesto o subsidio y finalmente lo ambiental queda de lado ya que existe una mayor preocupación por estimular el crecimiento económico sin importar tanto las consecuencias ambientales que estos generen (Granada, 2005).

En México, la producción de bioetanol tiene poco estudiándose, aunque existen diferentes estudios acerca de la producción de etanol de primera³ y segunda⁴ generación. En su mayoría versan sobre la factibilidad de producción e inversión, en estos se consideran los productos primarios de los cuales se puede extraer el bioetanol, costos de producción, costo transformación,

³ Biocombustible de primera generación. Estos son extraídos de productos para consumo humano (Biodiesel, s.f.)

⁴ Biocombustible de segunda generación. Se extraen de materias primas que pueden convertirse en celulosa. (Biodiesel, s.f.)

rentabilidad económica, tecnología disponible y áreas de producción. Concluyen que el etanol es técnicamente y financieramente viable, con consideraciones para el sector público y privado en el análisis de inversión en desarrollo, investigación y tecnológica (Intracorp, 2007; Cygnistar, s.f.; Becerra, 2009).

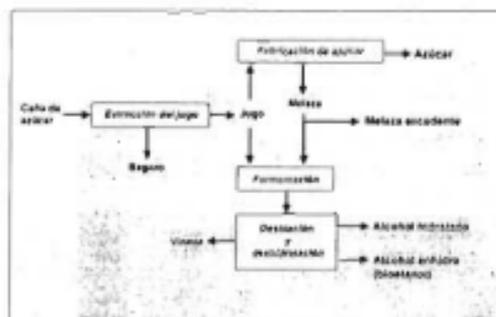
Se puede observar que existe una gran preocupación por la generación de nuevas formas de desarrollo y crecimiento en el área social y económica, ya que, por la pronunciada disminución de energéticos y alta dependencia de ellos, puede provocar una crisis en todos los niveles socio-económicos. Por lo que la producción de bioetanol a través de la transformación de productos agrícolas es una buena alternativa para incentivar el campo, generar inversiones tecnológicas, creación de nuevos empleos y reducir la dependencia de energías no renovables.

CAPITULO 3. La Producción de la Caña de Azúcar y del Bioetanol.

El programa de producción de bioenergéticos por parte de la SAGARPA (2011), muestra los principales productos agrícolas que pueden ser utilizados para la producción de biocombustible, los procesos productivos y valor económico. En el apartado de bioetanol se encuentra el proceso productivo de la caña de azúcar que este lleva para poder transformarlo en bioetanol. Señala que los ingenios de azúcar, después de la producción del jarabe por concentración del jugo de la caña, aplican hasta tres cristalizaciones de las que se va retirando el azúcar. Cada proceso de cristalización es seguido por una separación de los cristales de sacarosa del llamado licor madre o miel, mediante centrifugación.

Por lo que la primera etapa de cristalización y centrifugación permite obtener el azúcar A y la melaza A. Luego esta melaza es sometida a nueva cristalización y centrifugación, resultando el azúcar B y la melaza B. Finalmente, de modo análogo, se produce el azúcar C y la melaza C, tal como se puede observar en la figura 1.

Figura 1. Esquema del proceso de producción de bioetanol a partir de caña de azúcar.



Fuente: Bioenergéticos (SAGARPA, 2011).

De estos procesos de extracción se puede obtener bioetanol, ya sea a partir del jugo directo de la caña o de las melazas B y C. En el primer caso, todo el jugo de caña se destina a la producción de bioetanol (sin que se genere azúcar), mientras que en los dos siguientes, se obtienen azúcar y bioetanol.

Considerando que el rendimiento de caña por hectárea es de aproximadamente 70 toneladas de caña verde, la obtención de bioetanol directamente a partir del jugo de caña, para el caso de México, se estima que una tonelada de caña con un porcentaje de sacarosa entre 13 y 14% produce de 70 a 80 litros de bioetanol. Producir bioetanol del jugo de caña incrementa la producción de bioetanol, pero reduce los sub-productos, en especial la misma azúcar, de la que no se produce nada.

La melaza B se obtiene de la segunda cristalización y centrifugación del jugo de caña, y por ello no contiene tanta azúcar, su capacidad de producción de etanol es baja comparada con el jugo directo. Sin embargo, el resultado final son 92 kg de azúcar (sumando la obtenida de la primera y segunda cristalización) y 17.1 litros de bioetanol.

La melaza C es obtenida de la tercera etapa de cristalización y centrifugado, tiene una concentración más baja de azúcares, por lo que se producen alrededor de 112 kg de azúcar (sumando la obtenida de la primera, la segunda y la tercera cristalización) y 8.81 litros de etanol.

Los rendimientos para estos métodos son estimados a partir de observaciones en México y de experiencias en Brasil, pero es importante tener en cuenta que pueden variar sustancialmente dependiendo del grado de optimización de la producción, tal como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Balance de insumos y productos para la producción de bioetanol a partir de distintos insumos derivados de la caña de azúcar.

Rubros	Bioetanol directo de jugo de caña	Bioetanol de melazas B	Bioetanol de melazas C
Insumos			
Caña de azúcar	1 tonelada	1 tonelada	1 tonelada
Combustible (puede ser reemplazado por bagazo)	7.4 kg.	Igual	Igual
Electricidad (podría ser producida a partir del bagazo)	12.5 kWh.	Igual	Igual
Agua tratada	5,600 litros	Igual	Igual
Ácido sulfúrico	0.05 kg.	Igual	0.026 kg.
Urea	0.1 Kg.	Igual	0.052 kg.
Productos y subproductos			
Azúcar	0	92 Kg	112 kg.
Etanol anhidro	80 litros	17.1 litros	8.8 litros
Bagazo con 50% de humedad	264 kg.	Igual	Igual ▲-
Vinazas	780 a 1,248 litros	171 a 274 litros	88 a 141 litros
Cachaza	30 kg.	Igual	Igual
Levaduras	17.8 kg.	3.8 kg.	1.6 kg.
CO2	80.7 kg	13.3 kg	6.9 kg

Fuente: Bioenergéticos (SAGARPA, 2011).

Según SAGARPA (2011), se puede observar en la tabla 2 los costos de producción de bioetanol para la mano de obra y administrativos, corresponden respectivamente al 8.5% y 1.2% de los costos con materia prima. Para los costos asociados a los insumos de producción y costos de mantenimiento y conservación, se adoptó 3% de las inversiones para ambos casos. Como se puede ver, en su conjunto esos costos representan generalmente menos de 15% del costo total del etanol, mayormente formado por la materia prima y la inversión.

Tabla 2. Composición de los costos de producción de etanol a partir de caña de azúcar (en centavos de dólar por litro).

Caso	Bioetanol de jugo de caña directo	Bioetanol de melazas B	Bioetanol de melazas C
Materia prima	\$0.27	\$0.21	\$0.26
Inversiones	\$0.10	\$0.09	\$0.09
Energía	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Otros	\$0.06	\$0.21	\$0.06
Total	\$0.43	\$0.52	\$0.40

Fuente: Bioenergéticos (SAGARPA, 2011).

Considerando el precio internacional promedio del litro de bioetanol, valuado en 0.509, en el año 2010, el precio calculado para México sería competitivo para el bioetanol obtenido del jugo directo de caña y de la melaza C. En especial para el bioetanol que se obtiene de melaza C, el margen de ganancia sería de 20% (SAGARPA, 2011).

3.1 Políticas Públicas entorno al Bioetanol⁵

En Brasil se ha desarrollado un programa para integrar a los pequeños productores, Programa Nacional para la Producción y Uso de Biodiesel (PNPB), dentro del sistema de transformación de biocombustibles y así tener un mayor impacto en las economías locales. Este programa consiste en apoyos en contratos, financiamiento, escala de producción, credibilidad, agregación de valor, continuidad, entre otros. Por medio de la certificaciones a productores denominadas "Sello de Combustible Social", han impulsado la agricultura a pequeña escala y de esta forma han incentivado el desarrollo local (Rodríguez y Accarini, 2009).

Según Rodríguez y Accarini (2009), las políticas públicas sobre biocombustibles generadas en Latinoamérica se han enfocado en su mayoría sólo en el establecimiento de objetivos de producción, consumo, e incentivos fiscales, a excepción de Brasil que ha desarrollado programas integrales de apoyo a productores de diferentes escalas como PNPB y Programa Nacional de Alcohol (ProAlcool). Aunque estas políticas han sido buenas para impulsar la producción de biocombustibles, no son incluyentes en la equidad de pleno desarrollo económico, ya que la mayoría de los apoyos gubernamentales se enlocan a productores a gran escala, o bien no consideran a los trabajadores en este sector.

La producción de bioetanol en Brasil ha tenido un impacto importante en la creación de nuevas fuentes de empleo, desde el campo, el transporte y la industria, aunque son empleos de baja calificación, con las nuevas tecnologías que se implementaron propició una especialización de la mano de obra, (BNDES y CGEE, 2008). En el trabajo realizado por estos organismos en el año 2008 mencionan que en el año 2005 existían 982 mil trabajadores directa y

⁵ Extracto del artículo "Impulsando el Desarrollo Económico Local a través de los Bioenergéticos en Latinoamérica" publicado en el VI Congreso Internacional de Investigaciones y Estudios sobre Competitividad y VI Simposio sobre Paradigmas Emergentes en Ciencias Administrativas y Desarrollo Regional.

formalmente vinculados con la transformación de la caña. A través de un análisis de la Matriz Insumo-Producto de la economía brasileña de 2007, por cada empleo directo en el sector 1.43 eran empleos indirectos y 2.75 inducidos, resultando un total de 4,1 millones de personas trabajando en la actividad de la agroindustria cañera.

La generación de bioetanol, no sólo trae empleo y especialización de trabajadores, sino que de igual forma, especializa la producción agrícola, regionalizando por producto para la transformación de biocombustible. El hecho que se transforme la caña de azúcar o el maíz amarillo a bioetanol, o cualquier otro producto rico en glucosa, da la oportunidad a que se pueda insertar en otro tipo de mercado, haciendo más competitivos a los países productores, en especial a los que están en vías de desarrollo (Elobeid y Tokgoz, 2007).

En Colombia, el Ministerio de Minas y Energía ha creado el programa "Biogasolina" donde se pueden encontrar diferentes reglamentaciones técnicas para la producción del biocombustible y los productos agrícolas a utilizar para la transformación de éste. Se le exonera al bioetanol del impuesto al valor agregado (IVA) y otros impositivos que se aplican a los combustibles. Se asegura el precio del bioetanol para ser competitivo a nivel nacional. Su impacto se cree que fortalecerá las reservas de petróleo, y disminuirá el consumo de subproductos importados (Martínez, 2007).

Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2011), en México se encuentran programas públicos para el tema de los biocombustibles, actualmente existen dos programas coordinados con la finalidad de impulsar la industria de los bioenergéticos en el país, el Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico (PROINBIOS) que está enfocado a fomentar las actividades agrícolas como fuente de insumos para la industria sin distorsionar la matriz alimentaria nacional dependiente de SAGARPA, mientras que por parte la SENER se instrumentó el Programa de Introducción de Bioenergéticos, enfocado en la producción, distribución, almacenamiento,

comercialización de los bioenergéticos en México. Por medio de estos programas se prevé un desarrollo regional y en comunidades rurales, dando valor agregado a los productos agrícolas, certidumbre en los mercados nacionales e inversión en desarrollo e investigación.

Costa Rica a través de la Comisión Nacional de Biocombustibles ha realizado un estudio exhaustivo sobre los tipos de cultivos potenciales para la producción de biocombustibles, infraestructura existente y necesaria para su producción, valorizaron la parte tributaria y desarrollaron planes estratégicos para tener mayor impacto socioeconómico. En los cuales se estableció que existe una necesidad de producir de manera sostenible agroambiental y socialmente. El establecimiento de consumos iniciales por parte de gobierno para incentivar la producción, junto con estrategias de distribución y comercialización, tendría un impacto para el desarrollo, abastecimiento e investigación en la bioenergética nacional (MAG-MINAE, 2008)

El "Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentable de Biocombustibles 2006" de Argentina, busca tener un impacto en el sector agroindustrial y con esto generar empleo, especialización productiva, capital humano, regionalización de mercado y producción. Logrando esto a través de la promoción de la producción de biocombustibles, amonización de impuestos, implementación de mezclas obligatorias del cinco por ciento, devolución de IVA en inversiones, y adquisición del biocombustible por el Estado durante 15 años (Begenisic y Pascale, 2010).

Tomando en cuenta las ventajas y desventajas de la transformación de productos agrícolas a bioetanol, aunado a las políticas públicas establecidas en otras regiones, denotan que el bioetanol ha sido de gran impulso para el desarrollo económico y social. Siendo de esta forma, existe un alto potencial para impulsar el campo agrícola por medio de la producción de bioetanol como valor agregado, y de esta manera crear un motor de la economía local. (Véase Anexo 1).

3.2 Caña de Azúcar en México

México es el séptimo productor de azúcar en el mundo con alrededor de 675 mil hectáreas, con una cosecha de 50 millones de toneladas de caña al año. Es la agroindustria más antigua del país, generando alrededor de tres millones de empleos directos e indirectos y es el sustento de casi cinco mil familias campesinas por ingenio en promedio (Bravo y Cortés, 2009). La caña de azúcar es el producto más importante después del maíz, en un 45.14 por ciento y representa el 41.74 por ciento de la producción nacional. Por esto se considera a esta industria de interés público y como un importante detonador para el desarrollo económico regional (Tabla 3).

Tabla 3. Productos agrícolas de mayor producción en México del 2009.

Producto	Producción (toneladas)	Producto	Producción (toneladas)
Caña de azúcar	48 764 224	Café cereza	1 436 559
Maíz	20 142 816	Aguaquele	1 230 973
Sorgo	6 108 085	Frijol	1 041 350
Naranja	4 193 484	Manzana	561 493
Trigo	4 116 161	Cebada	518 850
Plátano	2 232 361	Uva	274 828
Jitomate	2 043 815	Aroz	263 028
Chile verde	1 981 564	Fresa	233 041
Limón	1 966 345	Durazno	198 085
Mango	1 509 272	Soya	120 942
Papa	1 500 497		

FUENTE: INEGI. El Sector Alimentario en México 2011

Para Nayarit existen registros de producción promedio de caña de azúcar por 78 toneladas por hectárea, en comparación de la máxima producción registrada de 150 toneladas por hectárea (Alejo et al., 2011). Esto significa que la

producción se encuentra en un 48 por ciento por debajo del potencial productivo promedio nacional.

El SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) tiene registro que el estado de Nayarit en el año 2010, al cierre de la producción agrícola por cultivo, contaba con 33,364.19 hectáreas de superficie sembrada de caña de azúcar de las cuales se cosecharon 33,307.19 hectáreas con una producción de 2'746,019.69 toneladas de caña. Lo cual representó el 45.27 por ciento de los productos agrícolas importantes en el estado, según la tabla 4.

Tabla 4. Volumen de la producción agrícola por principales cultivos en el Estado de Nayarit, 2010.

Principales Cultivos a/	Toneladas	% en el Total	Lugar Nacional
Cíclicos			
Maíz forrajero	297 995	2.5	11° de 24
Sorgo grano	249 684	3.6	5° de 29
Maíz grano	176 224	0.8	20° de 31
Frijol	72 403	6.3	5° de 32
Sandía	60 571	5.8	6° de 27
Jicama	54 837	29.8	1° de 15
Arroz palay	42 489	19.6	1° de 14
Tomate rojo (jitomate)	32 262	1.4	17° de 32
Chile verde	23 153	1	13° de 32
Tabaco	5 690	81.5	1° de 5
Perennes			
Caña de azúcar	2 746 020	5.4	6° de 15
Pastos	1 806 551	4	8° de 28
Mango	292 585	17.9	2° de 23
Caña de azúcar (otro uso)	86 855	14.4	2° de 17
Plátano	65 240	3.1	8° de 16
Café cereza	27 325	2.1	7° de 15
Aguacate	25 843	2.3	4° de 28

Fuente: INEGI. Perspectiva Estadística Nayarit, Septiembre 2011.

En la tabla 5, se puede observar los niveles en la producción de caña de azúcar en los últimos 20 años. En ellos se identifica que la crisis de 1994 afectó a la producción de caña al año siguiente bajando, 0.7 puntos porcentuales, de ser el octavo productor hasta el décimo lugar a nivel nacional. Sin embargo, registrando en el periodo de 1995-2010 un incremento de 1.5 puntos porcentuales de la producción total del país y un continuo aumento en la producción de caña. Sin embargo, no es el mismo caso para el resto de la producción agrícola del estado, aun cuando ha ido en aumento el PIB estatal y el PIB primario, la representación del PIB primario en el PIB estatal se ha venido disminuyendo. Esto puede deberse al enfoque de esfuerzos en el sector terciario de los gobiernos estatales.

Tabla 5. Volumen de la producción de caña de azúcar en el Estado de Nayarit, 1990 - 2010.

Variables	Año				
	1990	1995	2000	2005	2010
Total del PIB Estatal (Miles de Pesos)	No disponible	9'428,728	26'231,458	51'321,490	52'883,939
Representación de la Agricultura en el PIB Estatal (Miles de Pesos)	No disponible	1'593,105 (16.90%)	3'477,904 (13.26%)	4'502,796 (8.77%)	5'320,128 (9.94%)
Lugar en producción nacional (Toneladas Producidas)	8 (3.91%)	10 (3.20%)	7 (3.91%)	7(4.20%)	6 (5.44%)
Toneladas Producidas	1'561,502	1'463,172	1'676,362	2'172,581	2'746,020

Fuente: Elaboración propia en base a INEGI El sector alimentario en México junto con El Sistema de Cuentas Nacionales.

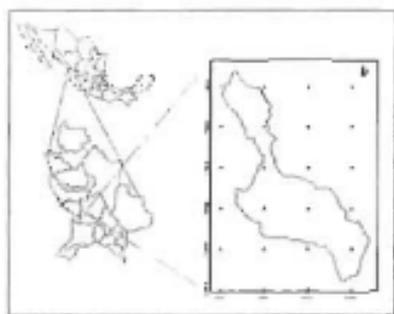
A pesar de las crisis económicas y ambientales que han existido en el país, la producción de caña de azúcar ha sido siempre de gran importancia para los campesinos mexicanos y nayaritas. Los colonizadores españoles trajeron este cultivo, el cual se utilizó para la producción y exportación de este hacia el viejo

mundo, siendo una fuente de ingresos en aquellos tiempos la mayoría de los campesinos se dedicaron a la producción de este, por lo que se convirtió en una tradición para los campesinos sucesores hasta llegar a la actualidad (De Alba, s.f.).

3.3 Delimitación del Área de Estudio.

Es de importancia el señalamiento del Valle de Matalipac, ya que aquí se concentra alrededor del 70% de la producción estatal de caña de azúcar, la cual se encuentra dentro del estado de Nayarit. El estado está situado en la región occidente del territorio nacional mexicano, entre las siguientes coordenadas geográficas extremas: al norte 23° 05'; al sur 20° 36' de latitud norte; al este 103° 43', al oeste 105° 46' de longitud oeste. Limita al norte con los estados de Durango y Sinaloa, al este con los estados de Jalisco, Durango y Zacatecas, al sur con Jalisco y el Océano Pacífico y al oeste con el Océano Pacífico y Sinaloa (INEGI, 2010).

Figura 2. Cuenca del Río Mololoa.



Fuente: Cambio de cobertura y uso del suelo en la Cuenca del Río Mololoa, Nayarit (2010)

Geográficamente la cuenca se encuentra entre las coordenadas 210 43' 26" Latitud Norte, 1040 56' 46" Longitud Oeste y 210 16' 12" Latitud Norte, 104043' 06" Longitud Oeste, con una superficie de 618 Km². En esta ubicación se localiza una gran planicie la cual consideramos como el Valle de Matatipac, este valle se ubica dentro de la cuenca del Río Mololoa. Según Nájera (2010).

Los principales municipios productores son, según datos obtenidos del Ingenio de Puga, el Ingenio El Molino y SIAP (2013), Tepic, Xalisco y Santa María del Oro. Estos municipios comprenden el 76.31% de la superficie, equivalente a 27 689.40 hectáreas son ingenios para la zafra 2012, según datos registrados en el SIAP representan el 78.22% de la superficie, lo que equivale a 26, 625.82 hectáreas para la zafra 2011. De igual forma, estos municipios dedican por encima del 60% de su superficie al cultivo de la caña de azúcar, tal como se puede observar en la tabla 6.

Tabla 6. Superficie de caña de azúcar y superficie total de cultivos.

Municipio	Zafra 2012 Superficie Ingenios	Superficie Perenne	Superficie Cíclico	Zafra 2011 Superficie SIAP	Porcentaje
Santiago	3,501.50	12,878.00	46,228.94	3,016.00	6.52
San Blas	708.90	22,951.85	14,469.24	504.24	3.48
Tepic	10,541.60	8,075.24	11,151.50	8,417.50	75.48
Xalisco	8,851.55	8,150.77	9,231.45	7,387.45	80.29
Compostela	1,643.10	27,789.10	14,709.04	1,100.00	7.48
SAMAQ	8,296.25	12,564.50	16,251.87	10,829.87	66.58
SPL	2,127.50	5,718.00	7,495.00	2,046.00	27.30
Ahuacatlan	438.95	4,346.71	4,604.50	470.00	10.21
La Yesca	0.00	2,090.00	4,769.00	4.00	0.08
Jala	68.85	2,424.62	3,236.00	160.00	4.94
Ixtlan	0.00	3,435.40	3,206.00	111.00	3.46
TOTAL	36,283.50	111,024.19	135,323.59	34,037.06	~25.13

Fuente: Elaboración propia con datos de Ingenios y SIAP (2013).

CAPITULO 4. Metodología

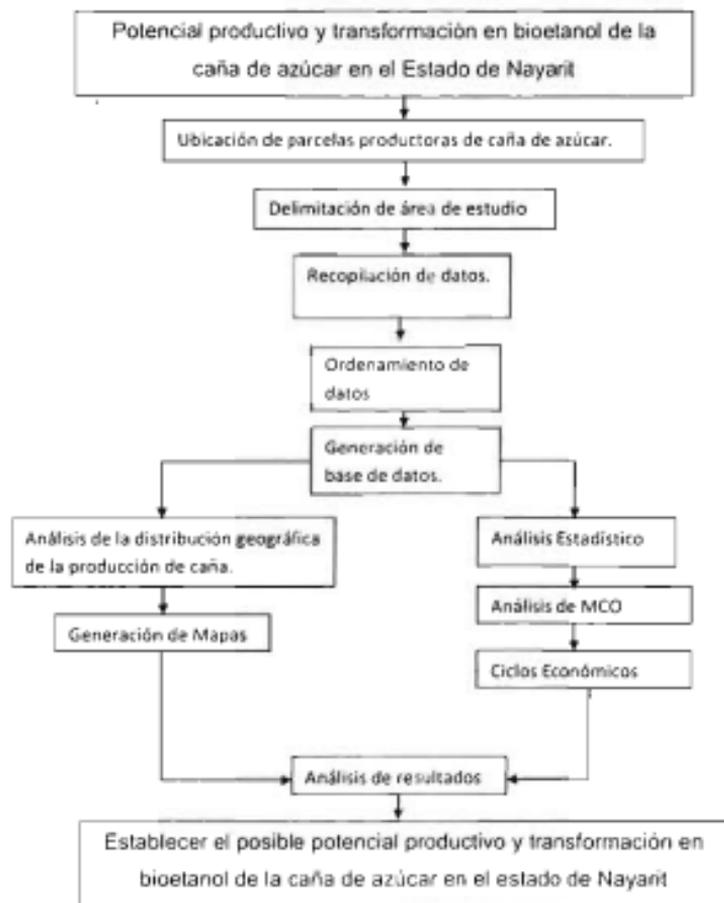
Como se ha mencionado en el marco teórico, es inherente la transformación a bioetanol y el impacto socio-económico que éste ocasiona, dado el nuevo paradigma y las exuberantes cantidades de caña de azúcar necesarias para suplir la demanda nacional e internacional de este combustible. Es necesario determinar si la diversificación de la transformación de caña de azúcar en bioetanol representa un detonador para el desarrollo socio-económico del estado de Nayarit.

Para lograr cumplir con el objetivo, de determinar la producción actual y potencial de bioetanol a partir de la caña de azúcar en términos de superficie, rendimientos y capacidad instalada, se realizó una investigación descriptiva (no-experimental) con un estudio longitudinal. Por medio de éste se describió la situación prevaleciente al momento de realizar la investigación, lo que ayudó a comprender la situación actual de la producción de caña de azúcar, bioetanol y su disposición para producir bioetanol. El estudio contiene una representación de la actual situación y una proyección de la producción de bioetanol. Para ello se utilizaron datos existentes, o previamente recopilados a través de los sindicatos de cañeros⁶ y los ingenios⁷ principalmente, además de algunos solicitados a la SAGARPA e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). El proceso para el desarrollo de este proyecto se puede visualizar en la siguiente figura:

⁶ Los sindicatos a los que se les solicitó la información fue a la Confederación Nacional de Productores Rurales, A.C. (CONPR) y a la Confederación Nacional Campesina, A.C. (CNC) de cada ingenio. De los cuales se obtuvo un padrón de productores de caña, precios de caña y azúcar, producción de caña y azúcar, métodos de cultivo y las posibles potencialidades para el aumento de la producción de caña de azúcar. Los cuales se obtuvieron en el transcurso del año 2012.

⁷ Los ingenios a los que se les solicitó información fue a los grupos de azucareros en la entidad, el ingenio El Molino y El ingenio de Fuga. De los cuales se obtuvo las hectáreas plantadas, las localidades productoras, promedio de producción, capacidad de molenda, producción de azúcar y posible capacidad para producir bioetanol. Los cuales se obtuvieron en el transcurso del año 2012.

Figura 3. Diagrama de flujo de la metodología del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

4.1 Análisis de datos

Se realizó un análisis de estadísticos descriptivos, en el cual se recolectó, ordenó, analizó y representó un conjunto de datos, con el fin de describir apropiadamente las características de cada variable. Las variables analizadas fueron: superficie sembrada, superficie cosechada, producción total, rendimiento por hectárea, y valor de la producción a nivel municipal y estatal, la población, el PIB, PIB primario, PIB secundario, PIB terciario.

Después se realizó la correlación entre las variables municipales, ya que el coeficiente de correlación es un índice que mide la relación lineal entre dos variables, indicando así la dirección y proporcionalidad entre las dos variables. La correlación de las variables se considera al encontrarse una variación sistemática, esto significa que al aumentar una la otra lo realiza respectivamente. Esto no quiere decir que necesariamente exista una relación de causalidad.

Aun cuando con los datos municipales se obtiene una descripción del comportamiento de la caña de azúcar en la zona donde se cultiva, a nivel estatal se puede observar un comportamiento de tal forma que se pueda realizar un comparativo con el crecimiento y desarrollo económico en la entidad. Las principales variables que se manejan para el análisis del impacto económico se muestran en los anexos 7 y 8. Se estudia el periodo 1997 a 2012 ya que es donde se encontró la mayor consistencia en los registros (SAGARPA, 2007; SENER, s.f.).

4.2 Análisis Geográfico

Para realizar la distribución geográfica potencial e idónea para la producción de caña de azúcar, se consideró diferentes variables tales como el clima, tipo de cobertura y pendiente. El primer filtro que se consideró para la zonificación del área idónea para el cultivo de caña de azúcar fue la altura sobre el nivel del mar. Según Olivera et. al (2011), SNV (2008) y Hernández (1995), la altura ideal para producir caña de azúcar de calidad es, con altas concentraciones de sacarosa, entre los 600 y 1500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Esto debido a que en las zonas que se encuentran por debajo y por encima del rango, aun cuando se pudiera producir caña de azúcar, no se tiene la calidad necesaria para tener una alta producción de azúcar por sus condiciones climáticas. Debido a la importancia del clima, según INEGI (2010), el área que se analizó para la producción de caña de azúcar en el estado tienen en general las condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar. Por esta razón, el clima no será una condicionante para determinar las zonas productivas de caña de azúcar.

