

**GESTION SOBRE LOS RECURSOS BIOENERGETICOS (BIOMASA VEGETAL)
Y LA IMPORTANCIA DE REGULACION DE LAS AREAS DE PRODUCCION**

**LUISA ESCOBAR CARDENAS
LAURA VILLAMIL ECHEVERRI**

MONOGRAFIA

**ASESOR
MSC. DARWIN HERNANDEZ SEPULVEDA**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ESCUELA DE POSTGRADO
PEREIRA**

2008

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
CAPITULO I	
1. LOS RECURSOS ENERGÉTICOS: BALANCE ENERGÉTICO GLOBAL	5
1.1 LA ENERGIA EN EL PLANETA	6
1.2 RECURSOS ENERGETICOS GLOBALES	11
1.2.1 La energía eólica	
13	
1.2.2 La energía geotérmica	
14	
1.2.3 Energía térmica de los océanos	
16	
1.2.4 La energía hidráulica	
16	
1.2.5 La energía de la biomasa	
18	
1.2.6 La energía solar	
20	
1.2.7 Carbón	
21	
1.2.8 Petróleo	
23	
1.2.9 Gas	
24	
1.2.10 Energía Nuclear	
26	
1.2.11 Hidrógeno	
26	
1.3 BALANCE ENERGETICO GLOBAL	28

BIBLIOGRAFIA

38

CAPITULO II

2. LOS RECURSOS NATURALES VEGETALES Y LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

44

2.1 LA PRODUCTIVIDAD EN LOS RECURSOS NATURALES

46

2.2 RECURSOS ENERGETICOS VEGETALES

55

2.2.1 Maíz

53

2.2.2 Caña de azúcar

58

2.2.3 Soya

59

2.2.4 Palma africana

60

2.2.5 Higuera

61

2.2.6 Jatropha

62

2.2.7 Colza

63

2.2.8 Copra

64

2.3 PRODUCCION Y RENDIMIENTO EN LA AGRICULTURA DE LAS ESPECIES DE INTERES ENERGETICO

69

2.4 APROVECHAMIENTO ENERGETICO DE LA BIOMASA

77

BIBLIOGRAFIA

80

pág.

CAPITULO III

3. ALIMENTO Y/O ENERGÍA: DESARROLLO Y SUSTENTABILIDAD

84

3.1 POBLACION MUNDIAL Y ALIMENTO

85

3.2 PRODUCCION DE BIOCOMBUSTIBLES EN EL MUNDO

93

3.3 BIOCOMBUSTIBLES Y ALIMENTO

102

BIBLIOGRAFÍA

CAPITULO IV

4. GESTION Y ESCENARIOS DE DESARROLLO

107

4.1 GESTION SOBRE LOS RECURSOS ENERGETICOS A PARTIR DE LA BIOMASA VEGETAL CULTIVADA

108

4.2 IMPORTANCIA DE REGULACION EN LAS AREAS DE PRODUCCION

114

4.3 ESCENARIO PRESENTE Y FUTURO

118

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

127

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1.1 Consumo total de energía.	
	31
Tabla 1.2 Porcentaje de participación de los principales recursos energéticos en el mundo.	
	39
Tabla 1.3 Clasificación recursos energéticos.	
	40
Tabla 2.1 Tasas de fotosíntesis neta en la hoja de algunas especies.	
	48
Tabla 2.2 Producción de diferentes ecosistemas en la biosfera.	
	53
Tabla 2.3 Rendimientos anuales de productos agrícolas en países desarrollados y en vía de desarrollo.	
	55
Tabla 2.4. Los principales cultivos energéticos utilizados en la actualidad.	59
Tabla 2.5 Cambio porcentual en la producción.	70
Tabla 2.6 Rendimiento en millones de t, en países desarrollados y países en vía de desarrollo en el año 2006.	72
Tabla 3.1 Población mundial e incremento a partir del año 1 de la era actual.	
	88
Tabla 3.2 Marco regulatorio para el uso y manejo del etanol.	98
Tabla 3.3 Índice de producción de alimento por persona.	
	102
Tabla 3.4 Numero de personan subnutridas en el mundo.	
	104
Tabla 4.1 Obtención de biocombustibles en pases productores.	
	112
Tabla 4.2 Aspectos determinantes en la producción de biocombustibles.	
	118
Tabla 4.3 Matriz DOFA para viabilidad para la producción de biocombustibles.	120

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1.1. Entrada y salida de energía en el planeta tierra.	7
Figura 1.2. Entrada de energía a la superficie terrestre, al medio día.	8
Figura 1.3. Flujo de energía entre el espacio , la atmosfera y la superficie.	9
Figura 1.4. Entradas y salidas generales del los procesos biológicos. 10	
Figura 1.5. Recursos renovables y no renovables de la naturaleza.	13
Figura 1.6 Reservas mundiales de carbón. 22	
Figura 1.7 Reservas mundiales de petróleo. 24	
Figura 1.8 Reservas mundiales de gas natural.	25
Figura 1.9 Proyección del incremento de la demanda de combustible en el mundo. 29	
Figura 1.8 Incremento del consumo de energía por las principales economías mundiales. 33	
Figura 2.1. Diagrama simplificado de reactivos y productos de la fotosíntesis.	47
Figura 2.2 Porcentaje de aptitud de las tierras para cultivo en el mundo. 50	
Figura 2.3 Distribución de la producción mundial de maíz. 58	

- Figura 2.4** Distribución de la producción mundial de caña de azúcar.
63
- Figura 2.5** Distribución de la producción mundial de soya.
64
- Figura 2.6** Distribución de la producción mundial de aceite de palma.
65
- Figura 2.7** Distribución de la producción mundial de ricino.
66
- Figura 2.8** Distribución de la producción mundial de colza.
68
- Figura 2.9** Producción mundial, áreas y rendimiento de especies de importancia económica la para la producción de biocombustible. 71
- Figura 2.10** Producción mundial de productos oleaginosos. 72
- Figura 2.11** Rendimientos de especies energéticas en países desarrollados en subdesarrollados para el periodo 1995 – 2006.
76
- Figura 3.1** Población humana mundial desde el año 1 de la era actual
87
- Figura 3.2** Tendencias y proyecciones del consumo de alimento en el mundo.
91
- Figura 3.3** Numero de personas subnutridas en el mundo para el año 2003.
92
- Figura 3.4** Evolución de la producción mundial de bioetanol.
96
- Figura 3.5** Evolución de la producción mundial de biodiesel.
97
- Figura 3.6** Consumo de alimento per cápita en el mundo.
103
- Figura 3.7** Consumo de alimento per cápita en el mundo.
104

Figura 4.1 Relación sistémica entre la materia y la energía en el manejo antrópico.	
109	
Figura 4.2 Incremento en la producción de biocombustibles a nivel mundial.	111
Figura 4.3 Obtención de bienes y servicios.	
115	
Figura 4.4 Incremento en el área agrícola potencial para biocombustibles.	117
Figura 4.5 Modelo básico de interacción entre biocombustibles y alimentos.	119
Figura 4.6 Recursos necesarios para la producción de biocombustibles.	121
Figura 4.7 Puntos de implementación de las políticas de gestión en la producción de biocombustibles.	
121	

APROXIMACION A LA GESTION SOBRE LOS RECURSOS BIOENERGETICOS (BIOMASA VEGETAL) Y LA IMPORTANCIA DE REGULACION DE LAS AREAS DE PRODUCCION

INTRODUCCION

El desarrollo de cualquier sistema social humano esta directamente relacionado con los recursos obtenidos desde su interior y el establecimiento de vínculos de intercambio con el exterior. Fenómeno que ha llevado a una globalización y de la cual se desglosan las denominaciones de desarrollo y subdesarrollo sobre la gestión y calidad de vida en las naciones del mundo. Desde el inicio de los tiempos las revoluciones productivas y tecnológicas han estado muy ligadas a la disponibilidad, obtención y manejo de los recursos energéticos, para llevar a cabo el trabajo necesario en la producción de bienes y servicios, encargados de suplir las necesidades primarias y secundarias de las sociedades y culturas humanas. Actualmente, cuando los recursos no renovables como los fósiles escasean y a su vez se ven involucrados en contrariedades ambientales, se genera la necesidad de buscar opciones que suplan sus atributos. En la naturaleza existen variedad de recursos capaces de generar energía, los cuales se emplean como combustible ya sea a partir de la energía solar, hídrica, eólica, o biomasa.

Una de las alternativas en creciente demanda, es la energía obtenida a partir de biomasa vegetal, que puede ser derivada de cultivos para alimento humano o animal, cultivos industriales, plantaciones forestales, bosques naturales, áreas arbustivas o plantaciones de corta rotación ¹ y de esta forma obtener variedad de productos como etanol, biodiesel, metano y metanol ².

