

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
Centro de Investigación en Energía

Temixco, Morelos. Diciembre 2006

Anteproyecto para: Obtener el grado de Doctor en Ingeniería en el área de Energía.

Presenta: Carlos Alberto García Bustamante

Director de Tesis: Dr. Fabio Manzini Poli

TITULO: *Escenarios de bioenergía en México y evaluación de su sustentabilidad*

INTRODUCCIÓN

La bioenergía es una de las opciones de energía renovable más importantes para la sustitución de los combustibles fósiles y para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Es por ello que es importante el definir posibles rutas de inserción de la bioenergía en México para satisfacer parte de la demanda de energía del país. Además de esto se hace importante identificar cuáles son las mejores trayectorias desde un punto de vista de sustentabilidad, el cual involucra aspectos ambientales, sociales y económicos en un marco institucional.

ANTECEDENTES

Como puede observarse en la figura 1, los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) representan la principal fuente de energía primaria en el mundo.

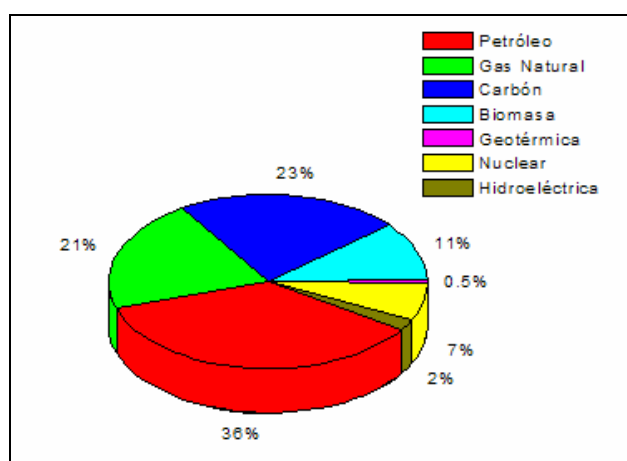


Figura 1. Consumo mundial de energía primaria en 2002 (435,427PJ)
[IEA,2004]

Se ha discutido mucho sobre los aspectos negativos del uso de los combustibles fósiles, principalmente el petróleo. Uno de estos aspectos tiene

que ver con cuanto tiempo más puede durar el petróleo, ya que como sabemos es una fuente de energía finita y que requiere de muchos miles de años para volverse a formar, lo que para el tiempo de vida humano significa un recurso no renovable. Información de British Petroleum (BP) nos dice que las reservas mundiales al año 2004 ascienden a 1188600 millones de barriles de petróleo, y que el consumo es de 29294.9 millones de barriles al año, lo que da una razón Reservas / Producción promedio mundial de 40.5 años [BP,2005]. Otro aspecto negativo es que el petróleo se encuentra concentrado en pocos países. Dos tercios de las reservas mundiales se encuentran localizadas en el medio oriente y en África del norte. Esta concentración de recursos ha llevado a crisis y conflictos como la crisis del petróleo en los 1970s y la Guerra del Golfo en los 1990s [Boyle *et al*, 2003]. También encontramos que la explotación de combustibles fósiles representa riesgos en prácticamente toda su cadena de producción. En la extracción del petróleo pueden ocurrir incendios. Durante la distribución se pueden presentar fugas de los tanques que contaminen las costas o que afecten a la vida. Durante su producción y consumo, su combustión genera emisiones atmosféricas que pueden ser dañinas para el ser humano y para otras formas de vida a nivel local, regional y global.

A nivel local y regional la quema de combustibles fósiles emite gases contaminantes de monóxido de carbono (CO), óxidos de Nitrógeno (NOx), óxidos de Azufre (SOx) y partículas de diámetros menores a 10 y 2.5 micras (PM10 y PM2.5 respectivamente), estas emisiones acarrearán daños cardiovasculares, cardiopulmonares y respiratorios. Además se encuentran sustancias tóxicas como el benceno que es un cancerígeno [Molina *et al*, 2002].