En entrevista con los sindicatos cañeros y de los encargados de campo de ambos ingenios, en específico con el dirigente de Cañeros Proprietarios Rurales y Ejidatarios del Ingenio de Puga, A.C., Felipe Valle Guzmán, se pudo sustraer el dato que en la zona de la llanura costera, aun cuando existe producción de caña de azúcar, la calidad de la misma es muy mala refiriéndose a ésta como "picada". Menciona además, que la caña que se produce en esa zona contiene baja concentración de sacarosa⁹, debido a que la media de extracción de azúcar por tonelada de caña son 12.213 kg., mientras que en la llanura costera ronda los 9kg., representando alrededor de un 25% menos azúcar. Considerando esto, autores como Netafim (s.f.) y Tradecorp (2013), consideran que la caña de azúcar es moderadamente sensible a la salinidad y alcalinidad en el suelo, ocasionando un bajo rendimiento de la producción de caña y de

⁹ La sacarosa o azúcar de caña, es un disacárido de glucosa y fructosa (Biodisól, s.l.).

concentración de sacarosa. Esto nos lleva a excluir los municipios que se encuentran en zona costera del estado, San Blas y Santiago Ixcuintla, por su baja calidad en la producción de azúcar.

Los niveles de pendiente en el suelo son importantes, ya que si se llega a cultivar en pendientes acentuadas esto puede causar erosión en el suelo y baja retención de agua, al igual que complica la recolección de la misma. Por lo tanto se considera un 30% de pendiente máxima como ideal para el cultivo de caña de azúcar (Jiménez et. al, 2004). Todos estos filtros llevan a determinar los municipios con las condiciones ideales para la producción de caña de azúcar de calidad.

4.3 Estimación MCO

La curva de Kuznets medioambiental teoriza sobre la relación entre la calidad del aire (o niveles de contaminación) y el PIB per cápita, relacionando el PIB como variable utilizada para medir el crecimiento económico del lugar de estudio. Su principal hipótesis enfatiza que mientras aumenta el PIB, se contamina a mayor cantidad hasta que éste alcanza la cúspide de la U invertida y de ahí comienza a descender mientras que el PIB continúa en aumento. Por lo que es necesario considerar el PIB estatal per cápita, ya que será un factor determinante para medir el crecimiento económico de la región.

El objetivo general de la investigación de tesis es la evaluación del impacto socio-económico de la producción actual y potencial de bioetanol a partir de la caña de azúcar en el estado de Nayarit. Primero se determinó la producción actual y potencial de bioetanol a partir de la caña de azúcar en términos de superficie, rendimientos y capacidad instalada. Para lo cual se consideró la recopilación longitudinal retrospectiva mínima a 10 años de la producción de bioetanol a partir de caña, si es que existe por parte de SAGARPA e ingenios.

Seguida de la variable sobre la superficie de caña de azúcar plantada, al momento de hacer el estudio, los rendimientos promedios que se obtienen de toneladas por hectárea de caña de azúcar planta en el valle, zona alta y zona costa del estado por parte de los registros de ingenios y sindicatos.

Se analizó la capacidad productiva de los agricultores e ingenios ante la oportunidad de incremento en la producción de caña de azúcar, a partir del comportamiento durante los años mencionados, con el fin de determinar las variaciones en la producción y la relación entre las variables. Por último se determinó si existe la capacidad instalada por parte de los ingenios existentes en el estado para producir bioetanol, para conocer si es necesario implementar nueva tecnología para producir bioetanol, ya que éste puede llegar a ser un obstáculo para su producción.

Se identificaron los alcances socio-económicos de la producción actual y potencial del bioetanol, partiendo de la estimación de empleos generados directa e indirectamente por la actividad, creación de infraestructura para el desarrollo de éste biocombustible y la derrama económica que genera desde la producción de la caña de azúcar, hasta la producción de bioetanol.

Adicionalmente se realizó la evaluación del impacto socio-económico de la producción actual y potencial de bioetanol a partir de la caña de azúcar en el estado de Nayarit. Permitiendo determinar si la incorporación de los pequeños productores en el sector de las energías renovables contribuye al desarrollo rural y al aumento en los niveles socioeconómicos de los productores.

El modelo de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO) se utiliza para minimizar la suma de los cuadrados de las distancias verticales entre los valores de los datos y los de la regresión estimada, lo que significa minimizar la suma de los residuos al cuadrado, teniendo como residuo la diferencia entre-los datos observados y los valores del modelo. Por lo que realizando un análisis de regresión, se estimó y/o predijo la media del valor promedio poblacional de la variable dependiente por medio de la dependencia de las variables explicativas

en términos de valores conocidos o fijos (Hanke y Wichern, 2006). El parámetro lineal del modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios es:

$$Y_t = \alpha + \beta_1 X' + \varepsilon_t \quad (1)$$

Donde Y_t es la variable dependiente, en este caso crecimiento económico (PIB), α es la constante o intercepto, X' es la matriz de $n \times m$ de variables independientes. Este es un método para hallar una recta que se ajuste de una manera adecuada a la nube de puntos definida por todos los pares de valores muestrales (X, Y) . Este método de estimación se fundamenta en una serie de supuestos, los que hacen posible que los estimadores poblacionales que se obtienen a partir de una muestra, adquieran propiedades que permitan señalar que los estimadores obtenidos sean los mejores. Por lo que éste consiste en hacer mínima la suma de los cuadrados residuales, es decir lo que tenemos que hacer es hallar los estimadores que hagan que esta suma sea lo más pequeña posible. Para este estudio se realizaron las variables a fin de que los resultados expresen la tasa de crecimiento.

$$\log PIB_t = \alpha + \beta_1 \log PIB_{t-1} + \beta_2 \log PIBPrim_t + \beta_3 \log PIBSec_t + \beta_4 \log PIBTer_t + \beta_5 \log BioetanolA_t + \beta_6 \log Gasolina_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Donde el PIB_t es el producto interno bruto a precios del año 2003. El logaritmo del PIB rezagado un periodo indica el crecimiento económico del año inmediato anterior, es decir, su componente inercial. El logaritmo del producto interno bruto del sector primario (PIBPrim), secundario (PIBSec) y terciario (PIBTer) indica el crecimiento económico de cada sector respectivamente. La variable logaritmo de la producción de bioetanol del jugo directo de caña (BioetanolA)

indica la potencial producción de bioetanol de caña de azúcar de las zafra registradas, funcionando como sustituto energético. Por último, la variable Gasolina la cual indica el crecimiento del consumo energético y su impacto en el crecimiento económico. Por lo que al aplicar este modelo se espera que las variables PIBPrim y BioetanolA junto con Gasolina tengan un impacto considerable en el crecimiento económico, PIB. Todos estos se aplicaron en términos per cápita.

Se espera que el sector primario sea el impulsor en los países en desarrollo por lo que deberá tener un mayor impacto en la economía. De igual forma para la Gasolina se espera que tenga un impacto significativo, ya que es el principal energético que se utiliza para movilizar la economía. Y por último, se espera del BioetanolA que funcione como sustituto alternativo de energía limpia para la economía, impactando en el crecimiento de la economía y el sector primario, ya que este se deriva de un producto agrícola.

4.4 Estimaciones de Ciclos Económicos

Al obtener el MCO se continuó con la aplicación de ciclos económicos. Se busca que a partir de un ciclo económico se pueda mostrar el porqué del comportamiento de la economía estatal, cuales son las variables que tienen un mayor impacto en su comportamiento y observar el comportamiento del mismo. Se aplicó el filtro de Hodrick – Prescott (HP) como un método estándar para extraer la tendencia y el ciclo a las variables consideradas. El filtro HP supone que las series de tiempo (X_t) pueden ser descompuestas en su componente tendencial (g_t) y su componente cíclico (c_t): $X_t = g_t + c_t$. El suavizamiento de la serie viene determinado por la suma de cuadrados de las segundas diferencias de la tendencia, mientras que el componente cíclico recoge desviaciones cuyo promedio a largo plazo debe ser cero. El problema para determinar el componente de la tendencia viene dado por:

$$\min_{\{g_t\}} \left\{ \sum_{t=1}^T (x_t - g_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2 \right\} \quad (3)$$

Donde el parámetro λ es un número positivo que penaliza la variabilidad del componente de tendencia de la serie. Mientras mayor sea λ , la solución de la tendencia tenderá a ser más suave y en el caso extremo en el que este parámetro tienda a infinito se obtuvo como una solución una línea recta (Gómez-López, 2011).

Finalmente fue necesario tomar en cuenta la disposición de los productores, la infraestructura, las políticas públicas en torno al tema y la disposición de compra del cliente final.

CAPITULO 5. Análisis de Resultados

En el estado de Nayarit la producción de caña de azúcar es muy importante, representando el 8.98% del total de la superficie para cultivo para el año 2008 y el 29.43% del valor total de la producción agrícola del estado para el año 2009. La mayor parte de ésta se produce dentro del Valle de Matatipac y recientemente en municipios costeros. Los municipios productores de caña de azúcar son ocho: Ahuacatlan, Compostela, San Pedro Lagunillas (SPL), Santa María del Oro (SAMA O), Santiago Ixcuintla, Jala, San Blas, Ruiz, Tepic y Xalisco. Los municipios con mayor cobertura en hectáreas son Santa María del Oro, Tepic, Xalisco y recientemente Santiago Ixcuintla, San Blas, Jala y Ruiz (SIAP, 2013), como se muestra en la figura 4.

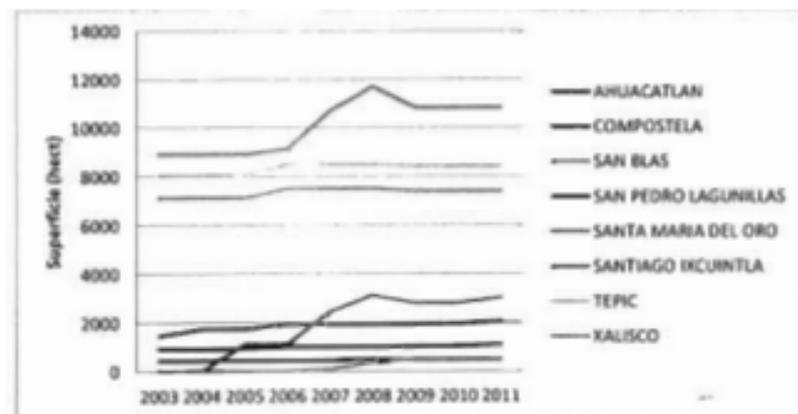
Figura 4. Principales municipios productores de caña de azúcar.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP (2013).

La figura 5 se muestra el comportamiento de la superficie utilizada para la siembra de caña de azúcar en el periodo 2003 – 2011, donde se puede observar a los municipios el Valle de Matatipac, Santa María del Oro, Tepic y Xalisco, cubren cerca del 79% de la superficie sembrada. De igual manera se observa que los municipios con reciente producción son Santiago Ixcuintla y San Blas, con un aumento constante. Para la superficie cosechada se observa el mismo comportamiento ya que no hubo pérdidas significativas, tal como se muestra en los datos registrados en el anexo 3. El comportamiento de la producción de caña de azúcar por municipio, tiende a tener el mismo comportamiento, esto se debe a que la superficie afecta la producción total en toneladas.

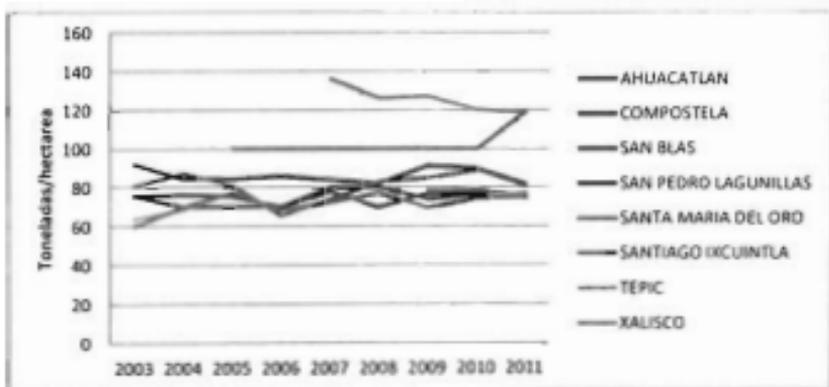
Figura 5. Hectáreas sembradas de caña de azúcar por municipio 2003 – 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA (2012)

Se puede identificar en la figura 6 el comportamiento del rendimiento de la caña de azúcar teniendo como medida el número de toneladas por hectárea producida. Los municipios con mayor rendimiento registrado son San Blas y Santiago Ixcuintla, teniendo como rendimiento por encima de las 100 toneladas por hectárea. Comparando con el promedio nacional de 75 toneladas y el máximo registrado en Veracruz de 150 toneladas, se puede teorizar que estos municipios tienen una alta capacidad de producción. El resto de los municipios, sin embargo, registran un rendimiento por debajo o igual a la media nacional. Por lo que, se puede observar que en general, el estado ha mantenido su producción media y por encima de la media nacional en algunos municipios.

Figura 6. Rendimiento de la producción de caña de azúcar (Ton/Hect.) 2003-2011.

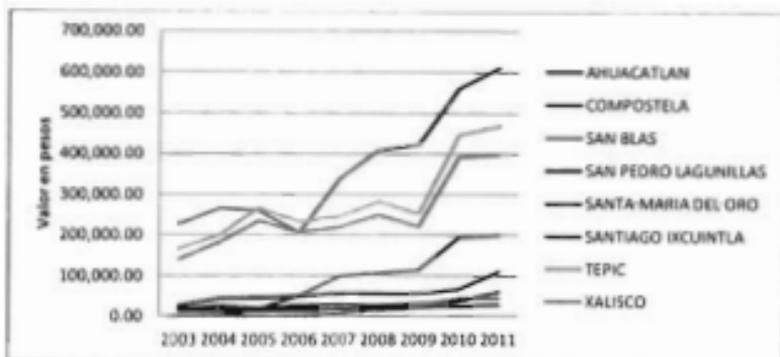


Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA (2012).

En la figura 7 se plasma el comportamiento del valor de la producción de caña de azúcar por municipio da una idea de la importancia y el impacto que tienen este para la economía de los municipios productores. En la última zafra registrada el municipio que tuvo mayor captación de ingresos fue Santa María

del Oro con \$611'047,450.00 registrado en el año 2011. El municipio con menor registro fue Ahuacatlan con \$26'958,610.00, siendo esto aún un buen registro por las hectáreas registradas, según datos de anexo 11.