-
1. Expresado por GIANELLA, F. 2007. Balance de la biomasa con fines energéticos. En: www.minem.gob.pe/archivos/ogp/GVEP/9.1%20Gianella%20Jaime%20Cl.pdf Revisado: 07/01/08
 2. Expresado por FERNANDEZ, P. 2006. Energías Alternativas: el caso de la biomasa vegetal. En: Agronomía y forestal. No 28. En: www.uc.cl/agronomia/c_extension/Revista/Ediciones/28/biomasa.pdf Revisado: 10/01/08

En primera instancia, la biomasa vegetal considerada como una posibilidad congruente con la situación mundial por la productividad ligada a los cultivos y sobre todo por la fijación de CO₂ causante del efecto invernadero, esta siendo hoy objetada, por el impacto ambiental y social que ocasiona el uso de grandes territorios y la reducción en la oferta alimenticia de estos productos.

El sostenimiento de los sistemas urbanos implica grandes cantidades de energía para la producción de bienes y servicios en cualquier sector productivo. Hasta el momento, gran parte de dicha energía ha sido obtenida de los combustibles fósiles, pero la situación actual evidencia alteración en el abastecimiento y precios de estos, lo que conlleva a la búsqueda de fuentes energéticas. Una de estas fuentes, es la biomasa vegetal, la cual ha generado expectativa a nivel nacional e internacional, se observan hoy en día grandes extensiones de paisaje con este recurso a lo mejor rivalizando con áreas de producción para alimentos. El uso de recursos naturales para cualquier actividad implica el entendimiento de la dinámica natural y ambiental relacionada con la intervención sobre el recurso como tal o el entorno al cual esta en asocio. La gestión ambiental manifiesta las herramientas y acciones promovidas por la misma sociedad que conlleven al manejo adecuado y generación de una situación ambiental o ecológica deseada a la percepción que tengan los actores involucrados sobre el patrimonio biofísico y cultural.

El escrito pretende discernir sobre la existencia de gestión sobre la producción de biomasa para energía, a razón de la competencia que se presentará a futuro por el uso de recursos naturales y área de cultivo para obtener recursos alimentarios y recursos energéticos generados de la biomasa vegetal. Se plantea una problemática globalizada que por sus características complejas es conveniente ser abordado desde el ámbito sistémico, ya que por sus múltiples aspectos y determinantes confieren igual importancia a los aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la gestión sobre la producción de recursos energéticos provenientes de la biomasa vegetal, de acuerdo a los aspectos económico, social, ambiental y político, para la construcción de posibles escenarios basados en las políticas actuales de gestión.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Estimar la demanda y la oferta de recursos energéticos convencionales y alternativos que sostienen las sociedades humanas tanto en el contexto global.
- Analizar el uso de recursos naturales utilizados para la producción de recursos energéticos vegetales.
- Conocer las acciones de gestión sobre el uso de recursos naturales para la producción de recursos energéticos provenientes de la biomasa vegetal y definir el posible efecto sobre la producción de recursos alimentarios.
- Establecer posibles escenarios de desarrollo para la producción de recursos energéticos provenientes de biomasa vegetal.

La gestión sobre los recursos bioenergéticos (biomasa vegetal) y la importancia de regulación de las áreas de obtención, contempla en su primera instancia tres realidades fundamentales: la primera, dada por la disminución y encarecimiento

del recurso energético gestor del desarrollo industrial y tecnológico hasta el momento conocido, el petróleo, la segunda infundada en la necesidad de energía para el sostenimiento y desarrollo de los sistemas antrópicos, y la tercera la condición ambiental global.

Comprender los lazos de interacción entre los factores que intervienen en la oferta y demanda máxime cuando se trata de recursos naturales, requiere cierta complejidad, los aspectos en juego son múltiples y diferenciales para cada zona productiva o geopolítica. Los límites del trabajo estuvieron ligados a la misma información disponible, la generación de hipótesis y conjeturas al respecto, si se tiene en cuenta que las economías no han sido motivadas por el bienestar común como lo explicitan las constituciones nacionales sino por el bienestar multinacional. Cuando se trata de relacionar el mercado, la legislación y la calidad ambiental es importante establecer la prioridad e importancia de cada parámetro, ya que se podría caer en redundancia al contemplar solo la perspectiva local o personal. El alcance, es la recopilación de información a nivel internacional que permita el entendimiento de la gestión nacional y así generar conocimiento a partir del análisis de la oferta y demanda de biomasa vegetal y la exposición de escenarios futuros frente a estos sistemas de producción.

El escrito se constituye en una investigación descriptiva referente a la producción energética a partir de biomasa vegetal. Se presenta en formato de monografía conformada por cuatro capítulos. Los cuales son:

Capítulo 1. Los recursos energéticos actuales: balance energético global.

Capítulo 2. Los recursos naturales energéticos y la productividad primaria, visión sistémica.

Capítulo 3. Alimento y/o energía: desarrollo y sustentabilidad.

Capítulo 4. Gestión y posible escenario de desarrollo.

CAPITULO I

1. LOS RECURSOS ENERGÉTICOS: BALANCE ENERGETICO GLOBAL

La energía concepto asociado al movimiento de la materia para realizar un trabajo al ejecutar tareas mecánicas, físicas, químicas o eléctricas, o bien produciendo una transferencia de calor entre dos objetos a diferente temperatura, es el motor fundamental para la ejecución de todo proceso en el universo. La función de la materia efectuada por el flujo de energía en un sistema es dada por la transferencia de esta última de una forma a otra de acuerdo a las leyes termodinámicas. Ya cuando se llega a discutir física moderna, se comprende que la energía y la masa son equivalentes, la equivalencia la expresó Einstein con la ecuación más famosa que existe: $E = mc^2$ (donde c , es la velocidad de la luz en el vacío). También del conocimiento general es, que en el mundo microscópico la energía puede venir en paquetes llamados cuantos. A pesar de esto, Richard Feynman escribió en los famosos libros de sus cursos: "Es importante darse cuenta de que en la física actual no sabemos lo que es la energía". El concepto de energía es abstracto. Fue inventado en el siglo XIX para describir cuantitativamente una gran variedad de fenómenos (Tagüeña, 2000).

Según lo expresado por el Comité de Estudios de la Física (1960), cada material contiene energía almacenada, lo que sugiere que cierta cantidad de material contiene una cantidad determinada de energía, aunque pierda su calidad a medida que transcurra el proceso. Al precisar, la definición de la energía desde la lógica humana, cabe resaltar la percepción expresada por Miller (1992), el cual la enuncia como el "valor monetario" real del mundo, por hacer funcionar todo tipo de sistemas productivos, ya sean de consumo, movilidad o bienestar. La variedad de formas de energía en la naturaleza están comprendidas en la luz, el calor, la energía química almacenada en los enlaces que unen los elementos y compuestos, la materia en movimiento y la electricidad.

1.1 LA ENERGIA EN EL PLANETA

El flujo de energía disponible para el planeta Tierra comienza en la fusión nuclear de los elementos atómicos contenidos en el sol, radiación electromagnética que llega a la tierra para producir el movimiento de atmósfera y océanos y ser usada como energía eléctrica y calórica. Parte de esta energía radiante la transforman las plantas, mediante la fotosíntesis en energía química. Al ingerir alimentos esta energía almacenada se usa en todas las actividades biológicas. Parte de esta energía fue almacenada por espacio de millones de años en los combustibles fósiles, la cual ha servido para producir energía mecánica, eléctrica y química.

Este recurso permite el sostenimiento del flujo de materia y energía requerido al interior y faculta el desarrollo de sistemas biológicos, considerados como el fundamento del planeta mismo. A su vez, ha permitido el desarrollo de la especie más cosmopolita la humana, la cual se ha servido a sus anchas de la energía transformada y almacenada.

El planeta tierra es un sistema abierto desde el punto de vista energético. Para que la vida pueda existir, debe recibir constantemente la energía que proviene del sol y producir salidas de energía calorífica que pasan al espacio exterior (ver figura 1.1). Como cualquier sistema abierto, la vida en el planeta es posible solamente porque se reciben constantes radiaciones de energía solar y al mismo tiempo grandes cantidades de energía calórica salen de la tierra que pasan al sumidero espacial de calor (Sutton, 2003).