A nivel global el uso de combustibles fósiles como fuente principal de energía ha ocasionado un aumento en el volumen de gases llamados Gases de Efecto Invernadero (GEI). Entre estos gases podemos encontrar el bióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄) Se les llama gases de efecto invernadero porque contribuyen a crear un efecto de retención del calor radiado por la tierra, tal y como sucede en un invernadero. La tierra recibe la radiación solar en un rango de frecuencias, que a su vez es absorbida por la superficie de la tierra y los mares, ocasionando que se calienten. Después de un tiempo la tierra reemite este calor pero a una longitud de onda diferente a la cual entró (en el rango del infrarrojo). Los gases de efecto invernadero son capaces de absorber la radiación infrarroja, lo que ocasiona que el calor no sea reemitido hacia el exterior de la atmósfera y que este quede atrapado en la Tierra. Naturalmente existe en la Tierra un equilibrio entre el calor que se absorbe y el que se reemite ya que esto es lo que permite que se den las condiciones de temperatura necesarias para la vida, sin embargo, cada vez hay mayores evidencias de que el aumento en las concentraciones de GEI afecta al mencionado equilibrio.

Científicos del mundo han registrado un incremento de la temperatura media en la superficie de la Tierra (es decir, el promedio de la temperatura del aire cerca de la superficie continental y de la temperatura de la superficie del mar) desde el año 1861 a la fecha [IPCC,2001]. A este fenómeno se le da el nombre de Calentamiento Global, y se han hecho numerosos estudios sobre cuales

pueden ser los efectos de este aumento de temperatura. El principal problema parece ser un cambio en el clima de la Tierra el cual podría tener consecuencias como temperaturas más elevadas, menos días de frío y de heladas en la mayoría de las zonas terrestres, aumento de lluvias fuertes en latitudes altas y medias del norte, sequías más intensas y frecuentes en otras regiones, disminución en extensión y espesor del hielo marino en el Ártico, derretimiento de los glaciares polares, aumento de las pérdidas económicas asociadas a los fenómenos meteorológicos y el incremento del nivel del mar. [IPCC,2001].

A partir de la experiencia anterior se hace necesario el proponer fuentes de energía que reduzcan las emisiones de GEI a la atmósfera, que ayuden a preservar la salud humana, y al mismo tiempo que ayuden a satisfacer las necesidades del ser humano.

Se le llama bioenergía a toda aquella energía que se obtiene a partir de la biomasa. Se considera que la bioenergía presenta ventajas para ser considerada como una fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. Entre estas ventajas encontramos que la biomasa puede ser almacenada, lo que da más certidumbre en su suministro, lo que la hace superior a otras energías renovables que son muy intermitentes. También se le asocian ventajas ambientales como la reducción de GEI e incremento de la biodiversidad. Además está ligada a beneficios sociales como la diversificación de las economías rurales, oportunidades de empleo a lo largo de la cadena de producción de bioenergía, etc. Así mismo se le atribuyen beneficios económicos como son la entrada de ganancias extras para los trabajadores del campo (por producir biomasa para su transformación en energía) y el aumento de la actividad económica debido a la creación de empleos [Thornley, 2005].

A nivel mundial se depende de la biomasa para obtener cerca del 11% de la energía consumida [IEA, 2004]. En algunas regiones y países se espera que la bioenergía juegue un papel fundamental en el suministro de energía. En la Unión Europea uno de los objetivos que se tienen para el año 2010 consiste en obtener el 10% del suministro de energía a partir de la biomasa [Faaij, 2004]. Se estima que la participación de energía por biomasa vaya en aumento en los próximos años hasta llegar al 25% del total mundial para el año 2100 [Nakicenovic *et al*, 1998].

En México la biomasa ha ido perdiendo importancia en el suministro de energía. Como se observa en la figura 2, la participación de la biomasa en la oferta interna bruta de energía en México durante el 2003 fue de 5.6% (¿?? PJ), la cual ha venido disminuyendo de manera continua a través de los años, en esta figura se presenta la participación la leña y del bagazo desde 1965,año en el que comienza su contabilización de en el balance nacional de energía.