Figura 7, Valor de la producción de caña de azúcar en miles de pesos 2003-2011.



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA (2012)

Las estadísticas muestran la capacidad económica que tiene la producción de caña de azúcar en Nayarit. Si se divide el valor de la producción por las toneladas producidas se tiene un estimado de \$ 719.00 pesos por tonelada lo que da un promedio por hectárea alrededor de \$ 58,000.00 pesos por hectárea al realizar la zafra. Sin embargo, se debe considerar la región o municipio ya que dependiendo éste será el valor de su producción. Ya que los municipios costeros son tierras más salinas, lo que da resultado una caña con menor concentración de sacarosa lo cual afecta el valor de la producción, en comparación a los municipios dentro del valle los cuales tienen mayor concentración y por ende aumenta el valor de su producción.

5.1 Correlación de Variables Municipales

En la tabla 7 se presentan los coeficientes de correlación de las hectáreas plantadas por municipio en relación con el rendimiento, producción, valor y cosecha. Existe una relación negativa débil entre hectáreas plantadas de caña de azúcar y rendimiento de la producción para el municipio de Ahuacatlan, para San Blas y Santiago existe una relación positiva fuerte y para el resto de los municipios existe una correlación positiva débil. Para las variables de hectáreas con producción existe una relación positiva para todos los municipios. De igual manera, existe una relación positiva en hectáreas y valor total de la producción en todos los municipios. Y por último para las variables hectáreas sembradas y hectáreas cosechadas existe una relación positiva fuerte en todos los municipios, con excepción de Tepic, Xalisco y San Blas donde se cosechó el mismo número de hectáreas plantadas

Tabla 7. Coeficientes de correlación por municipio.

Municipio	Ha/Rend	Ha/Prod	Ha/Valor	Ha/Cos
Ahuacatlan	-0.18139069	0.60653896	0.60165780	0.99574636
	(-0.48891)	(2.01842)	(1.9929)	(34.5823)
Compostela	0.00714215	0.68302855	0.88493578	0.70312261
	(0.0188968)	(2.47418)	(5.02739)	(2.65341)
San Blas	0.80107225	0.99910486	0.96185971	1.0
	(3.54085)	(62.4879)	(9.30329)	(0.6664)**
San Pedro Lagunillas	0.19597678	0.89006641	0.76125306	0.99390557
	(0.528759)	(5.1813)	(3.10598)	(23.9449)
Santa María del Oro	0.23605061	0.83467090	0.75758552	0.98299400
	(0.642893)	(4.00969)	(3.07074)	(14.1582)
Santiago Ixcuintla	0.82831092	0.99019317	0.88276989	0.98279834
	(3.91152)	(18.7524)	(4.9714)	(14.0736)
Tepic	0.29862145	0.57787005	0.43117370	1
	(0.827852)	(1.87336)	(1.26434)	(0.6664)**
Xalisco	0.31638205	0.96230843	0.74681876	1
	(0.891459)	(1.75329)	(3.97571.8)	(0.6664)**

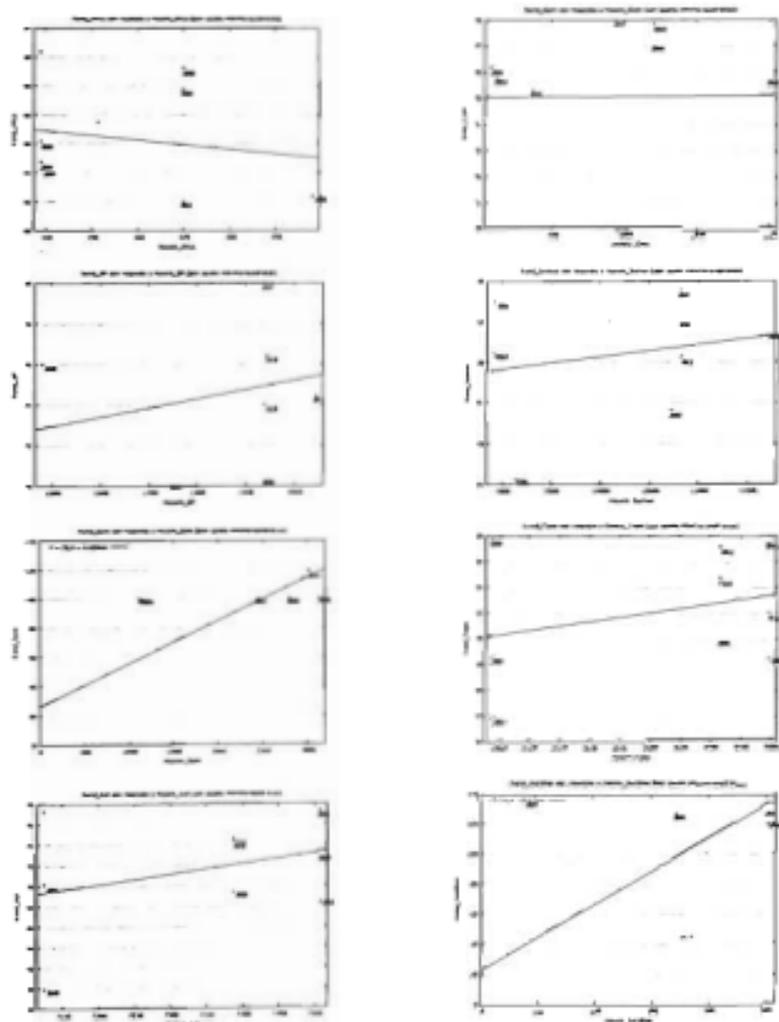
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP (2013).

Las figuras 8 – 11 representan gráficas de dispersión xy, la cual muestra la relación que existe por municipio con respecto a las hectáreas sembradas de caña de azúcar y cada variable (rendimiento, producción, valor y hectáreas cosechadas), señalando un comportamiento medio con respecto a las hectáreas plantadas.

En la figura 8, se observa el rendimiento con respecto a las hectáreas sembradas por municipio. Durante este periodo analizado, los municipios que registraron un aumento en el rendimiento-hectáreas son Santiago Ixcuintla y Xalisco. Al contrario de Los municipios con un rendimiento estable, y ligero incremento sin considerar la cantidad de hectáreas plantadas, son Compostela, Santa María del Oro y San Blas. El municipio con un decremento en el rendimiento al aumentar la producción es Ahuacatlan. Este municipio al tener una menor superficie y un mayor rendimiento, se puede deducir la utilización de diferentes tecnologías productivas, tipo de cultivo, o riego, para el aumento en la producción.

En la figura 9 muestra la relación del total de la producción con respecto a las hectáreas sembradas de caña de azúcar por municipio. Todos los municipios arrojan una tendencia a incrementar la producción cuando se aumenta la superficie plantada, considerando lógico este comportamiento. Sin embargo, para algunos municipios ha existido una variación en algunos años, esto se puede responder con la posible existencia de daños en el cultivo o pérdidas a fenómenos climáticos. Los municipios que se mantienen cercanos a la media son San Blas y Santiago Ixcuintla, lo que significa que la producción es similar con respecto a las hectáreas sembradas. Sin embargo el resto de los municipios muestra una dispersión más alta, lo cual puede significar que el rendimiento por hectárea ha sido variable afectando la producción total.

Figura 8. Relación entre el rendimiento por hectárea con respecto a las hectáreas plantadas de caña de azúcar, por municipio.

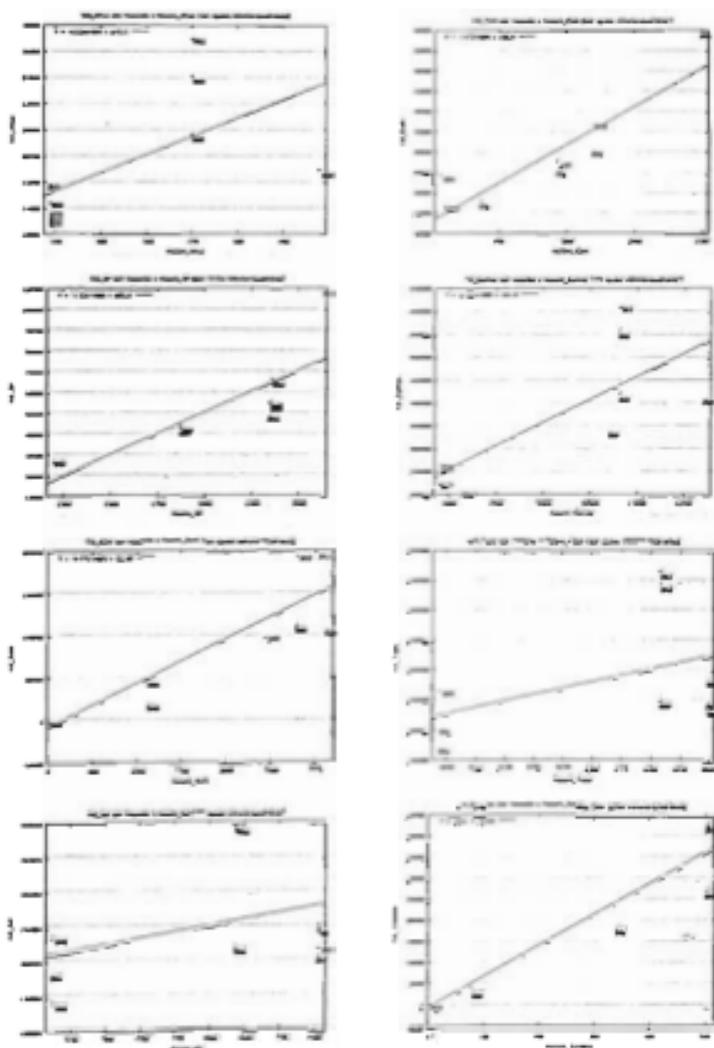


Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP (2013)

En la figura 10, se muestra una gráfica con la relación del valor en pesos del total de la producción de caña de azúcar con respecto a las hectáreas plantadas de caña de azúcar por municipio. En las que, mientras crecen las hectáreas aumenta el valor de la producción, llevando una cierta lógica del aumento en el total de la producción en toneladas al aumentar las hectáreas. Sin embargo se puede observar que en municipios tales como Ahuacatlan, Santa María del Oro, Tepic y Xalisco, con una similar superficie de caña el valor de la producción tiene una alta variabilidad, principalmente en los años de 2009 y 2011. Una de las razones por las que existe esta variabilidad en el valor de la producción puede deberse a la inestabilidad en los precios del azúcar, afectando directamente a la retribución en la venta de la producción de caña de azúcar, principalmente a los campesinos.

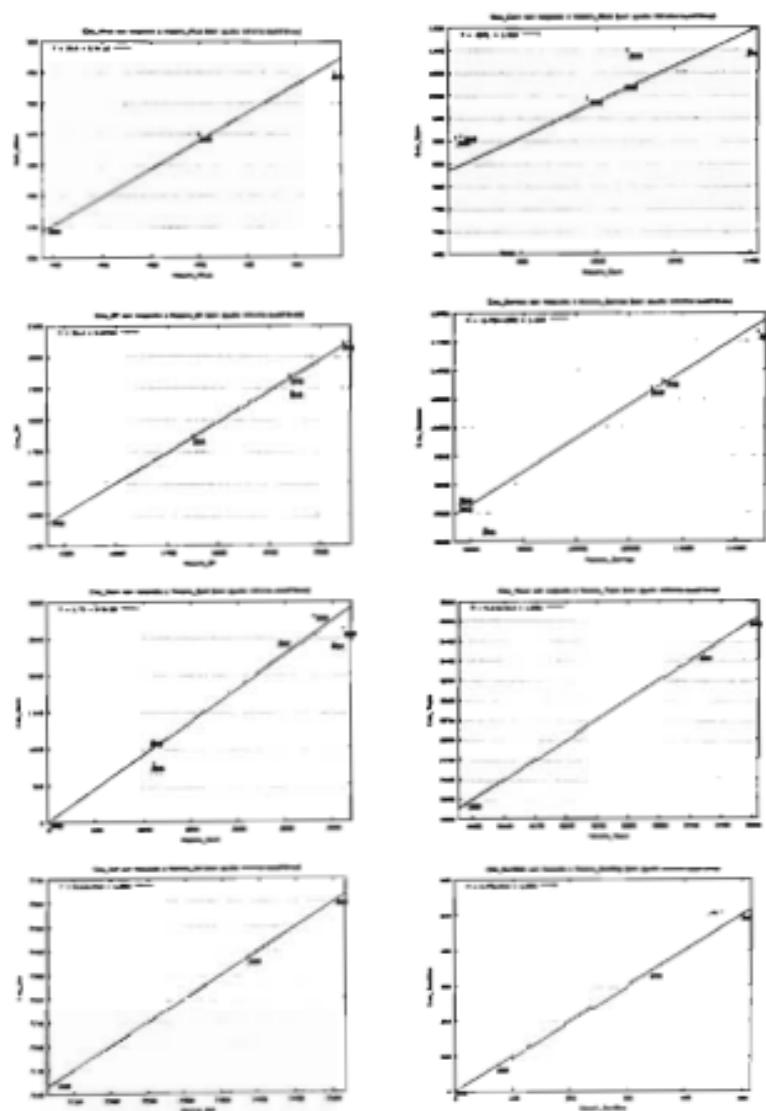
La figura 11, se muestra una gráfica por municipio donde se observa la representación de la relación entre las hectáreas cosechadas de caña de azúcar y las hectáreas sembradas, durante todos los años se mantienen sobre la recta, lo cual indica que no existe una variabilidad. Se deduce que para todos los años ha sido muy cercano el mismo número de hectáreas cosechadas que las sembradas. El único municipio con alta variabilidad ha sido Compostela, seguido de Santiago Ixcuintla con una menor variabilidad. Considerando estos datos, se puede continuar con un análisis para profundizar en las razones por las que no se ha tenido un levantamiento de cosecha exacto al sembrado.

Figura 10. Relación entre el total del valor de la producción y las hectáreas plantadas de caña de azúcar, por municipio.



Fuente: Elaboración propia con datos de la B-AP (2013)

Figura 11. Relación entre las hectáreas cosechadas con respecto a las hectáreas plantadas de caña de azúcar, por municipio.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP (2013).