El sol, es una bomba de hidrogeno que se transforma en helio, con la emisión incidental de una enorme cantidad de energía en forma de ondas electromagnéticas que se irradian en todas direcciones. La Tierra recibe solamente 1/50.000.000 de estas ondas (Sutton, 2003). Transforma, cada segundo, unos 4 millones de toneladas de su masa en energía. Esta cantidad

ingente representa, para la Tierra, un foco energético de 17.791.011 MW de potencia, que la sociedad humana y la biosfera utilizan de forma directa e indirecta. El sol proporciona el 99.97% de la energía usada en la superficie de la Tierra para todos los procesos naturales (Ponx, 1996).

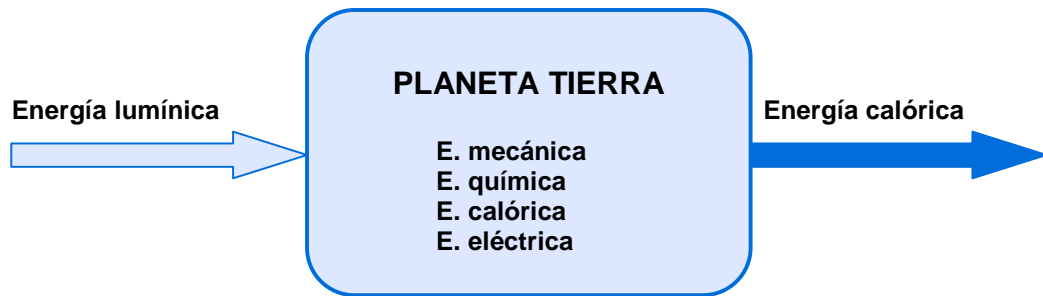


Figura 1.1. Entrada y salida de energía en el planeta tierra.

No obstante, alrededor del 50% de la luz solar que llega a la parte superior de la atmósfera de la Tierra continúa realmente hasta la superficie. Como se muestra en la figura 1.2, el 1/3 de la energía solar que llega a la atmósfera se refleja hacia el espacio por las nubes, el polvo atmosférico y las superficies reflectoras sobre la Tierra (nieve, mar, arena). Alrededor del 47% de dicha energía solar nunca llega a la superficie es reflejada, dispersada o absorbida por los gases a medida que penetra en la atmósfera. Del restante 53% aproximadamente un 26% llega directamente a la superficie. El otro 23% se esparce primero en las nubes, polvo, etc., irradiándose eventualmente hasta la Tierra desde nubes y partículas atmosféricas para ser utilizada. El 4% es reflejada desde la superficie. Por lo que se considera alrededor del 50% de la energía solar como energía utilizada para los procesos bióticos y abióticos llevados a cabo en el planeta. Aunque la energía restante ha favorecido al mantenimiento de las condiciones ambientales favorables para estos.

El Sol es la fuente primaria de energía del planeta Tierra y se puede decir que es realmente inagotable. La pequeña parte de energía emanada del Sol que alcanza nuestro planeta es suficiente para mantener estable la temperatura, lo que a su vez permite el funcionamiento ininterrumpido del ciclo hidrológico y del clima. Así se puede entender como la energía solar es la que hace llover el agua que luego corre por el cauce de los ríos y es la que impulsa los vientos al calentar las masas de aire según las estaciones del año. Se estima que la cantidad de energía que recibe la Tierra en 30 minutos, equivale a toda la energía eléctrica consumida por la humanidad en un año (Badilla, 2005). Pero, este poder es altamente disperso (Gates, 1985).

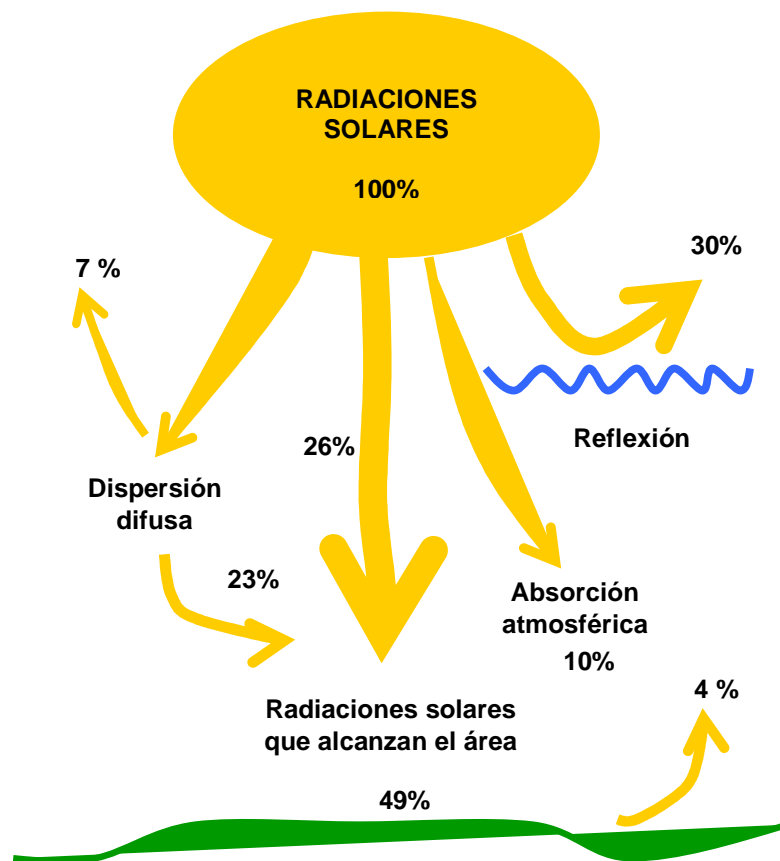


Figura 1.2. Entrada de energía a la superficie terrestre, al medio día. Adaptado de Sutton (2003).

El flujo de energía entre el espacio, la atmósfera de la Tierra, y la superficie de la Tierra, es un claro ejemplo del flujo general de energía en el planeta. La transformación de energía de acuerdo a los componentes de este ha permitido la combinación de estos flujos energéticos manteniendo la temperatura del sistema terrestre al reciclar la energía calórica, para el mantenimiento de condiciones ambientales (ver figura 1.3). Este proceso por el que se recicla la energía en la atmósfera para calentar la superficie de la Tierra es conocido como el efecto invernadero y es una parte esencial del clima de la Tierra. Bajo condiciones de equilibrio la cantidad total de energía que entra en el sistema por la radiación solar se equilibra con la cantidad de energía radiada al espacio permitiendo a la Tierra mantener una temperatura media constante con el tiempo. El flujo energético garantiza condiciones ambientales al sistema, permitiendo la generación y desarrollo de subsistemas biológicos que constituye el efecto directo de este flujo ya que son ellos quienes introducen y transforman la energía solar en energía útil.

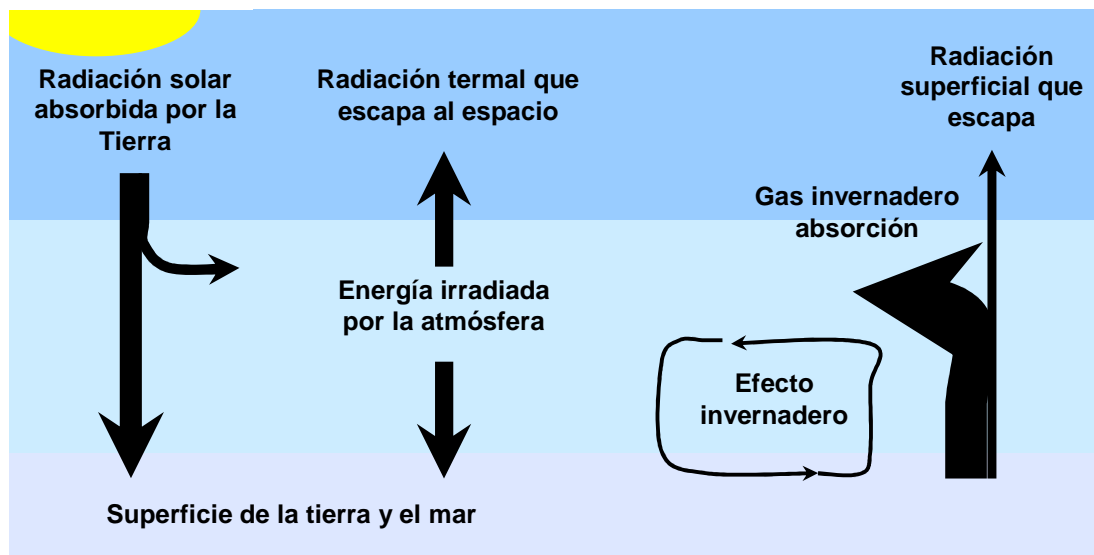


Figura 1.3. Flujo de energía entre el espacio, la atmósfera de la Tierra, y la superficie de la Tierra, Adaptado de Keihl and Trenberth (1997), citado por King 2006.