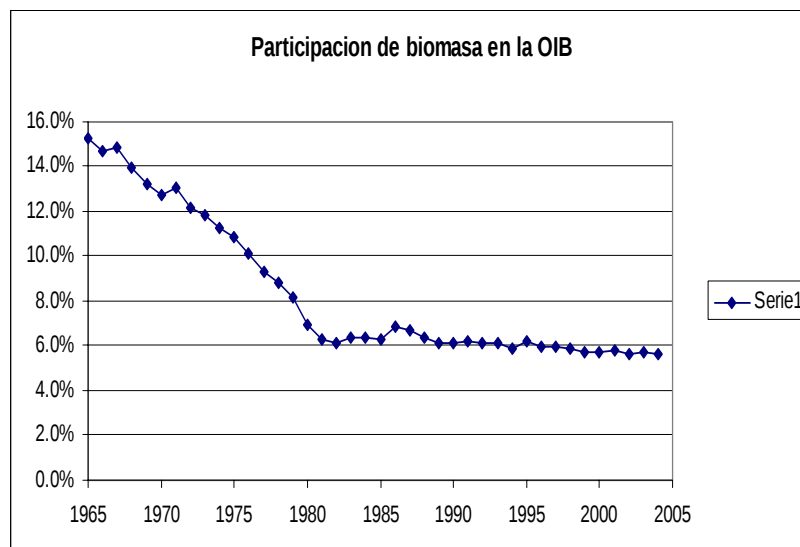


Figura 3. Participación de la biomasa en la Oferta Interna Bruta de energía [SENER]

La biomasa más utilizada en nuestro país es la leña y el bagazo de caña. La leña es consumida por alrededor de 25 millones de personas en el medio rural, principalmente para la cocción de alimentos y para pequeñas industrias como tabiqueras, mezcaleras, panaderías y tortillerías. El bagazo de caña se usa como combustible en algunos ingenios azucareros [Maserá *et al*, 2005].

Actualmente las tecnologías existentes en el país son en su mayoría ineficientes, lo que provoca que se desperdicien muchos de estos recursos, además de provocar impactos negativos en el ambiente. Tomando en cuenta experiencia de otros países se piensa que el uso de la biomasa con tecnologías más eficientes puede ayudar a la diversificación energética del país [Maserá *et al*, 2005].

En México se estima que cuenta con recursos bioenergéticos entre 3035 y 4550 PJ/año, lo que representa entre el 54% y 81% de la oferta interna bruta de energía primaria en el 2004 [Maserá *et al*, 2005].

Actualmente existe un gran potencial bioenergético desaprovechado, ya que sólo se utiliza el 10% del potencial estimado. Dentro de estos recursos podemos encontrar los que podrían obtenerse de 16.3 millones de hectáreas de plantaciones energéticas. También se encuentran los 73 millones de toneladas de residuos agrícolas y forestales, y los 17 millones de toneladas de residuos urbanos [Maserá *et al*, 2005].

Un estudio sobre la inserción de bioenergéticos en México [Islas, 2006] arrojó resultados que muestran que la biomasa es una opción real para la diversificación energética en el largo plazo, ya que la bioenergía podría representar entre el 7 y 17% del consumo de energía en México para el año 2030.

Debido a la diversidad de tecnologías y uso de los biocombustibles, es posible realizar escenarios con trayectorias de inserción de bioenergéticos de forma más detallada, y sobre todo considerando aquellas opciones que cuentan con tecnologías y usos probados, como pueden ser la sustitución parcial de gasolina y diesel por etanol y biodiesel en el sector transporte, o la generación de electricidad usando combustión directa de biomasa o gasificación.

A partir de la publicación de Nuestro Futuro Común [Brundtland, 1988] el tema del desarrollo sustentable ha cobrado una importancia fundamental para lograr un desarrollo económico, mejorar las condiciones de vida de las poblaciones, y para el cuidado del medio ambiente. El desarrollo sustentable se define como “una serie de esfuerzos colectivos para el desarrollo tecnológico, económico, político, y social, así como para proveer bienes, servicios, y comodidades, que la gente necesita o valora, a un costo aceptable, pero al mismo tiempo manteniendo el ambiente natural para que las generaciones futuras puedan lograr una calidad de vida comparable [Cluter, 2006].

Reconociendo que la energía es esencial para el desarrollo y el crecimiento económico, existe una necesidad para evaluar la sustentabilidad de los sistemas y los proyectos energéticos, como ha sido señalado Consejo Consultivo Alemán para Cambio climático [Grasl, 2004]. En este documento se señala que sin una transformación de los sistemas energéticos las emisiones de GEI podrían duplicarse e incluso cuadruplicarse.