5.2 Datos Estatales

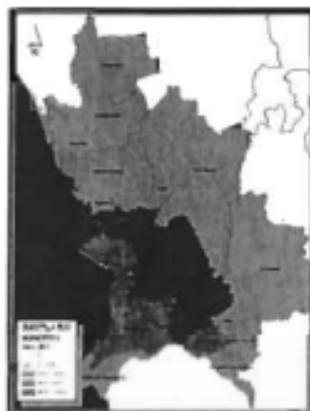
En la figura 8 y 9 se observan las hectáreas plantadas para el año 2003 y el 2011, respectivamente. En la figura 8 los municipios con mayor superficie plantada de caña de azúcar son Tepic, Xalisco y Santa María del Oro, con una superficie entre 7,126 – 8,916 hectáreas. El municipio con menor producción es el de La Yesca, con una superficie entre 1 – 5 hectáreas. De igual manera, para el año 2011 los municipios con la mayor superficie de caña de azúcar es Tepic, Xalisco y Santa María del Oro, con una superficie entre 8,418 – 10,820 hectáreas. Y los municipios con menor producción son los de Compostela y San Blas, con una superficie entre 1 – 1,100 hectáreas, tal como se muestra en la figura 9. Se puede observar claramente al comparar ambas figuras que los municipios que han tenido nuevos municipios productores de caña como lo es Santiago Ixcuintla y San Blas.

Figura 12. Hectáreas plantadas de caña de azúcar en el año 2003.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP(2013).

Figura 13. Hectáreas plantadas de caña de azúcar en el año 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP(2013).

En la figura 10, se identifican los rendimientos promedio por hectárea de la caña de azúcar durante el periodo del 2003 al 2011. Los municipios con el mayor rendimiento registrado son Santiago Ixcuintla, Santa María del Oro y Ahuacatlan, con un rendimiento entre 85 – 100 toneladas por hectárea. Y el municipio con el menor rendimiento es San Blas, con un rendimiento entre 1 – 66 toneladas por hectárea.

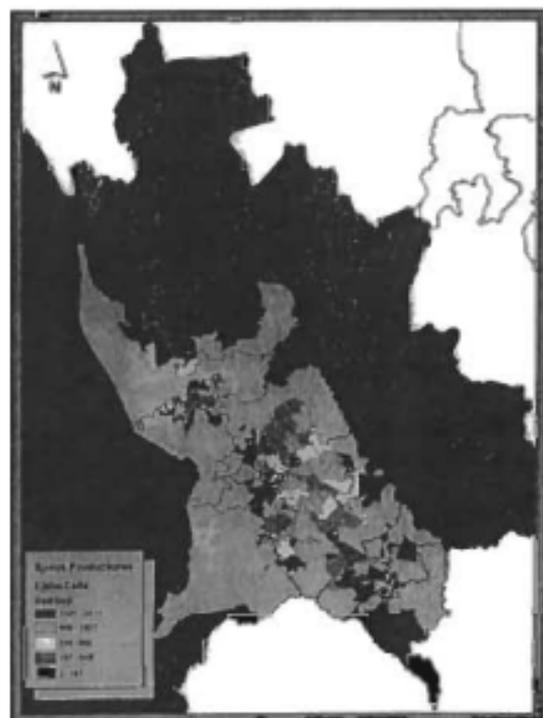
Figura 14. Rendimiento por hectárea de la producción de caña azúcar del año 2003 al 2011.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de SHAP (2013).

Para el análisis de la distribución de la caña de azúcar a nivel ejidal se plasma en la figura 11, en el que los ejidos con una mayor superficie utilizada para la producción de caña de azúcar se encuentran en los municipios de Santa María del Oro, Tepic, Xalisco y San Pedro Lagunillas. En este mapa es claro el comportamiento de la distribución de la caña de azúcar, aun cuando se registra en las figuras anteriores la totalidad del municipio, en este se visualiza la ubicación de los ejidos que se encuentran en su mayoría concentrados en los municipios del centro y sur.

Figura 15. Hectáreas plantadas de caña de azúcar por ejido del estado de Nayarit



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Ingenios.

En la figura 12 se presenta a manera de mapa el área potencial cultivable de caña de azúcar. Al realizar los filtros de discriminación por pendientes menores a 30%, una altura de 600 a 1500 metros sobre el nivel del mar, y tipo de vegetación, se obtuvo el área potencial cultivable para caña de azúcar. En primera instancia se puede observar que los municipios que contienen el área potencial son: Tepic, Xalisco, Compostela, Santa María del Oro, San Pedro Lagunillas, Ahuacatlán y Jala.

Esta área de cobertura ideal para la producción de caña de azúcar es de 128,540.758 hectáreas, donde actualmente se siembran 31,967.80 hectáreas de caña de azúcar, lo cual arroja un potencial de 4 veces más de lo que actualmente se siembra de caña de azúcar.

Figura 16. Área potencialmente idónea para el cultivo de caña de azúcar.



Fuente: Elaboración propia con datos de pendientes, elevación y vegetación de INEGI (2010).

En la tabla 8, el comportamiento de cada una de las variables presentadas según datos registrados en anexos 7 y 8. Para la variable CANIA muestra una media de 1'865,953 toneladas de caña de azúcar y un dato medio de 1'910,716 toneladas durante el periodo. Donde CANIA fluctúa entre un máximo de 2'179,833 y un mínimo de 1'555,060 toneladas, mostrando una desviación de 198,036 $\frac{1}{2}$ toneladas. Muestra una simetría negativa de -0.182987, teniendo una probabilidad baja del 56% de seguir una normal.

Para las hectáreas plantadas de caña de azúcar (HECTAREAS) se observa una media de 26,191.69 hectáreas, con una fluctuación máxima de 29,489 y mínima de 20,853 hectáreas. Esto arroja una desviación de 2,382.351 hectáreas, con un dato medio registrado de 26,472 hectáreas. Con una probabilidad de simetría con inclinación negativa de -0.384192, y probabilidad 80% para una normal.

Las toneladas de azúcar producidas a partir de la caña de azúcar (AZUCAR) muestra una media de 226,327.6 toneladas, con un máximo registrado de 278,451 y un mínimo de 184,342 toneladas. La desviación estándar es de 25,431.02 toneladas y un dato medio de 230,666 toneladas. Registra una alta probabilidad de simetría negativa de -0.005276, junto con una probabilidad de normal alta de 92%.

La variable GASOLINA, representa el consumo total de gasolina magna y premium en el estado. Se registra una media de 191'000,000 litros, con un dato mediano de 209'000,000 litros. El máximo consumo registrado fue de 270'000,000 y un mínimo de 97'044,432 litros, con una desviación de 65'193,744 litros. Se tiene una probabilidad simétrica negativa de -0.145842 y una baja probabilidad de normal baja del 40%.

Para BIOETANOL, potencial producción de bioetanol a partir de-caña de azúcar, se tiene una media de 149'000,000 litros potenciales. Teorizando un máximo productivo de 174'000,000 litros y un mínimo de 124'000,000 litros, con una mediana de 153'000,000. Dando lugar a una desviación estándar de

15'842,897 litros, con una alta probabilidad de asimetría negativa de -0.182987 y una probabilidad de normal baja de 56%.

Las emisiones por la quema de gasolinas se representa en la variable EMISIONES. Donde la media registra 458'000,000 kg de CO₂, y una mediana de 503'000,000 kg de CO₂. El máximo dato de emisiones registrado es de 649'000,000 y un mínimo de 233'000,000 kg de CO₂, con una desviación estándar de 156'000,000 kg de CO₂. Esta serie muestra tendencia a simetría negativa de -0.145842 y una probabilidad de normal baja de 40%.

Tabla 8. Estadísticos descriptivos de serie temporal.

Estadísticos	Variables					
	Caña	Hecharezo	Agúcar	Gasolina	Bietanosa	Emisiones
Media	1865,953	26,191.69	226,327.6	1.91E+08	1.49E+08	4.50E+08
Mediana	1910,716	26,472	230,666	2.09E+08	1.53E+08	5.03E+08
Máximo	2'179,833	29,489	27,8451	2.70E+08	1.74E+08	6.49E+08
Mínimo	1'595,060	20,853	184,342	97'044,432	1.24E+08	2.33E+08
Std. Dev.	186,030.2	2,382.351	25,431.02	65'193,744	15'942,897	1.56E+08
Asimetría	-0.182987	-0.394192	-0.005270	-0.145842	-0.182987	-0.145842
Kurtosis	1.745747	2.744979	2.505437	1.374101	1.745747	1.374101
Jarque-Bera	1.138059	0.436967	0.163136	1.819084	1.138059	1.819084
Probabilidad	0.506075	0.803737	0.92167	0.402709	0.506075	0.402709
Suma	29'855,252	419,087	3621,241	3.05E+09	2.39E+09	7.33E+09
Sum Std. Dev.	5.88E+11	65'133,909	9.70E+09	6.30E+16	3.76E+15	3.67E+17
Observaciones	16	16	16	16	16	16

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2013), SENER (2012), Sindicatos Cañeros e Ingenieros.

En la tabla 9, se muestra los estadísticos descriptivos para las variables POBLACION, PIB, PIBPRIM, PIBSEC y PIBTER. La variable POBLACION representa la población para el estado de Nayarit. Se tiene una media de 982,667 habitantes en el estado, con un registro medio de 957,190. El año con

el mayor registro de población fue de 1'155,448 y un mínimo de 915,821. Para esta variable se tiene una probabilidad de asimetría de 1.487208 ya que no tiende a una normal dando una probabilidad de 4%.

La variable PIB representa el total del producto interno bruto del estado, donde se registra una media de 40'807,905 a valor del 2003, con un valor mediano de 45'590,744. Se registró un máximo de 55'068,118 y un mínimo de 15'885,033, donde la desviación estándar representa 13'771,840. Muestra una alta probabilidad de asimetría negativa en los datos de -0.5545, y una probabilidad del 40% para una distribución normal.

El PIBPRIM es la variable de la representación del PIB del sector primario del estado de Nayarit. La media es de 4'575,380 a precios corrientes del 2003, y una mediana de 4'411,467. El máximo registrado es de 6'303,846 y el mínimo de 2'913,366, con una desviación estándar de 1'061,494. Tiene una probabilidad de simetría positiva de 0.111666, y una baja probabilidad de una normal de 58%.

El PIB secundario (PIBSEC) registra una media de 7'590,414, una mediana de 6'143,418, con una máxima de 12'960,703 y una mínima de 2'259,389 a valores del 2003. La desviación estándar es de 3'865,152, con una probabilidad de simetría de 0.156442 y una probabilidad de normal de 40%. PIBTER, PIB terciario, tiene una media de 27'335,034, una mediana de 28'519,107, con una máxima de 41'114,489 y una mínima de 10'784,906. Registra una desviación de 9'190,852 con probabilidad de simetría negativa de -0.317116 y de una normal de 59%.

Tabla 9. Estadísticos descriptivos de población y producto interno bruto.

Estadísticos	Variables				
	Poblacion	PIB	PIBPrim	PIBSec	PIBTer
Media	982,667.1	40307,905	4575,380	759,0414	2 733,5034
Mediana	997,190	45 590,744	4 411,467	6 143,418	28 519,107
Máximo	1 155,448	55 068,118	6 303,846	12 980,703	41 114,489
Mínimo	915,821	15 885,033	2 913,366	2 259,389	10 784,906
Std. Dev.	76,246.97	13 771,840	1 061,494	3 865,152	9 190,852
Asimetría	1.487208	-0.5545	0.111666	0.156442	-0.317116
Kurtosis	3.56752	1.770543	1.754666	1.384467	1.9305
Jarque-Bera	6.112823	1.827631	1.067156	1.805229	1.030721
Probabilidad	0.047056	0.400991	0.586503	0.405508	0.597285
Suma	15 722,673	6.53E+08	73 206,082	1.21E+08	4.37E+08
Sum Sq. Dev.	8.72E+10	2.94E+15	1.69E+13	2.24E+14	1.27E+15
Observaciones	16	16	16	16	16

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2012) y CONAPO (2013).

Se puede observar en la tabla 10 la correlación de las variables con el PIB estatal. Las variables con alta correlación positiva son los PIB por sectores junto con la gasolina, emisiones, población y hectáreas, lo cual significa que aumentan en conjunto. Las hectáreas utilizadas para la caña de azúcar tienen correlación positiva con el PIB pero muy bajo, junto con la población. Y el resto de las variables no tienen ningún tipo de correlación con el PIB estatal, esto puede deberse a una baja participación del producto interno bruto primario en el estatal.

Es de relevancia señalar que las variables gasolina y emisiones ya que principalmente la gasolina es la que ayuda a mover la economía, desde materias, productos y servicios, estructurándose así como parte fundamental de la economía. Ya que al existir un aumento en el PIB se registra un mayor consumo energético, por lo tanto, mayores emisiones. Ahí es donde recae la

importancia de buscar energías alternativas, como lo es el bioetanol, para así disminuir las emisiones por consumo energético.

Tabla 10. Coeficientes de correlación de las variables con respecto al PIB.

Variable	Coefficiente	Variable	Coefficiente
Caña	0.31900626	Emisiones	0.93504077
	(1.25941)		(9.868)
Hectareas	0.74304152	Poblacion	0.63927762
	(4.15424)		(3.11058)
Azucar	0.31743967	PIBPrim	0.86026915
	(1.25253)		(6.31341)
Gasolina	0.93504077	PIBSec	0.90795405
	(9.868)		(8.10665)
BioetanolA	0.31900626	PIBTer	0.97704275
	(1.25941)		(17.1597)

Fuente: Elaboración propia

5.2.1 Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios

En el primer modelo MCO, presentado en la tabla 11, se utilizó la tasa de crecimiento, en términos per cápita, de las variables PIBPrim, PIBSec, PIBTer, Gasolina y PIB con un retardo, esto para observar si se da el crecimiento por el mismo PIB. Para el segundo modelo, presentado en la tabla 11, son las mismas variables solo sustituyendo Gasolina por BioetanolA, realizando esto como un sustituto energético.