La energía solar útil es ingresada al sistema terrestre por medio de las plantas. La luz solar se transforma en moléculas químicas complejas en la fotosíntesis, lo que conlleva a la productividad del sistema definida como la velocidad a la que es almacenada la energía por la actividad fotosintética o quimiosintética de organismos productores en forma de sustancias orgánicas susceptibles de ser utilizadas como material alimenticio (ver figura 1.4). Los consumidores hacen uso de este alimento, con pérdidas respiratorias apropiadas y lo convierten en tejidos (Odum, 1972). El flujo de energía, hasta el momento, se encuentra en las primeras fases del sistema terrestre o biosfera, las cuales están expresas en los componentes bióticos. Igualmente, como en cualquier flujo energético la corriente de energía disminuye a cada paso por la pérdida de calor que tiene lugar en cada transferencia de una forma a otra.

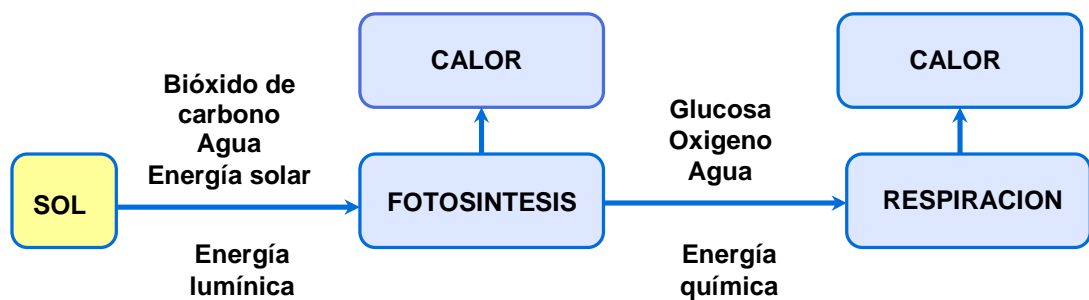


Figura 1.4. Entradas y salidas generales de los procesos biológicos.

El flujo de energía de los componentes bióticos a los abióticos está en la mayor parte influenciado por las actividades humanas. La construcción de la compleja estructura social que ha desencadenado el uso de grandes cantidades de combustible, energía química proveniente de biomasa almacenada por largos periodos de tiempo. Como se mencionó anteriormente, el 99% de la energía utilizada en la biosfera es aporte solar, el 1% restante corresponde a la energía usada en los sistemas antrópicos proveniente de los combustibles fósiles. Estos

son una forma de energía solar indirecta. Almacenada en los enlaces químicos de los compuestos orgánicos de antiguos animales y vegetales muertos, cuyos tejidos se han descompuesto y han sido enterrados y sujetos a presiones intensas y altas temperaturas durante millones de años, (Miller, 1992).

1.2 RECURSOS ENERGETICOS GLOBALES

El sostenimiento de la biosfera en términos energéticos está a cargo de la energía solar. A diferencia, el sostenimiento del sistema antrópico está basado en el uso de recursos naturales de distinta índole. Pero es claro, la importancia de la energía cualquiera sea su fuente, como recurso fundamental para el desarrollo y mantenimiento de estos.

Un recurso es cualquier entidad que obtenemos del ambiente vivo y del no vivo para satisfacer necesidades. Los recursos pueden ser clasificados como tangibles (materiales) o intangibles (no materiales). El primer grupo son aquellos cuya cantidad puede medirse pero cuyo abastecimiento es limitado. A pesar de su existencia, llegan a ser recursos cuando son disponibles. El segundo, es cuando la cantidad de estos no puede ser medida, (Miller, 1992).

Si bien las fuentes de energía pueden clasificarse de variadas formas según el criterio usado, la clasificación más amplia de la misma es en renovables y no renovables, (ver figura 1.5). Las primeras son aquellas que se consumen a una mayor velocidad de lo que la naturaleza puede reemplazarlas, tal que la cantidad total disponible es cada vez menor y su posibilidad de reposición remota, en esta categoría se ubican las fuentes fósiles. Las segundas, son fuentes que o pueden reponerse al generarse por procesos cíclicos de periodicidad variable (desde

horas hasta años) o son inagotables. Se conocen genéricamente como energías alternativas (EA), (Posso, 2002).

Recursos no renovables o agotables, existen en una cantidad fija (reservas) en varios lugares de la corteza terrestre, y tienen la posibilidad de renovación solo por procesos geológicos, físicos y químicos que tienen lugar a través de cientos a miles de millones de años. Se clasifican estos recursos como agotables debido a que se extraen y se utilizan a una velocidad mayor que la escala geológica del tiempo en el que se formaron. Antes de quedar agotados físicamente en su totalidad los recursos no renovables alcanzan el estado de económicamente agotados cuando cuesta demasiado extraer lo que queda (típicamente cuando el 80% de su existencia total estimada ha sido extraída y utilizada). Un recurso perenne o perpetuo como la energía solar es virtualmente inagotable según una escala humana de tiempo. Lo que lleva a establecer un modo de vida sostenible el no desperdiciar energía y vivir solo a costa de la virtualmente inextinguible energía solar en forma de calor, viento, agua corriente y madera renovable y otras formas de biomasa cuyos tejidos pueden ser quemados o degradados para proporcionar energía. Un recurso potencialmente renovable es el que teóricamente puede durar en forma indefinida sin reducir la reserva disponible, porque es reemplazado mas rápidamente por procesos naturales, que los recursos no renovables, (Miller, 1992).

Durante miles de años el hombre ha utilizado la energía para su bienestar. Inicialmente energía almacenada en la biomasa como fuente de calor además el trabajo pesado era ejecutado por las estructuras musculares. Seguidamente, el uso de tecnologías simples aumento la capacidad de realizar trabajo disminuyendo el uso energético mecánico por parte de la sociedad humana. Sin embargo, a partir de la revolución industrial el hombre ha estado empleando cada vez mas el combustible para reemplazar el esfuerzo muscular, (PSSC, 1964).

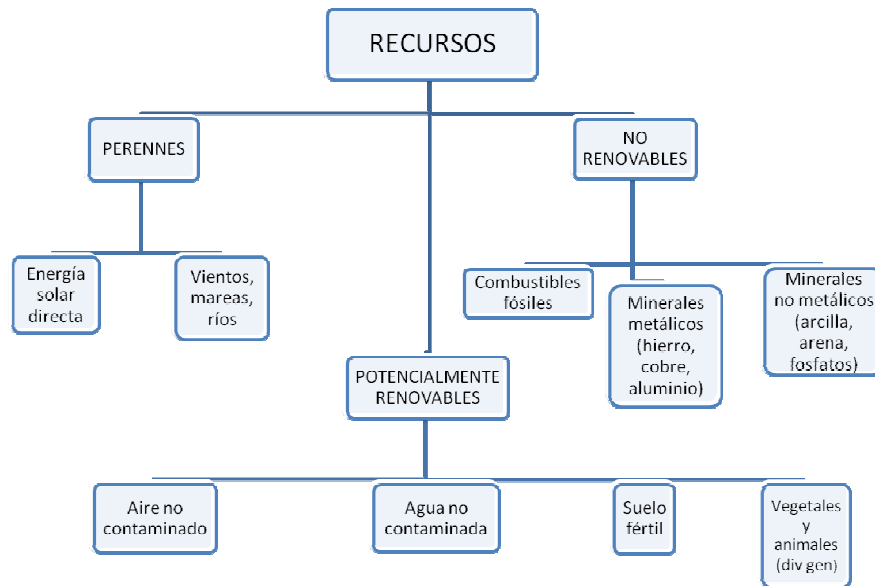


Figura 1.5. Recursos renovables y no renovables de la naturaleza. (Miller, 1992)

Las fuentes de energía renovable son casi infinitas: 6.700 veces la energía que usa la humanidad llega a la Tierra del sol. Los vientos, las mareas, las olas, el agua de las caídas y las plantas, también proveen enormes cantidades. El problema siempre ha sido cómo aprovechar esta energía. Pero diversas formas de hacerlo están empezando a ser desarrolladas. Una sexta parte de la electricidad del mundo hoy día es proporcionada por fuentes renovables de pequeña escala, y más aun proviene de grandes represas hidroeléctricas, (Tunza, ____). Los recursos energéticos utilizados son:

1.2.1 La energía eólica

De la energía del sol que llega al planeta, el 2 % se convierte en viento. Este se origina por el desplazamiento de grandes masas de aire de las zonas de alta

presión a las de baja y por la rotación de la tierra. De todos los vientos generados, sólo una fracción muy pequeña puede ser aprovechada ya que se requieren condiciones de intensidad y regularidad; así sólo vientos con velocidades promedio entre 5 y 12 m/seg son los aprovechables (Posso, 2000).