Por tal motivo es de gran importancia el poder evaluar la sustentabilidad de los nuevos proyectos energéticos, de manera que al proponer trayectorias de inserción de bioenergía en México, se identifiquen las mejores opciones para transitar a un sistema energético sustentable.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México se observa una alta dependencia del uso de combustibles fósiles para cubrir la demanda de energía del país. Asociado a este alto uso de los recursos fósiles encontramos impactos ambientales negativos que repercuten en la salud de los habitantes y de los ecosistemas nacionales y mundiales. Es necesario diversificar el suministro de energía en México, y al hacerlo se debe considerar cuáles son las opciones que implican mayor sustentabilidad, al tomar en cuenta aspectos ambientales, económicos y sociales en un marco institucional.

JUSTIFICACIÓN

México tiene un alto potencial para el uso de la bioenergía que no ha sido explotado aún. El desarrollo de escenarios donde se utilice a la bioenergía para sustituir algunos rubros de la demanda de energía, y la posterior evaluación de estos escenarios desde una óptica de sustentabilidad, ayudarán a identificar trayectorias sustentables para la inserción de bioenergéticos, de forma que

contribuyan a guiar y desarrollar políticas energéticas y ambientales en el largo plazo para el país.

OBJETIVO

Identificar las trayectorias futuras más sustentables para la inserción de la bioenergía en algunos rubros de la demanda energética en México, de manera que contribuyan para el logro de un desarrollo de un sistema energético sustentable.

HIPÓTESIS

Es posible identificar las trayectorias más sustentables de la inserción de bioenergía en México que permitan desarrollar políticas energéticas y ambientales.

METODOLOGÍA

- Revisión bibliográfica de nuevas tecnologías y recursos bioenergéticos.
- Entrevistas con expertos sobre la creación de escenarios, aspectos ambientales, y tecnológicos.
- Análisis de las tecnologías para el uso de bioenergía que pueden ser utilizadas para los distintos escenarios.
- Búsqueda de datos estadísticos para la elaboración de escenarios.
- Desarrollo de los escenarios para obtener la demanda futura de energía al utilizar dichas tecnologías. Los escenarios serán contruidos y simulados usando LEAP (Long Range Energy Alternatives Planning System).
- Estudio de los diferentes indicadores de sustentabilidad.
- Estudio de las diferentes metodologías existentes para evaluar la sustentabilidad.
- Evaluación de la sustentabilidad de los diferentes escenarios.
- Conclusiones.

CRONOGRAMA

Actividad	Semestre					
	1	2	3	4	5	6
Revisión bibliográfica						
Análisis de las tecnologías para el uso de bioenergía						
Búsqueda de datos estadísticos para la elaboración de escenarios						
Desarrollo de los escenarios						
Estudio de indicadores de sustentabilidad						
Estudio de metodologías para evaluar la sustentabilidad.						
Evaluación de la sustentabilidad de los diferentes escenarios						
Escritura de Tesis						

REFERENCIAS

- Boyle et al. Energy Systems and sustainability. Oxford University Press / The Open University. UK. 2003.
- BP. Statistical Review of World Energy. 2005.
- Cluter T. Dictionary of energy. Elsevier. 2006.
- Faaij A. Bio-energy in Europe: Changing Technology Choices. Energy Policy. 34. 322-342. 2004.
- Grasl H. World in Transition. Towards Sustainable Energy Systems. German Advisory Council on Global Change (WBGU), Germany. 2004.
- IEA. Energy Balances for Non-OECD Countries. 2004.
- IPCC. Cambio Climático 2001. Tercer Informe de Evaluación. La base científica. OMM. PNUMA. 2001.
- Islas J, Manzini F, Masera O. A prospective Study of Bioenergy Use in México. En prensa.
- Masera Omar. La bioenergía en México: La bioenergía como catalizador de desarrollo sustentable. Comisión Nacional Forestal. México. 2005.
- Molina M. et al. Air quality in the México Megacity: And integrated Assessment. Kluwer Academic Publishers. USA. 2002.
- Nakicenovic N. Global Energy Perspectives to 2050 and Beyond. Vienna University of Technology, International Institute for Applied Systems Analysis. International Conference within Austrian EU Presidency Energy Paths-Horizon 2050, Vienna 6 March 2006.
- SENER. Balance nacional de energía 2004. México 2005.
- Thornley P. Increasing biomass based power generation in the UK. Energy Policy 34 2087–2099. 2006

Ing. Carlos Alberto García Bustamante
Alumno

Dr. Fabio Manzini Poli
Tutor