En el primer modelo se puede observar que la única variable representativa es el logaritmo de PIBTer, donde un aumento de este significa un aumento positivo en el crecimiento económico. Aun cuando el modelo tiene un R-cuadrado alto, las variables no son representativas. En el segundo modelo en

lugar de la variable Gasolina se utilizó la variable BioetanolA, donde se observó que aparte del PIBTerc también la producción de bioetanol (BioetanolA) es representativo para el modelo. Esto significa que un aumento en la producción de bioetanol, significa un aumento en el sector primario y con ello un aumento en el crecimiento económico. Sin embargo, el crecimiento en el PIB rezagado a un período, para ambos modelos, no tiene un componente inercial, es decir, no es estadísticamente significativo. A continuación en ambos modelos la R^2 es alta, es decir, el crecimiento económico está explicado en un alto porcentaje por las variables incluidas en los modelos.

Tabla 11. Resultados de regresión de MCO³.

Variable	I_PIBc	
	Regresión 1	Regresión 2
C	0.213622 (0.54087)	-1.53421 * (0.05789)
I_PIBPRIMc	-0.261727 (0.21480)	-0.218457 (0.30106)
I_PIBSECC	-0.102133 (0.42088)	-0.112042 (0.28093)
I_PIBTERC	1.04026 * (0.06997)	1.24794 ** (0.01696)
GASOLINAc	0.000699512 (0.14258)	
I_BIOETANOLAc		0.260331 ** (0.02452)
I_PIBc_1	0.141927 (0.71500)	0.096263 (0.74839)
R-cuadrada	0.972396	0.976425
R-cuadrada ajustada	0.957045	0.953325
Valor p (de F)	1.81e-10	3.37e-11

Fuente: Elaboración propia.

Es de importancia señalar en el comportamiento del PIBPrim, ya que siendo el estado de Nayarit un estado con gran porcentaje de recursos naturales, este sector no tiene impacto en el crecimiento económico. Este modelo muestra que

³ MCO, usando las observaciones 1998-2012 (T = 15); Variable dependiente I_PIBc; Desviaciones típicas, HAC, con ancho de banda 1 (Kernell de Bartlett).

cada vez que existe un incremento en el PIBPrim disminuye el crecimiento. Esto lleva a concluir que para el caso de Nayarit posiblemente se aplica la teoría de la maldición de los recursos naturales. Lo cual lleva a deducir que existen problemas dentro del sector agropecuario que estén obstruyendo el crecimiento en el estado. Por lo que la diversificación de la transformación de productos agrícolas ayuda a aumentar el crecimiento y eliminar parte de las problemáticas agrícolas.

5.2.2 Ciclos Económicos

Los hechos estilizados que caracterizan el ciclo económico de la economía del estado de Nayarit se obtuvieron de las series temporales más largas disponibles con datos anuales. El periodo de estudio abarca de 1997 a 2012; los datos se obtuvieron de las estadísticas de SAGARPA y SENER. Como es esperado, el ciclo económico de Nayarit presenta similitudes importantes cuando se compara con las características de los ciclos económicos de otros estados de la República Mexicana pero también tienen sus características propias.

Se reporta varios estadísticos con el filtro de Hodrick - Prescott. En particular, se consideraron tres variables: la amplitud de las fluctuaciones (volatilidad), representada por la desviación estándar del componente cíclico de cada serie; la razón de las desviaciones estándar de las series con respecto al producto (volatilidad relativa); la correlación contemporánea de los componentes cíclicos de las variables y del producto y el cambio de fase, representado por los coeficientes de correlación entre líderes y rezagos de cada variable y el producto.

En el caso de la volatilidad, en general, se puede observar que todas las variables estudiadas, son más volátiles en términos relativos respecto al

PIBE^{Nayarit} excepto el PIBE Terciario. La variable menos volátil es la del PIBE del sector primario pues se mueve prácticamente uno a uno con el PIB Estatal.

La información de la tabla 12 reporta estadísticos de amplitud y volatilidad del PIBE^{Nayarit} y otras variables macroeconómicas clave. En el caso de la ciclicidad asociada al PIBE, se observó que las variables con mayor prociclicidad son las de los sectores secundario y terciario de la economía con coeficientes de correlación para el ciclo económico nayarita de más del 0.5 y en menor medida el del sector primario de la economía con 0.19. El resto de las variables, tiene menor ciclicidad con respecto al producto. Llama la atención que la gasolina tenga un coeficiente de correlación positivo con el producto estatal.

Tabla 12. Propiedades de los ciclos económicos para Nayarit, 1997 - 2012

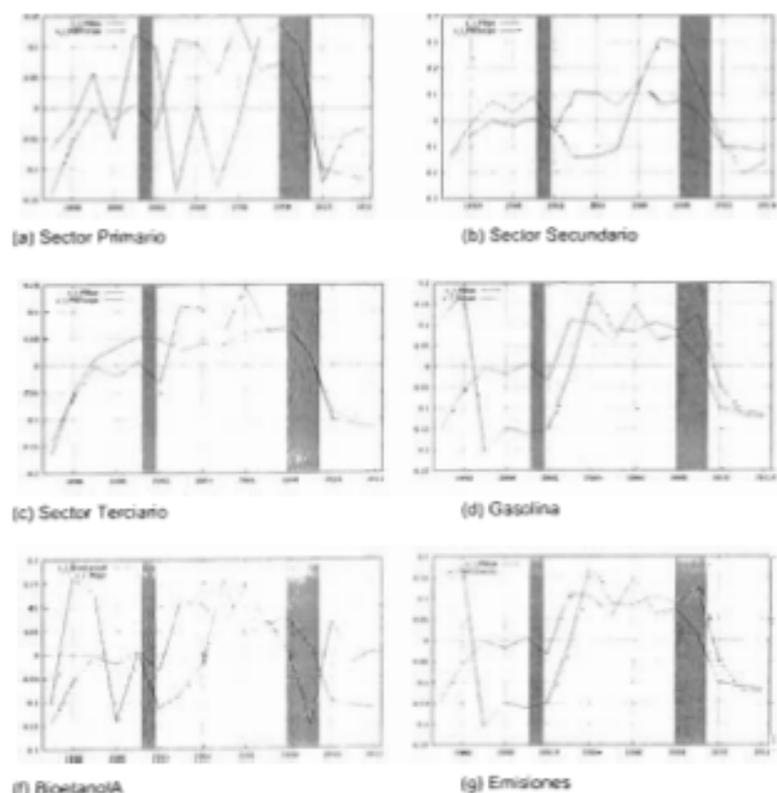
Variable	Volatilidad	Volatilidad relativa al PIB	Correlación con el PIB
PIBE	0.08929	1	1
PIBE Primario	0.0937	1.0493	0.1938
PIBE Secundario	0.158	1.7713	0.46
PIBE Terciario	0.0709	0.7948	0.8308
Gasolina	0.1342	1.5044	0.3469
Bioetanol A	0.1008	1.13	0.0432
Emisiones	0.1342	1.5044	0.3469

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2013) y SENER (2013)

La figura 17 muestra la evolución cíclica del PIB de Nayarit. La gráfica del Sector Primario y BioetanolA muestra un el comportamiento con alta volatilidad en comparación con el PIB estatal. Esto se puede deber a que ambos se encuentran muy ligados, ya que la producción del bioetanol es potencialmente a partir de la caña de azúcar, siendo este parte del sector primario. Otra relación que existe es entre la gráfica de gasolina y emisiones, donde ambos muestran una volatilidad media. Esta similar comportamiento puede deberse a que las

emisiones de CO₂ se producen por el consumo de gasolina, lo cual crea un enlace fuerte entre ambos. Para el sector secundario no se muestra una relación alta, ya que el impacto del sector secundario no es tan alto en el PIB. Sin embargo, el sector terciario tiene un comportamiento casi similar al del PIB estatal, mostrando un alto impacto del PIB terciario en el PIB estatal.

Figura 17. Ciclos económicos en Nayarit, 1997 – 2012



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, realizando un análisis completo de los resultados presentados, muestra un panorama positivo para la producción de bioetanol utilizando como insumo la caña de azúcar. Mostrando el estado una capacidad productiva y su potencial aumento de superficie ideal de hasta 4 veces mayor a la actualmente utilizada. Aun cuando no existe una producción de bioetanol actualmente por parte de los ingenios, estos tienen la capacidad para diversificar su producción a etanol. Por lo que, al realizar el análisis del impacto económico de la potencial producción de bioetanol, muestran un impacto directo en el PIB estatal.

Conclusiones y Recomendaciones

La producción de biocombustibles a partir de productos agrícolas en el mundo es un tema que se está retomando por la preocupación de la disminución de la contaminación por emisiones de CO₂ y por el agotamiento de los hidrocarburos. Aun cuando esto ha sido el objetivo principal de los países productores, se ha encontrado que éste tiene gran potencial para aumentar, tecnificar y especializar el sector agrícola, aprovechando la gran preocupación por la disminución de los GEI y la dependencia de los hidrocarburos. Los países latinoamericanos pueden aprovechar esta opción para la diversificación agrícola y tener una mejor inserción de estos en el mercado internacional, ya que son países que tienen grandes extensiones territoriales que sirven para la producción de estos cultivos.

La experiencia obtenida de Brasil se puede tomar a consideración para la aplicación de métodos de producción, transformación, posicionamiento, y consumo de los biocombustibles. Al igual que las políticas públicas implementadas para la distribución de la riqueza, generación de proyectos de desarrollo socioeconómico alrededor de la producción de la caña de azúcar y la transformación del bioetanol. Los cuales pueden ser retomados para su aplicación en diferentes localidades a lo largo de los países latinoamericanos.

En México, la producción de bioetanol aún se encuentra en la fase de creación de políticas públicas para promocionar su producción. Por lo que la producción de éste para la venta en el mercado internacional, actualmente no existe. En tanto, es necesario realizar estudios sobre el potencial productivo de cada región, tomando en cuenta la cultura local y su inclusión en el proceso de producción.

La caña de azúcar es el principal producto agrícola en el estado de Nayarit, la producción de bioetanol a partir de la caña, ayudaría a diversificar la transformación. Logrando así, impulsar el crecimiento económico de la entidad. Como se ha observado en experiencias en otros países, la transformación de caña de azúcar a bioetanol puede generar empleos especializados, tecnificar la producción, dar competitividad e impulsar la economía y así ayudar a no solo depender de un sector, sino que diversificar la economía. Para Nayarit, en el modelo de MCO para bioetanol, se observó el probable alto impacto en el crecimiento económico, el cual se traduciría en un aumento en el PIB, ingreso de los ingenios y consumo de combustible.

De igual forma será necesario considerar el desarrollo de programas sociales para impulsar la producción agrícola para la transformación de biocombustibles ya que en el país solo se han establecido metas u objetivos muy generales. Es importante tomar en cuenta a los niveles más locales de producción, al igual que incentivar la especialización tecnológica y adquisición de capital humano, ya que de esta manera se podrá iniciar un verdadero desarrollo socioeconómico local.

Aun cuando, los incentivos para la producción agrícola es un tema que siempre se aborda en campañas políticas y planes estatales la mayor parte del recurso se dirige a otros sectores, y desafortunadamente la producción de caña de azúcar se deja en manos de la industria y la intervención del estado es muy leve o nula, por lo que se pone en riesgo el cultivo.

El producto agrícola más representativo por tradición y valor económico es la caña de azúcar. Demostrando que, aun cubriendo solo alrededor del 8% de la superficie cultivada en el estado, su valor económico llega a participar casi en el 30% del total estatal. Posicionándolo así como el producto agrícola más importante para el estado y con capacidad para aumentar la superficie para cultivo. Por lo que en el análisis espacial, se demuestra que existe una capacidad de aumento en la superficie para la utilización de producción de caña de azúcar. Esta área de cobertura ideal para la producción de caña de azúcar

es de 126,540.758 hectáreas, donde actualmente se siembran 31,967.80 hectáreas de caña de azúcar, indicando un potencial de 4 veces más de lo que actualmente se siembra de caña de azúcar.

Para la realización de este proyecto se encontraron diferentes tipos de limitaciones, principalmente la historicidad de producción de bioetanol, ya que no existe ningún tipo de registro acerca de su producción. De igual manera, la longitud de la serie anual de la producción de caña de azúcar, ya que los registros comienzan desde el año de 1997, lo cual redujo al resto de las series al cuadrar los datos.

Como consideración final, para poder impulsar el desarrollo económico en el estado, se debe impulsar el sector primario. Por lo que al realizar políticas e incentivos para impulsar el desarrollo agrícola, el producto que podría tener un mayor impacto en la economía del estado sería la producción de bioetanol a través de la caña de azúcar. Logrando esto, se podría tener un flujo económico el cual sostendría al estado, generaría empleos, canales de comercialización, posibilidad de exportación, desarrollo de infraestructura y así desarrollar la economía de la entidad.

Para esta investigación se encontró que la diversificación de la transformación de caña de azúcar en bioetanol sí puede representar un detonador para el desarrollo socio-económico del estado de Nayarit. Por lo tanto la hipótesis planteada se cumple, al evaluar el impacto socio-económico de la producción actual y potencial de bioetanol a partir de la caña de azúcar en el estado de Nayarit, por medio de la determinación de la producción actual y potencial de bioetanol a partir de la caña de azúcar en términos de superficie, rendimientos y capacidad instalada, el análisis de la capacidad productiva de los agricultores e ingenios ante la oportunidad de incremento en la producción de caña de azúcar y la identificación de los alcances socio-económicos de la producción actual y potencial del bioetanol, permitieron llegar al cumplimiento de la hipótesis. Por lo que se logró cumplir con cada uno de los objetivos planteados.

A partir de estos resultados se pueden plantear nuevas líneas de investigación para profundizar aún más en el tema. Se puede realizar una planeación de proyecto de inversión para la construcción de una planta especializada en la transformación de bioetanol. Al igual que un análisis factible de comercialización, por parte de los ingenios existentes, de la transformación del bioetanol. El estudio de la diversificación de los cultivos en el estado para la transformación a biocombustibles. Un análisis a fondo del impacto social del nuevo paradigma de producción y uso de energías verdes en el estado.