El viento es la fuente de energía de más acelerado crecimiento en el mundo, su capacidad está doblando actualmente cada dos años y medio. Generar electricidad de molinos de viento en tierra ahora es más económico que obtenerla de combustibles fósiles y energía nuclear al mismo tiempo de ser mucho más limpio. Instalar parques eólicos en el mar alrededor de las costas donde los vientos son más constantes resulta más costoso que crearlos en tierra pero es aun más prometedor a largo plazo (Tunza, ____).

A pesar de esto la energía eólica tiene sus desventajas, el viento no sopla todo el tiempo de manera que su suministro es intermitente. No obstante, los estudios demuestran que esto no es un inconveniente tan serio como podría parecer ya que las condiciones meteorológicas tienden a promediar sobre un país o una región y nadie sugiere que debería ser la fuente de energía única. A grandes altitudes los vientos son considerablemente más fuertes y más constantes que más cerca de la tierra. Actualmente se desarrolla en California (Estados Unidos), un Generador Eléctrico Volante, que mantiene turbinas eólicas a unos 4.500 metros en el aire, anclado al suelo mediante un cable por el cual desciende la electricidad (Behar, 2005).

1.2.2 La energía geotérmica

La energía procedente del flujo calorífico de la tierra es susceptible de ser aprovechada en forma de energía mecánica y eléctrica. Es una fuente energética agotable, si bien por el volumen del almacenamiento y la capacidad de extracción

se puede valorar como renovable. Su impacto ambiental es reducido y su aplicabilidad está en función de la relación entre facilidad de extracción y de ubicación (Posso, 2000).

La energía geotérmica no es más que el calor natural de la tierra y derivada del vapor o agua caliente subterránea producto de los acuíferos y/o intrusiones del magma caliente cerca de la superficie. Condiciones favorables para su desarrollo sólo se dan en ciertas regiones de la tierra donde los movimientos tectónicos en recientes tiempos geológicos (alrededor de 25 millones de años) han permitido intrusiones del magma en la corteza terrestre, es decir, en regiones donde hay o hubo actividad volcánica.

Se distinguen básicamente dos tipos de usos: la generación de electricidad, para esta aplicación, el fluido con una temperatura superior a los 150 °C se extrae de los reservorios subterráneos y eleva a la superficie a través de pozos de producción y la obtención de energía calórica, algunos reservorios producen vapor directamente, mientras que la mayoría produce agua en forma líquida de la cual el vapor se separa y alimenta a turbinas conectadas a un generador y aprovechamiento directo del calor, donde se busca aprovechar el calor disponible (vapor o agua caliente) para procesos industriales y calentamiento espacial. En más de 60 países se aprovecha directamente el calor geotérmico (Posso, 2000).

El potencial de la energía geotérmica es limitado (regionalmente) y agotable (para un sitio fijo) y los avances tecnológicos aparentemente no ofrecen grandes esperanzas para cambiar estas limitaciones. Además tiene problemas operacionales y ambientales que deben ser superados: los efluentes geotérmicos pueden portar sales corrosivas y gases contaminantes, aunque las emisiones atmosféricas son más fáciles de controlar que en una planta nuclear o en una que use combustibles fósiles.

Por todo esto es posible concluir que este tipo de fuente muy difícilmente llegará a tener un peso significativo en los balances energéticos a escala global, estando su utilidad concentrada en sitios muy específicos y por tiempos limitados, (Posso, 2000).

1.2.3 Energía térmica de los océanos

Los océanos almacenan una enorme cantidad de energía en forma de calor ya que alrededor de 1/4 de la radiación solar que llega a la tierra es absorbida por ellos. Si este calor pudiese ser utilizado de alguna manera, sería una fuente superabundante de energía casi como la radiación solar misma. Sin embargo, existen varias dificultades: primera, la fuente se encuentra dispersa en vastas áreas y la operación de cualquier tecnología de conversión energética en todas las estaciones y estados del tiempo debe incorporar innovaciones importantes. Segunda, se deben tomar muy en cuenta las limitaciones impuestas por la termodinámica clásica en cuanto a las diferencias de temperatura entre las fuentes; mientras que estas diferencias en plantas de potencia convencionales que usan combustibles fósiles son de varios cientos de grados, en el caso de las plantas térmicas oceánicas es mucho menor. La energía de los océanos no parece tener el potencial para ejercer un fuerte impacto sobre el mercado mundial de la energía y puede tener cierta importancia en áreas locales si existen fuertes desarrollos tecnológicos y reducción en los costos (Posso, 2000).

1.2.4 La energía hidráulica

El agua de los ríos y corrientes en su retorno a los mares y océanos como parte del ciclo hidrológico es el origen de la energía hidráulica, considerándose ésta como la fuente renovable por excelencia y quizás la forma más antigua de

aprovechamiento de energía para el desarrollo de las actividades productivas de la humanidad. Su uso se fundamenta en la conversión de la energía cinética y potencial, la primera se ha utilizado como fuerza mecánica y la segunda la energía se deposita en forma potencial en embalses y se transforma en energía aprovechable al desplazarse hacia niveles inferiores. Esto se logra ampliamente en cualquier zona montañosa del planeta con un régimen regular de lluvias (Posso, 2000). Las características más relevantes de esta fuente son:

- a.** Está ampliamente distribuida en el mundo. Existen potenciales en cerca de 150 países y aproximadamente, dos tercios de su potencial económicamente factible permanecen sin desarrollar y se ubica mayoritariamente en los países en desarrollo donde su capacidad de generación es más urgente.
- b.** Es una tecnología madura, con más de una centuria de experiencia
- c.** Cuando se compara con otras opciones de generación a gran escala, tiene los costos de operación más bajos y los más largos ciclos de vida, así como también una contaminación atmosférica mínima.
- d.** El “combustible” (agua) es renovable y no está sujeto a fluctuaciones en las condiciones del mercado.
- e.** Puede representar la independencia energética de muchos países.

Adicionalmente, se encuentra la energía inmersa en los océanos, al ser un reservorio de grandes cantidades de energía generada, sobre todo, a partir de los vientos que barren su superficie. La energía puede ser obtenida a través de la producción de olas y las mareas. En efecto, la energía de las olas es susceptible de convertirse en movimiento mecánico útil o presión hidráulica, que puede usarse directamente o para activar un generador eléctrico.

1.2.5 La energía de la biomasa

Es la energía contenida en la materia orgánica y que tiene diversas formas de aprovechamiento, según se trate de materia de origen animal o vegetal. Sólo en materia vegetal, se estima que se producen anualmente 200 millones de Toneladas. El principal aprovechamiento energético de la biomasa es la combustión de la madera, que genera contaminación atmosférica y un problema indirecto de desertización y erosión, salvo que se realice una planificación forestal correcta.

Los desechos orgánicos también son utilizables mediante transformaciones químicas principalmente, siendo las más conocidas las aplicaciones de digestores anaeróbicos para detritus orgánicos y la producción de biogás procedente de residuos sólidos urbanos. Sin embargo, la creciente innovación tecnológica de materiales y equipos está afianzando nuevos sistemas de aprovechamiento de los residuos ganaderos y forestales. Consolida un esperanzador futuro en la línea de los biocombustibles, de modo que se pueda compatibilizar una agricultura sostenible con un diseño de producción energética que respete el entorno. Existen tres tipos importantes de energía proveniente de la biomasa:

a. Biomasa natural, es la que se produce espontáneamente en la naturaleza, tales como bosques, matorrales, herbazales, etc. No es la más adecuada para un aprovechamiento energético masivo ya que puede causar una rápida degradación de los ecosistemas naturales.

b. Biomasa residual, es la procedente de actividades agrícolas, ganaderas y forestales. Su utilización ofrece en principio perspectivas atrayentes aunque limitadas, siendo en general más importante la descontaminación que se produce al eliminar estos residuos que la energía generada.

c. Biomasa de plantaciones energéticas, los cultivos energéticos son ya una realidad en países como Brasil y Estados Unidos que enfocan la producción de caña de azúcar y maíz, respectivamente, a la obtención de etanol. En el primero, el etanol se utiliza desde 1980 con una producción anual que excede los dos billones de litros y con una eficiencia cercana al 85. Si bien hasta ahora el principal incremento en la utilización de la biomasa como fuente de energía se ha basado en la biomasa residual, son los cultivos energéticos los considerados como la alternativa más adecuada y competitiva,(Posso, 2000).

Con un estimado de 14.000 MW de capacidad mundial instalada, la biomasa es la mayor fuente de potencia para generación de energía eléctrica con EA después de la hidroeléctrica. Estados Unidos es el más grande generador con 7.000 MW instalados. Las expectativas de crecimiento de la generación en el mundo es alcanzar más de 30.000 MW para el año 2020, en cuanto a China e India prevén instalar sistemas con biomasa de manera masiva, las estimaciones muestran que para el 2015, China deberá tener 4.000 MW instalados y la India, 1.500 MW. Esto representa un crecimiento extraordinario de su capacidad instalada actual de 154 MW y 59 MW respectivamente. Otros países con un promisorio crecimiento de la bioenergía son Brasil, Malasia, Filipinas, Indonesia, Australia, Canadá, Inglaterra, Alemania y Francia (Posso, 2000). No obstante, para que éstas aspiraciones prosperen será preciso además de políticas de incentivo adecuadas un avance en el conocimiento de la biomasa como combustible así como un importante desarrollo de las tecnologías de conversión para la actualización de los procesos casi ancestrales para hacerlos factibles, competitivos y eficientes (Posso, 2000).

1.2.6 La energía solar

Con las excepciones de la energía nuclear, geotérmica y mareas, todas las formas de energía usadas en la tierra se originan a partir de la energía del sol, siendo ésta

el resultado de un proceso de fusión nuclear que tiene lugar en su interior. De toda la energía producida, nuestro planeta recibe menos de una milmillonésima parte; sin embargo, es una cantidad enorme en proporción al tamaño de nuestro planeta y a los requerimientos de energía. Basta decir que, la energía diaria proporcionada por el sol a la Tierra es aproximadamente igual al consumo mundial de energía en 27 años, al llegar esta energía a la superficie terrestre se puede transformar en calor útil, electricidad, o usarse para producir un combustible. Todo esto demuestra su poder (Posso, 2000).

El problema más importante de la energía solar consiste en disponer de sistemas eficientes de aprovechamiento (captación o transformación). Instalación mixta autónoma de abastecimiento energético mediante paneles fotovoltaicos, colectores térmicos y aerogenerador. Tres son los sistemas más desarrollados de aprovechamiento de la energía solar:

- a. El *calentamiento de agua*, de utilidad para proporcionar calor y refrigerar, mediante colectores planos y tubos de vacío principalmente.
- b. La *producción de electricidad*, con la utilización del efecto fotovoltaico. Dado que determinados materiales tienen la cualidad de ser excitados ante un fotón lumínico y crear corriente eléctrica (efecto fotovoltaico), una forma de aprovechar la radiación consiste en instalar células y paneles fotovoltaicos que suministren energía eléctrica.
- c. El aprovechamiento de la energía solar en la edificación también denominada "*edificación bioclimática*", consiste en diseñar la edificación aprovechando las características climáticas de la zona en donde se ubique y utilizando materiales que proporcionen un máximo rendimiento a la radiación recibida con la finalidad de conseguir establecer niveles de confort térmico para la habitabilidad.

Ahora bien, a pesar de ser la fuente energética más acorde con el medio, inagotable y con capacidad suficiente para abastecer las necesidades de energía del planeta, el aprovechamiento de la energía solar habrá de solventar el conflicto derivado del hecho de que se produce sólo durante unas determinadas horas (a lo largo del día) y por tanto el almacenamiento de energía de los diferentes sistemas para realizarlo habrán de ser simultáneos (Posso, 2000).

El problema con la tecnología solar no es como a veces se afirma, una área terrestre insuficiente para recolectar toda la energía necesaria para la sociedad, el mundo la tiene, con cerca del 0,5 % del área superficial de la tierra se pueden satisfacer las necesidades energéticas mundiales para un año. El problema es su costo, intermitencia y baja eficiencia. Estas deficiencias se están tratando de superar así para el caso de los colectores solares las innovaciones tecnológicas se orientan a alcanzar bajos costos de producción y proveer almacenamiento de energía contra la intermitencia (Posso, 2000).

1.2.7 Carbón

El carbón es un combustible fósil. Es una roca combustible, sedimentaria y de origen orgánico compuesta principalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno. Se formó a partir de la vegetación que se ha ido consolidando entre otros estratos de roca y se ha alterado por los efectos combinados de la presión y el calor a lo largo de millones de años para acabar formando las vetas de carbón. Se estima que existen unas reservas de carbón de 984.000 millones de toneladas en todo el mundo. Esto significa que hay suficiente carbón para los próximos 190 años, hay carbón en todo el mundo puede encontrarse en todos los continentes en más de 70 países, como se aprecia en la figura 1.6 las mayores reservas están ubicadas en EEUU, Rusia, China e India.

Reservas de carbón en el mundo. Enero 2005

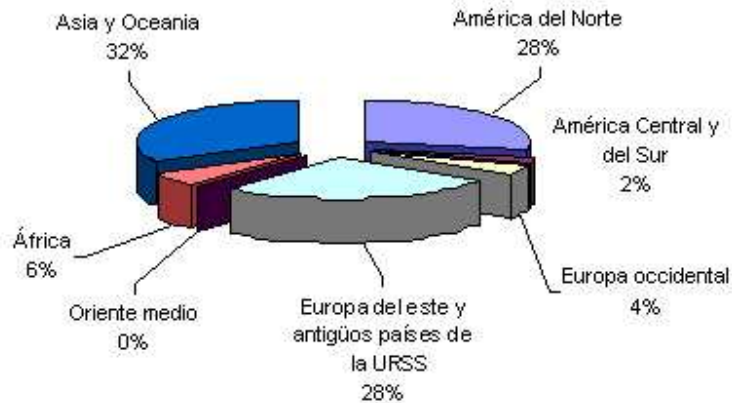


Figura 1.6 Reservas mundiales de carbón. Fuente: (IEA, 2005).

Del carbón se obtiene la mayor cantidad de energía eléctrica. El consumo global de carbón ronda los 6.200 millones de Toneladas al año, de la cual, el 75% es usado para la generación de electricidad. China produjo 2.380 millones de Toneladas de carbón en el 2006 y el carbón fue el responsable del 83,2% de la electricidad producida en ese país. Los Estados Unidos produjeron 1.053 millones de Toneladas en 2006, el 90% de ellas fueron usadas para la generación de energía eléctrica. De hecho, el carbón es la principal fuente de energía eléctrica en Estados Unidos. En el mundo el 40% de la energía eléctrica producida usa el carbón como fuente de combustible. Las reservas probadas de carbón en el planeta son de 909.064 millones de Toneladas, estas alcanzarían a los niveles de consumo actual, para 147 años de producción. Nuevas exploraciones continúan ampliando estas reservas. Sin embargo, el principal problema del uso del carbón es la contaminación generada. El uso del carbón como fuente de combustible, es el causante de la mayor fuente de emisión de dióxido de carbono a la atmósfera, gas causante del calentamiento global, (Rodríguez, 2007).

1.2.8 Petróleo

Es un aceite natural, constituido por una mezcla de hidrocarburos y otros compuestos orgánicos. Se han encontrado grandes yacimientos de crudo en: Medio Oriente (Arabia Saudita, Irán Irak, Kuwait) con más de 675 mil millones de barriles a finales de 1999, en América del Sur (Venezuela, Perú, Ecuador, Brasil, Colombia) con 89.000 millones de barriles hasta 1999, en África, donde se encuentra el 89.5% de las reservas probadas hasta ese año; en el norte de Europa (Noruega e Inglaterra) con 20.000 millones de barriles, en Norteamérica (Canadá, Estados Unidos y México) con 63.700 millones de barriles en 1999, en Asia con 65.400 millones de barriles en Rusia y 44.000 millones de barriles en China) y en El Caribe (Trinidad y Tobago) .

Las reservas probadas cuantificadas hasta finales de 1999 (1.033.800 Millones de barriles), darían para 41 años más de acuerdo con las estimaciones sobre el comportamiento de la demanda mundial de combustibles refinados. Sin embargo, la búsqueda de yacimientos continúa, y por ende ese plazo también aumenta conforme aparecen nuevas reservas probadas. Paralelamente, varios países destinan una parte importante de sus presupuestos a las investigaciones en la búsqueda de fuentes alternativas de energía (RECOPE, _____).

En enero de 2007, las reservas de petróleo en el mundo ascendían a 1.317,6 billones de barriles, distribuidas tal y como se indica en la figura 1.7. Las mayores reservas se encuentran en Oriente Medio, América del Norte y en mucho menor porcentaje África. Las reservas de petróleo en Europa están principalmente representadas por los países del Este y sobre todo por los países que pertenecieron a la extinta URSS (IEA, 2005).