BIBLIOGRAFÍA

- Alejo Santiago, Gelacio; Bugarín Montoya, Rubén; Ortiz Catón, Margarito; Luna Esquivel, Gregorio, y Jiménez Mijang, Victor (2011). Nutrición nitrogenada en cultivos importantes de Nayarit. Revista Fuente Año 3 No. 6. México.
- Aliaga Lordemann, Javier; Villegas Quino, Horacio (2009). Cambio Climático, Desarrollo Económico y Energías Renovables: Estudio exploratorio de América Latina. Bolivia. Noviembre 2009.
- Bai, Attila (2008). Liquid bio-fuels in Hungary: effects and contradictions. APSTRACT: Applied Studies in Agribusiness and Commerce> Volume 2, Numbers 1-2, 2008.
- Barrientos Felipa, Pedro (2008). Los biocombustibles y la producción de etanol. Pensamiento Critico. Revista del instituto de investigaciones económicas. Nº. 9, octubre 2008. Lima, Perú.
- Barro, Robert J. and Sala-i-Martin, Xavier (1992). Convergence. Journal of Political Economy, Vol. 100, No. 2 (Apr., 1992), pp. 223-251
- Barro, Robert J. and Sala-i-Martin, Xavier; Jean Blanchard, Oliver; E. Hall, Robert (1991). Convergence Across States and Regions. Brookings Papers on Economic Activity, Vol. 1991, No. 1 (1991), pp. 107-182.
- Becerra Pérez, Luis Armando (2009). La industria del etanol en México. EconomíaUnam Vol. 6 Núm. 16. México.
- Begenisic, Flory y Pascuale Medina, Carla (2010). Bioenergía para el Desarrollo Sostenible: Políticas públicas sobre biocombustibles y su relación con la seguridad alimentaria en Argentina. AECID, UBA y FAO, España, 2010.

- Biodisol (s.f.). *Bioetanol O Bioalcohol: ¿Qué Es El Bioetanol?*. Disponible en: <http://www.biodisol.com/bioetanol-bioalcohol-etanol-anhidro-alcohol-etilico-que-es-el-bioetanol-definicion-de-bioetanol-materias-primas-mas-comunes/>. Consultado el: 24 de Noviembre de 2011.
- Biomex. (2011). Hidrocarburos. Disponible en: http://biomex.org.mx/principal/index.php?option=com_content&view=article&id=88&Itemid=156. Consultado: 22 de Noviembre de 2011. México.
- BNDES y CGEE (2008). *Bioetanol de caña de azúcar: Energía para el desarrollo sostenible*. Rio de Janeiro, Brasil.
- Bravo Garzón, Roberto y Cortés García, Raúl (2009). Producción de biocombustibles en México: la caña de azúcar. *La Ciencia y El Hombre: Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*. Volumen XXII Número 1. México.
- Cantos, José Ma y Balsalobre Lorente, Daniel (2011). Las energías renovables en la Curva de Kuznets Ambiental: Una aplicación para España. *Estudios de Economía Aplicada* Vol. 29 – 2. www.revista-eea.net.
- Cámara de Diputados. (2008). "Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos". México.
- Capó Parrilla, Javier (2009). *Curva de Kuznets ambiental: Evidencia para Europa*. Documents de treball.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina); GTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) (2008). *Aporte de los biocombustibles a la sustentabilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: elementos para la formulación de políticas públicas*. Naciones Unidas. Santiago de Chile. Disponible en: http://www.eclac.org/publicaciones/xml/6/32836/LC_W178e.pdf. Consultado el: 22 de Noviembre de 2011.

- CEPAL, Naciones Unidas (2010). La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe Síntesis 2010. Chile.
- Chow, Jeffrey; Kopp, Raymond J.; Portney, Paul R. (2003). Energy Resources and Global Development. Science, New Series, Vol. 302, No. 5650 (Nov. 28, 2003), pp. 1528-1531
- Coderoni, Silvia y Esposti, Roberto. (2011). Long-Term Agricultural GHG Emissions and Economic Growth: The Agricultural Environmental Kuznets Curve across Italian Regions. EAAE 2011 Congress. Zurich, Switzerland.
- CONAPO (2013). Proyecciones de la Población de México 2010-2050. México. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>. Consultado el: 2 de Abril de 2013.
- CYGNISTAR, Communication Systems (s.f.). Proyecto de Planta de Etanol. México.
- Dasgupta, Susmita; Laplante, Benoit; Wang, Hua; and Wheeler, David (2002). Confronting the Environmental Kuznets Curve. The Journal of Economic Perspectives, Vol. 16, No. 1 (Winter, 2002), pp. 147-168
- De Alba, Gabino (s.f.). El pasado de la agricultura en México. Tecnológico de Monterrey. México. Disponible en: http://www.itesm.mx/va/deptos/ci/articulos/el_pasado_de_la_agricultura_en_mexico.htm Consultado el: 27 de Noviembre de 2011.
- De la Fuente, Angel (2003). Convergence Equations and Income Dynamics: The Sources of OECD Convergence, 1970-1995. Economica, New Series, Vol. 70, No. 280 (Nov., 2003), pp. 655-671.
- Edwards, Gonzalo (2008). Climate Change: An Inconvenient Maybe. Estudios de Economía, junio, año/vol. 35, número 001. Universidad de Chile. Santiago, Chile. pp. 5-17.

- Elobeid, Amani y Tokgoz, Simla (2007). Removing Distortions in the U.S. Ethanol Market: What Does It Imply for the United States and Brazil?. American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Portland, Oregon, EU. Agosto 2007.
- Ethanol Across America (2006). Economic Impacts of Ethanol Production. Ethanol Across America Spring 2006.
- FAO (2013). Agroindustrias para el desarrollo. Roma.
- Gedikoglu, Haluk (2012). Impact of Off-Farm Employment on Farmers' Willingness to Grow Switchgrass and Miscanthus. Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Birmingham, AL, February 4-7, 2012.
- Gómez-López, Claudia S. (2011). Crecimiento económico, consumo de energía y emisiones contaminantes en la economía mexicana. Revista Fuente Año 3 No. 9 octubre- diciembre 2011.
- Gómez-López, Claudia S. Barrón Arredola, Karla S. y Moreno Moreno, Luis. (2011). Crecimiento Económico y Medio Ambiente en México. El Trimestre Económico vol. LXXVIII (3), núm. 311, julio-septiembre de 2011.
- Gopinathan, Mambully C. y Sudhakaran, Rajasekaran (2009). Biofuels: opportunities and challenges in India. In Vitro Cell.Dev.Biol.-Plant (2009) 45:350-371
- Gore, Albert Arnold Jr (2006). Una Verdad que Incómoda. Paramount Classics. Estados Unidos.
- Granada A., Luis F. (2005). El Alcohol Carburante: Un Proyecto con un Futuro Ambiental, Económico y Social Incierto. Entramado Vol.1 No. 1, 2005 (Enero - Junio).

- Grossman, Gene M. and Krueger, Alan B. (1995). Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 110, No. 2 (May, 1995), pp. 353-377.
- Guasp, Wilfredo C. (2010). Cambio de Paradigma, Producción de Energía o de Alimentos: El Caso de Puerto Rico. *Revista Mexicana de Agronegocios Quinta Época*. Año Xiv, Volumen 26, Enero-Junio del 2010.
- Hanke, J. y Wichern, D. (2006): "Pronósticos en los negocios". México: Pearson Educación.
- Hernández, Edith (1995). Aspectos Agroeconómicos del Cultivo de la Caña Panelera. FONAIAP DIVULGA No. 47. Enero-Marzo 1995. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fq47/cana.htm. Consultado el: 22 de junio de 2013.
- Hill, Jason; Nelson, Erick; Tilman, David; Polasky, Stephen; y Tiffany Douglas. (2006). Environmental, Economic, and Energetic Costs and Benefits of Biodiesel and Ethanol Biofuels. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 103, No. 30 (Jul. 25, 2006), pp. 11206-11210
- INEGI (2010). Recursos Naturales. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geolcontenidos/recreat/default.aspx>. Consultado el 20 de Mayo de 2013.
- INEGI (2011). Cuéntame INEGI. Economía: Actividades Económicas Primarias "Agricultura". Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/agri/default.aspx?tema=E>. Consultado el: 24 de Noviembre de 2011.
- INEGI (2011). El Sector Alimentario en México 2011. México.
- INEGI (2011). *Perspectiva Estadística Nayarit*, Septiembre 2011. México.
- INEGI (2012). *Sistema de Cuentas Nacionales de México*. México.

Intracorp. Estrategias Empresariales (2007). Estudio de Factibilidad de la Producción Nacional de Biocombustibles, Informe Final. México.

Jiménez Córdova, Anabel; Vargas Tristán, Virginia; Salinas Castillo, Wilver Enrique; Aguirre Bortoni, Manuel de Jesús; Rodríguez Cabrera, Dionisio. (2004). Aptitud agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el sur de Tamaulipas, Mexico. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM ISSN 0188-4611, Núm. 53, 2004, pp. 58-74

Jessup, Russell W. (2009). Development and status of dedicated energy crops in the United States. *In Vitro Cell.Dev.Biol.—Plant* (2009) 45:282–290.

MAG (Ministerio del Ambiente y Energía) - MINAE (Ministerio de Agricultura y Ganadería) (2008). *Programa Nacional de Biocombustibles*. Costa Rica, Febrero, 2008

Martinelli, Luiz A. y Filoso, Solange (2008). Expansion of Sugarcane Ethanol Production in Brazil: Enviromental and Social Challenges. *Ecological Applications* Vol. 18, No. 4 (Jun, 2008). Pp. 885-898.

Martínez Torres, Hernán (2007). *El Programa de Biocombustibles en Colombia*. Ministerio de Minas y Energía. Septiembre 2007. Disponible en: http://www.minagricultura.gov.co/archivos/biocombustibles_en_colombia_-_cartagena_septiembre_7_2007minas.pdf . Consultado el: 2 de Octubre de 2012.

Nájera González O., Bojórquez Serrano J. I., Cifuentes Lemus JL3, Marcelaño Flores S. (2010). Cambio de Cobertura y Uso del Suelo en la Cuenca del Río Molotoa, Nayarit. *Revista BioCiencias*. México.

Netafim (s.f.). *Requerimientos del Suelo*. Disponible en: http://www.sugarcane crops.com/s/soil_requirements. Consultado el: 22 de junio de 2013.

Olivera de los Santos, Aida; Gallardo Ménde. Richard Arnoldo; Villareal Fuentes, Juan Manuel; Carmona Muñoz, Ivone (2011). Ordenamiento

Agroecológico del Estado de Chiapas para Producir Caña de Azúcar. México.

Resource Systems Group, Inc. (2000). Economic Impact of Ethanol. Northeast Regional Biomass Program 29 December 2000.

Rodrigues, Rodrigo Augusto y Accarini José Honorio (2009). *Programa Brasileiro de Biodiesel*. Disponible en: http://www.biodiesel.com.br/download/Biocombustiveis_09esp_programabrasileirobiodiesel.pdf Consultado el: 22 de Septiembre de 2012.

SAGARPA (2007). Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar. México.

SAGARPA (2011). Bioenergéticos. Producción a partir de Caña de Azúcar. Mexico. Disponible en: <http://www.bioenergéticos.gob.mx/index.php/bioetanol/produccion-a-partir-de-cana-de-azucar.html>. Consultado el: 2 de Mayo de 2013.

SAGARPA (2012). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350. Consultado el: 22 de Noviembre de 2012.

Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo, SNV (2008). Cultivos para la producción sostenible de biocombustibles: Una alternativa para la generación de empleos e ingresos. Módulo V: Caña de Azúcar. Honduras.

SIAP. (2010). Cierre de Producción Agrícola por Cultivo 2010. México. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350. Consultado el: 23 de Noviembre de 2011.

- SIAP. (2013). Cierre de Producción Agrícola por Cultivo 2013. México. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&temid=353. Consultado el: 2 de Mayo de 2013.
- Sawyer, Donald (2008). Climate Change, Biofuels and Eco-Social Impacts in the Brazilian Amazon and Cerrado. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*. Vol. 363, No. 1498 (May, 2008) pp. 1747-1752.
- SENER (s.f.). Programa de Introducción de Bioenergéticos. México.
- SENER (s.f.). Sistema de Información Energética. México. Disponible en: <http://sie.energia.gob.mx/bci/Controller.do?action=cuadro&cvequa=IE12C01>. Consultado el: 5 de Abril de 2013.
- Serna, Fabiola, Barrera, Luis; Montiel, Héctor (2011). Impacto Social y Económico en el Uso de Biocombustibles. *J. Technol. Manag. Innov.* 2011, Volume 6, Issue 1
- Soubbotina, P. Tatyana (2004). *Beyond Economic Growth: An Introduction to Sustainable Development*. Second Edition. The World Bank. Estados Unidos.
- Tradecorp (2013). Caña de Azúcar. Disponible en: http://www.tradecorp.com.mx/tradecorp/cultivos/industriales/cania_azucar/. Consultado el: 22 de junio de 2013.
- Wallander, Steven; Claassen, Roger; y Nickerson, Cynthia (2011). The Ethanol Decade An Expansion of U.S. Corn Production, 2000-09. *Economic Information Bulletin Number 79*.
- Walter, Arnaldo; Dolzan, Paulo; Quilodrán, Oscar; Garcia, Janaina; da Silva, Cinthia; Piacente, Fabricio; y Segerstedt, Anna. (2008). *A Sustainability Analysis of the Brazilian Ethanol*. Campinas, November 2008.

Wang, Feng, Xiong, Xue-Rong; y Liu, Chun-Zhao (2009). Biofuels in China: opportunities and challenges. *In Vitro Cell.Dev.Biol.-Plant* (2009) 45:342-349

Wompner G. Fredy H. (2010). Biocombustibles en Chile. ¿Una alternativa factible? *Desarrollo Local Sostenible*. Vol. 3, No. 9.

Anexos

Anexo 1. Políticas Públicas de Principales Países Latinoamericanos Productores de Bioenergéticos.