**Reservas mundiales de petróleo
en billones de barriles. Enero 2007**

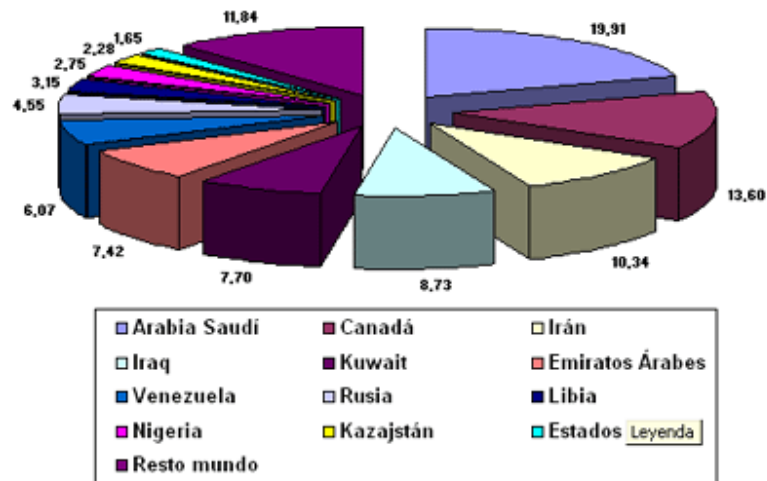


Figura 1.7 Reservas mundiales de petróleo. Fuente: (IEA, 2005).

1.2.9 Gas

Utilizable como fuente de energía el gas natural realmente tiene un solo obstáculo pero es importante: es difícil de transportar y almacenar. Si el sistema de transporte o el almacenamiento no es totalmente sellado el gas natural se fuga. Además, ambos sistemas deben ser capaces de resistir altas presiones a fin de las compactas de gas natural en un espacio razonable.

El gas natural es otro combustible fósil de amplia utilización el planeta. Es una de las principales fuentes de generación eléctrica. Una de las principales ventajas de gas natural es que su utilización genera menor cantidad de dióxido de carbono que la quema de petróleo y carbón (30% menos que el petróleo y 45% menos que el carbón). El gas cubre actualmente el 23% de la demanda global de energía y se espera que para 2030 represente el 27,4%. La desventaja principal de esta fuente de energía es que, al igual que el petróleo, se espera que en algunas décadas su producción comience a declinar producto del agotamiento de sus reservas en el

planeta. Las reservas probadas de gas natural en el mundo al cierre de 2006 eran de alrededor de 181.000 billones de metros cúbicos, de esta cantidad, el 49,3% corresponde a países miembros de la OPEC. Esta cantidad, a los niveles actuales de consumo, alcanzaría para 60 años de utilización, (Rodríguez, 2007). En Enero de 2007, las reservas de gas natural ascendían a 6,183 trillones de pies cúbicos distribuidos tal y como se indica en la figura 1.8.

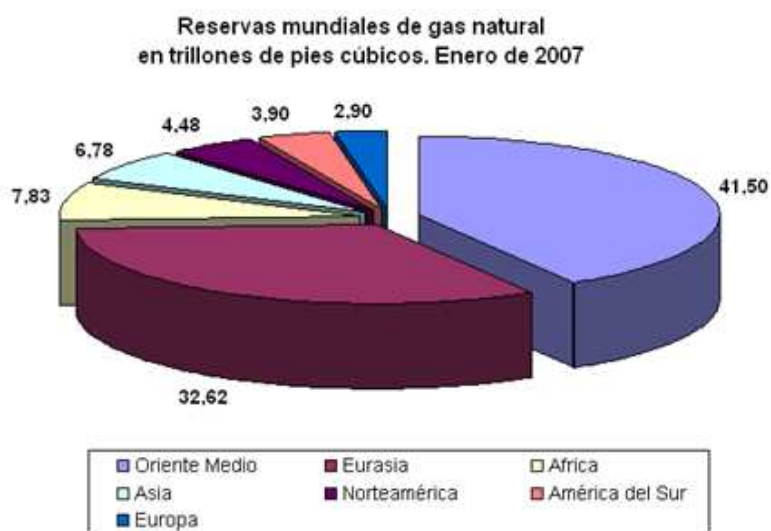


Figura 1.8 Reservas mundiales de gas natural. Fuente: (IEA, 2005).

1.2.10 Energía Nuclear

Es la que une el núcleo de los átomos. Se transforma primero en energía calorífica y ésta a su vez en mecánica y eléctrica. Los protones y los neutrones constituyen el llamado núcleo de los átomos y los electrones gravitan a su alrededor. Al bombardear un átomo pesado con neutrones su núcleo se rompe o se fisiona liberando en el proceso una enorme cantidad de energía. Al fisionarse puede emitir también neutrones y si éstos son dos o tres chocarán con otros átomos

produciéndose una reacción en cadena que produce la energía nuclear (MPFIPS, ____).

Si bien se argumenta que no es una energía sustentable en el sentido completo del concepto es una energía superabundante y prácticamente inagotable. Luego de décadas de investigaciones la fusión nuclear todavía no ha sido probada en principio esto es, la fusión nuclear no está lista para desarrollarse como una tecnología comercial hasta que se demuestre que la energía liberada por las reacciones nucleares es mayor que la requerida para que tales reacciones se den.

La fusión nuclear permanece como una promesa a largo plazo para su rol propuesto de una fuente alterna de energía. Incluso aún si se prueba la ganancia en energía neta y se desarrolla la tecnología de fusión nuclear para plantas de potencia, probablemente sea incompatible con el concepto de sustentabilidad debido al gran tamaño de los reactores y los problemas relacionados con la operación de tecnología nuclear (Posso, 2000).

1.2.11 Hidrógeno

El hidrógeno es el elemento más abundante, básico y ligero del Universo. Sin embargo, su presencia en estado puro es excepcional, lo que hace necesario el uso de diferentes técnicas para su obtención. Si se quiere llegar a la 'plenitud del hidrógeno' como energía del siglo XXI tal y como lo ha denominado el World Watch Institute, se necesita generar el hidrógeno de forma limpia e inagotable.

Según el informe de esta organización, en la actualidad el 99% del hidrógeno que se produce en el mundo se obtiene mediante el consumo de otros combustibles fósiles como el petróleo, gas natural, etc.

Existen numerosos métodos de obtención del hidrógeno. En el ámbito industrial se logra a partir del agua, por electrólisis (un método de separación de los elementos que forman parte de un compuesto aplicando electricidad). Si se utiliza como fuente el gas natural éste se comprime para separar los hidrocarburos ligeros se le somete a un proceso de desecación para eliminar el agua y se separan el azufre y el nitrógeno. Se pueden encontrar aplicaciones del hidrógeno en la industria espacial. El hidrógeno líquido junto con el oxígeno se utiliza para la propulsión de cohetes, es capaz de impulsar automóviles y de generar energía para plantas industriales y puede sustituir a todas las fuentes de electricidad, desde baterías para móviles hasta motores de autobuses, (____, 2005).

La necesidad de energía y por lo tanto de hacer uso de fuentes energéticas es inherente a la condición de ser vivo de los humanos. Esta necesidad que comparte con otros seres vivos se hace más compleja en nuestra especie por la diversidad de actividades que tiene que realizar para satisfacer sus necesidades biológicas, sociales, económicas, culturales y tecnológicas (AIE, 2001).

Teniendo en cuenta el origen de las fuentes energéticas utilizadas, en cuanto a calidad y cantidad disponible de cada una y la demanda energética antrópica, se hace necesario la búsqueda de alternativas tanto de fuentes energéticas como gestión sobre estas.

1.3 BALANCE ENERGETICO GLOBAL

El balance energético natural global, esta determinado por la relación entre la oferta y la demanda energética determinada por el flujo energético entre el sol y la biosfera, respectivamente. La especie humana reconocida por el elevado consumo energético que le implica suplir las necesidades creadas de esta ha llevado a la disminución de fuentes energéticas debido al rápido consumo de la energía

química almacenada por largo periodo de tiempo lo que conduce a la carencia de la energía para la producción de trabajo en un futuro y a la reducción del desarrollo de la sociedad humana mundial.

La obtención y uso de la energía ha sido fundamental en el despliegue económico, político y social sin precedentes experimentado por la humanidad en los últimos dos siglos. La producción de energía eléctrica, es vital para la expansión económica y la reducción de la pobreza en el mundo, sin embargo ante el inevitable agotamiento de las fuentes de energía no renovables del planeta como principal fuente energética y la contaminación generada por el uso de estas fuentes urge la redefinición de conceptos y la elaboración de políticas energéticas sustentables.