Pais	Política Pública	Objetivos	Impacto
Brasil	Programa Brasileño de Alcohol (PROALCOOL) 1975	<ul style="list-style-type: none"> * Garantizar precio fijo para el bioetanol * Incentivos a inversión para lugares de Transformación * Exoneración de impuestos para dueños de autos que utilizaran mezcla de gasolinas con bioetanol * Créditos blandos para cambio de tecnología en autos 	<ul style="list-style-type: none"> * Aumento rápido en la producción de bioetanol. * Alto concentrado de autos con capacidad para consumo de biocombustible
	Sistema de Mezclas Obligatorias	<ul style="list-style-type: none"> * Mezclar del 22 al 24% de bioetanol a la gasolina 	<ul style="list-style-type: none"> * Mantuvo una baja producción de bioetanol, como respuesta a la caída de los precios de los hidrocarburos
	Modificaciones a PROALCOOL 2001	<ul style="list-style-type: none"> * Reducción de impuestos a vehículos con tecnología FlexFuel * Subsidios a compradores de vehículos FlexFuel * Subsidios para almacenamiento de azúcar destinada a la transformación de bioetanol 	<ul style="list-style-type: none"> * Creación del Consejo Intermministerial del Azúcar y del Alcohol (CIMA) * Aseguro producción de bioetanol
	Programa Nacional para la Producción de Biodiesel (PROBIODIESEL)	<ul style="list-style-type: none"> * Mezcla obligatoria de biodiesel en diesel al 2% hasta el 20% en el 2020 * Especificación del tipo de cultivos a utilizar para su producción 	<ul style="list-style-type: none"> * Inversión en I & D para la producción de biodiesel

Fuente: Elaboración propia con base en diferentes autores.

Anexo 1. Políticas Públicas de Principales Países Latinoamericanos Productores de Bioenergéticos (Continuación).

País	Política Pública	Objetivos	Impacto
Brasil	"Sello Combustible Social"	<ul style="list-style-type: none"> * Exenciones tributarias diferenciadas según el tipo de oleaginosa utilizada, lugar de cultivo y si es producida por una gran compañía o productor familiar * Exoneración a transformadoras del impuesto a los Productos Industriales 	<ul style="list-style-type: none"> * Inclusión de pequeños agricultores a la producción de biodiesel * creación de acuerdos legales para garantizar niveles de ingreso, asistencia técnica y entrenamiento
	Política Agroenergética del Gobierno Federal	<ul style="list-style-type: none"> * Vinculación del Gobierno Federal al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento * Creación del Plan Nacional de Agroenergía 2006-2010 	<ul style="list-style-type: none"> * Hace más competitivo el agronegocio brasileño * Inclusión social * Desarrollo Regional * Sostenibilidad ambiental
Colombia	Proyecto "Bogusolina"	<ul style="list-style-type: none"> * Utilizar mezclas de gasolina con 10% bioetanol * Exenciones tributarias para la producción y consumo final * Zonificar Producción * Créditos Blandos para Inversión 	<ul style="list-style-type: none"> * Alternativa a los cultivos ilegales * Seguridad energética * Desarrollo rural * Aumento en la Flota vehicular FlexFuel
México	Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico (PROINBIOS)	<ul style="list-style-type: none"> * Impulso Financiero * Capacitación y tecnificación * Proyectos productivos 	<ul style="list-style-type: none"> * Valor agregado a productos agrícolas * Desarrollo Agropecuario
	Programa de Introducción de Bioenergéticos	<ul style="list-style-type: none"> * Certidumbre para el desarrollo de la cadena de producción y consumo * Estrategias para la diversificación de fuentes primarias de energía hasta la distribución del valor agregado 	<ul style="list-style-type: none"> * Certidumbre de Mercado * Investigación y divulgación * Aumento de capacidades y producción

Fuente: Elaboración propia con base en diferentes autores.

Anexo 1. Políticas Públicas de Principales Países Latinoamericanos Productores de Bioenergéticos (Continuación).

País	Política Pública	Objetivos	Impacto
México	Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos 2008	<ul style="list-style-type: none"> * Promover la producción de insumos * Desarrollar producción, comercialización y uso 	<ul style="list-style-type: none"> * Desarrollo regional y comunidades rurales menos favorecidas * Disminución de emisiones GEI
Costa Rica	Comisión Nacional de Biocombustibles	<ul style="list-style-type: none"> * Proyecto "Alternativas de Producción de Biocombustibles" * Mezclas al 7.5% en bioetanol y 5% para biodiesel 	* Desarrollo de la industria nacional
Argentina	Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentable de Biocombustibles 2008	<ul style="list-style-type: none"> * Promoción de la producción de biocombustibles * Amortización al impuesto a las ganancias * Mezcla obligatoria de 5% en bioetanol y 5% en biodiesel * Devolución del IVA en adquisición de bienes de capital o realización de obras de infraestructura * Exoneración de la Tasa de Infraestructura Hídrica * Exoneración del impuesto a combustibles líquidos * Adquisición Total de biocombustibles por el Estado durante 15 años 	<ul style="list-style-type: none"> * Producción de 670 millones de litros de biodiesel en el 2012 * Producción de 250 millones de litros de bioetanol en el 2012 * Impulso al desarrollo agrorindustrial

Fuente: Elaboración propia con base en diferentes autores.

Anexo 2. Hectáreas sembradas de caña de azúcar por municipio 2003 – 2011.

	Ahuacatlan	Compostela	San Blas	San Pedro Lagunillas	Santa María del Oro	Santiago Ixcuintla	Tepec	Xaltisco
2003	439	911	0.00	1,480.00	8,916.25	0.00	8,039.00	7,125.00
2004	439	907.5	0.00	1,750.00	8,916.25	0.00	8,039.00	7,125.00
2005	439	936.75	0.00	1,750.00	8,916.25	1,115.00	8,039.00	7,125.00
2006	439	993.75	0.00	1,940.00	9,141.25	1,105.00	8,497.50	7,507.45
2007	439	993.75	76.00	1,940.00	10,716.36	2,445.00	8,497.50	7,507.45
2008	498	993.75	343.00	1,940.00	11,717.50	3,120.00	8,497.50	7,507.45
2009	470	1,020.00	504.24	1,940.00	10,820.00	2,800.00	8,417.50	7,387.45
2010	470	1,020.00	504.24	1,940.00	10,820.00	2,800.00	8,417.50	7,387.45
2011	470	1,160.00	504.24	2,046.00	10,820.87	3,016.00	8,417.50	7,387.45

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA (2012).

Anexo 3. Producción en toneladas de caña de azúcar por municipios, del año 2003 al 2011.

	Ahuacatlan	Compostela	San Blas	San Pedro Lagunillas	Santa María del Oro	Santiago Ixcuintla	Tepec	Xaltisco
2003	40,550	69,030	0	112,480	695,990	0	513,180	426,720
2004	37,200	69,144	0	122,500	766,430	0	551,221	499,664
2005	37,200	49,350	0	122,500	707,696	80,000	624,810	550,705
2006	37,835	69,562	0	136,200	539,031	110,500	580,615	512,819
2007	36,961	77,513	10,336	155,200	791,944	244,500	611,361	545,515
2008	40,350	68,625	43,216	155,200	972,320	262,500	657,709	580,308
2009	42,798	78,497	64,038	143,552	917,854	280,000	586,539	512,287
2010	42,198	79,386	60,509	144,256	961,821	280,000	628,626	549,224
2011	38,512	83,171	59,853	152,278	872,925	287,504	649,103	551,144

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA (2012).

Anexo 4. Rendimiento de la producción de caña de azúcar (Ton/Hect.) del año 2003 al 2011.

	Ahuacatlán	Compostela	San Blas	San Pedro Lagunillas	Santa María del Oro	Santiago Ixcuintla	Tepic	Xalisco
2003	92.37	75.77	0	76	80.99	0	83.84	59.89
2004	84.74	76.19	0	70	87.43	0	68.57	70.13
2005	84.74	75.34	0	70	80.99	100	77.72	77.29
2006	86.18	70	0	70.21	65.51	100	68.33	68.31
2007	84.19	78	136	80	74.08	100	71.95	72.66
2008	82.35	70.06	126	80	83.3	100	77.4	77.31
2009	91.25	76.96	127	74	84.83	100	69.68	69.35
2010	89.78	77.83	120	76.41	68.89	100	74.68	74.35
2011	81.94	75.61	118.7	74.43	80.67	119	77.11	74.6

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA (2012).

Anexo 5. Hectáreas cosechadas de caña de azúcar por municipio 2003 - 2011.

	Ahuacatlán	Compostela	San Blas	San Pedro Lagunillas	Santa María del Oro	Santiago Ixcuintla	Tepic	Xalisco
2003	439	911	0	1,480.00	8,593.25	0.00	8,039.00	7,125.00
2004	439	907.5	0	1,750.00	8,706.25	0.00	8,039.00	7,125.00
2005	439	655	0	1,750.00	8,736.25	800	8,039.00	7,125.00
2006	439	993.75	0	1,940.00	8,228.25	1,105.00	8,497.50	7,507.45
2007	439	993.75	76	1,940.00	10,668.50	2,445.00	8,497.50	7,507.45
2008	490	993.75	343	1,940.00	11,672.00	2,625.00	8,497.50	7,507.45
2009	470	1,020.00	504.24	1940	10,820.00	2,800.00	8,417.50	7,387.45
2010	470	1,100.00	504.24	1888	10,820.00	2,800.00	8,417.50	7,387.45
2011	470	1,100.00	504.24	2,046.00	10,820.87	2,416.00	8,417.50	7,387.45

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA (2012).

Anexo 6. Valor de la producción de caña de azúcar en miles de pesos del año 2003 al 2011.

	Ahuacatlán	Compostera	San Blas	San Pedro Leguillas	Santa María del Oro	Santiago Ixcuintla	Tepic	Xalitico
2003	13,219	16,567	0	26,995	226,893	0	167,297	132,611
2004	12,871	24,200	0	42,875	265,181	0	199,538	180,873
2005	13,652	17,766	0	44,100	259,724	18,400	265,463	233,978
2006	14,377	25,042	0	49,632	204,832	49,725	232,826	205,647
2007	15,782	27,905	4,145	55,872	338,198	97,800	245,156	216,752
2008	16,947	25,085	18,541	55,872	408,374	105,000	282,157	248,986
2009	19,687	29,829	27,473	54,550	422,213	112,000	251,625	219,771
2010	24,132	36,518	42,961	66,358	560,672	192,640	446,325	389,964
2011	26,959	50,683	43,124	109,940	611,048	198,627	467,872	397,094

Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA (2012).

Anexo 7. Serie temporal de variables¹⁰.

Año	CAÑA	HECTÁREAS	AZÚCAR	GASOLINA	Bioetanol	Emissiones
1997	1 595 236.00	20 853.00	187 367.00	116 473 557.08	127 018 880.00	279 538 536.80
1998	2 094 442.00	24 397.00	250 091.00	532 896 745.00	467 655 360.00	318 832 1188.00
1999	2 030 294.00	27 335.00	244 138.08	97 44 432.08	162 403 528.00	332 908 636.85
2000	1 555 060.00	25 094.00	184 342.00	198 574 365.00	124 404 800.00	265 376 476.85
2001	1 856 783.00	24 187.00	231 260.00	117 928 185.00	144 942 648.00	281 027 644.00
2002	1 817 446.00	24 030.00	197 006.00	129 323 084.00	129 398 680.00	310 375 481.60
2003	1 827 671.00	23 948.00	211 185.00	161 346 733.00	134 373 840.00	367 100 719.32
2004	1 810 265.00	25 897.00	217 161.00	211 272 425.08	144 821 200.00	507 048 631.08
2005	2 179 833.00	26 920.00	278 451.00	287 664 592.00	174 366 640.00	498 395 020.80
2006	1 951 558.00	29 489.00	325 334.08	221 340 001.00	156 124 720.00	517 216 002.48
2007	2 829 475.00	29 458.00	343 225.08	239 622 134.00	162 358 000.00	579 085 151.28
2008	1 913 446.00	29 433.00	230 072.00	246 599 597.00	153 375 688.00	551 819 032.80
2009	1 643 288.00	26 839.00	200 925.00	267 116 568.00	131 943 040.00	614 079 758.40
2010	2 068 665.00	26 705.00	246 592.00	266 150 557.00	165 493 200.00	638 787 336.80
2011	1 907 385.00	27 107.00	233 054.00	259 580 585.00	152 638 800.00	507 981 404.00
2012	1 968 202.00	27 983.00	240 660.00	270 305 362.00	157 464 160.00	444 672 868.80

Fuente: Elaboración propia con datos de sindicatos, ingresos, SAGARPA y SENER.

¹⁰ Total de hectáreas de caña de azúcar (CAÑA), y cañales de caña de azúcar (HECTÁREAS). Producción de caña producidas (AZÚCAR), total de consumo de gasolina magna y Premium (GASOLINA), potencial de bioetanol (Bioetanol) y emisiones de CO2 por quema de gasolina (Emissiones) para el periodo de 1997 a 2012.

Anexo B. Datos poblacionales y del producto interno bruto¹¹.

Año	Población	PIB	PIBPrim	PIBSec	PIBTer
1997	915 821.00	15 495 955.96	2 513 396.95	2 239 944.50	10 742 614.51
1998	922 992.00	15 743 859.20	2 213 461.60	2 567 332.25	11 063 065.35
1999	930 165.00	22 590 277.08	2 677 325.08	3 702 964.08	16 210 987.92
2000	936 095.00	26 379 053.05	3 917 904.05	4 578 455.25	18 082 713.75
2001	942 988.00	30 461 592.08	4 334 736.08	4 938 371.08	21 200 309.00
2002	948 205.00	32 845 432.08	4 438 395.05	4 938 455.50	23 472 671.53
2003	952 426.00	41 636 136.00	2 952 525.00	5 131 405.00	33 552 206.00
2004	955 793.00	45 066 698.00	4 264 618.00	5 112 041.28	35 789 038.72
2005	958 587.00	46 112 683.00	3 964 360.00	5 560 795.00	36 687 528.00
2006	961 381.00	52 163 674.00	4 102 585.00	5 270 696.00	42 890 393.00
2007	964 285.00	51 164 416.00	3 475 526.00	5 238 100.00	42 450 790.00
2008	966 996.00	53 267 818.00	3 783 912.00	5 266 700.00	44 217 206.00
2009	969 540.00	51 915 636.00	3 674 895.00	5 176 592.00	43 064 249.00
2010	1 106 860.00	52 883 958.00	5 326 726.00	11 537 572.00	36 029 660.00
2011	1 132 215.00	53 966 351.00	5 967 856.00	11 032 620.00	37 065 875.00
2012	1 135 440.00	59 066 116.00	6 303 846.00	12 258 870.00	40 503 400.00

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO y INEGI.

¹¹ Total de la población en el estado (Población), producto interno bruto del estado (PIB), PIB del sector primario (PIBPrim), PIB del sector secundario (PIBSec), PIB del sector terciario (PIBTer) del estado de Nayarit para el periodo de 1997 al 2012 a precios de 2005.