En la actualidad los combustibles fósiles proveen algo más del 90% del total de las necesidades de energía a escala global con el petróleo como fuente líder, recurso no renovable. Las reservas de petróleo crudo probadas no han aumentado significativamente en las últimas décadas, sin embargo el consumo se incrementa velozmente como consecuencia del derroche de algunos países y el crecimiento acelerado de grandes naciones en vía de desarrollo. Teniendo en cuenta las reservas probadas de crudo y manteniendo el ritmo actual de la demanda de energía en el planeta el petróleo se acabaría en no más de 50 años. Los esfuerzos por encontrar fuentes de energías renovables que sirvan como alternativa viables al petróleo y otros combustibles fósiles aún no han dado frutos palpables (Rodríguez, 2007).

De acuerdo con el caso de referencia de IEA 2007 el uso de todas las fuentes de energía aumentará durante el periodo 2004-2030 como se observa en la figura 1.9. Los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón), seguirán siendo los más utilizados en todo el mundo, básicamente por su importancia en el transporte y en el sector industrial. Las energías nuclear y renovables también

experimentarán un aumento durante el mismo periodo aunque mucho más suave. El empleo de estos dos recursos energéticos puede verse alterado por cambios en las políticas o leyes que limiten la producción de gases de combustión que, de acuerdo con los trabajos de muchos científicos están siendo los responsables directos del cambio climático.

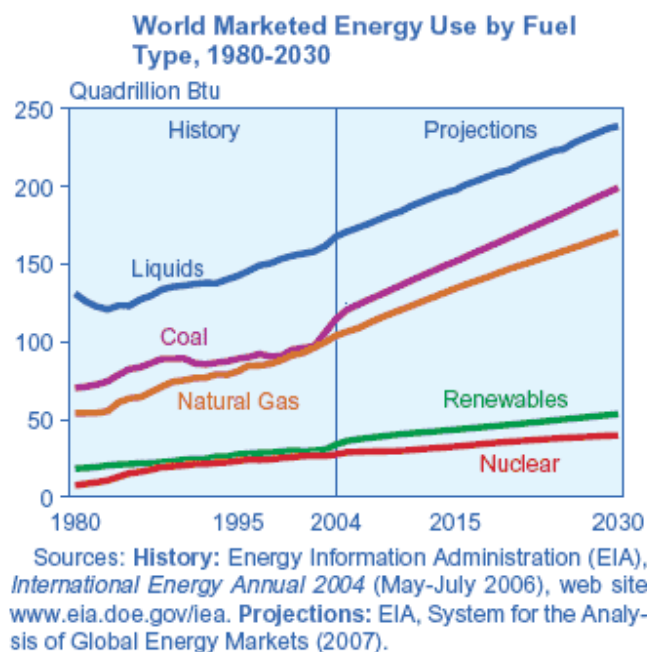


Figura 1.9 Proyección del incremento de la demanda de combustible en el mundo.

Fuente: (IEA, 2007).

Se consume diariamente en el mundo casi 48 millones de barriles, lo que es equivalente a diez veces la producción de los EEUU. Esto revela que el verdadero problema es el crecimiento de la demanda del crudo, que supera a la oferta y que pone en jaque a todo el mundo. La Agencia Internacional de Energía (IEA) proyectó que entre el 2007 al 2012 la demanda crecerá a un 2.2% promedio anual, por encima del cálculo anterior (2%), considerando un crecimiento económico mundial del 4.5% (Muñoz, 2007).

Es necesario tener en cuenta la primera y segunda ley de la termodinámica ya que residen invariablemente en una contabilidad del sistema íntegro. Tanto los organismos biológicos como las máquinas construidas por el hombre pueden organizar sustancias difusas procedentes del ambiente hacia el desorden que se deduce de la segunda ley de la termodinámica. Pero una contabilidad completa de todas las consecuencias, revela pronto que el desorden en el sistema íntegro (el proceso y el medio circundante) aumenta invariablemente (Sutton, 2003). Por esto, el consumo acelerado de fuentes energéticas desencadenan fenómenos internos y externos que determinan la funcionalidad y evolución del sistema más tratándose de la interacción constante entre sistemas vivos y elementos no vivos ya que las reacciones acumulativas estarán definidas por la capacidad de adaptación del cada uno de los sistemas constitutivos.

Desde 1800 el uso anual de la energía comercial producida a partir de los combustibles ha crecido exponencialmente acentuándose el ascenso anual de la tasa de crecimiento desde 1900. Los países desarrollados y los países en vía de desarrollo difieren enormemente en sus fuentes de energía en la cantidad total utilizada y en el promedio de energía usado por persona.

La fuente suplementaria de energía más importante para los países en vía de desarrollo ha sido la biomasa recurso potencialmente renovable (especialmente la madera combustible) que es la principal fuente de energía para calentar y cocinar de aproximadamente la mitad de la población del mundo. A diferencia, los países desarrollados deben su infraestructura magistral al uso de combustibles más eficientes pero no renovables como el petróleo, carbón y gas. Un cuarto de la población del mundo en los países desarrollados puede afrontar escasez de petróleo pero la mitad de la población del mundo en los países en vía de desarrollo ya se enfrenta a una escasez de madera combustible.

Estados Unidos, es el mayor usuario de energía del mundo. Con solo el 4.7% de la población mundial, utiliza el 25% de la energía comercial del planeta. En

contraste la India, con cerca del 16% de la población global usa solamente casi el 1.5% de la energía comercial mundial. En 1991, 245 millones de estadounidenses utilizaron más energía solo para el acondicionamiento del aire, que la que 1.100 millones de chinos usaron para todas sus necesidades en ese lapso. Situación que ha cambiado rápidamente, ya que China como país de economía emergente ha aumentado su consumo energético, China superará a Estados Unidos como el mayor consumidor de energía en el mundo después del 2010, dado que el auge económico en ese país y en India transformaran el orden energético mundial por lo cual se establece un crecimiento del 50% aproximadamente en la demanda energética mundial hasta el 2030 (CNN, 2007). Para llevar el uso de energía en los países en vía de desarrollo a los niveles utilizados corrientemente por los países desarrollados en el año 2025 se requeriría aumentar cinco veces el uso mundial presente de energía comercial (Miller, 1992).

Tabla 1.1 Consumo total de energía. (Unidades: cuatrillones unidades térmicas inglesas). Fuente: IEA, 2005)

2004	2010	2015	2020	2025	2030
447	511	559	607	654	702

El consumo de energía en el mundo se incrementará en un 57% entre 2004 y 2030, dado en gran parte por las economías emergentes (ver tabla 1.1). Las economías emergentes serán con mucho, las responsables del crecimiento proyectado en el consumo de energía dentro del mercado en las dos próximas décadas como se muestra en la figura 1.8.

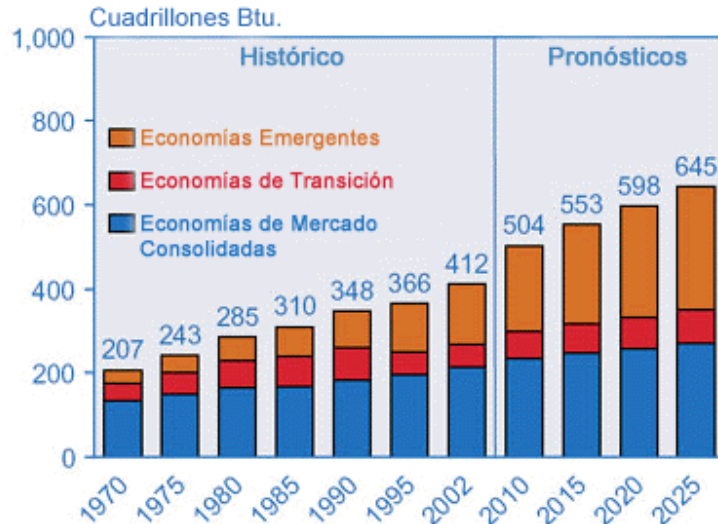
Al pensar en la construcción de un balance energético global, es necesario comenzar por el concepto de desarrollo que ha implicado a cada una de las naciones la inversión y el consumo de energía. Marta Bekerman, profesora de Desarrollo Económico de la Universidad de Buenos Aires, expresa la no existencia de una definición precisa sobre el concepto de desarrollo el cual ha sido un término tomado de la física. En la búsqueda de una definición común se evidencian tantas definiciones como emisores de información, siendo común en todos las dimensiones asumidas en cada uno de los planteamientos.

Se parte de la noción de crecimiento económico enmarcado en una dimensión social, en la cual las naciones consiguen aumentar la capacidad de producción de bienes y servicios. Debido a esta concepción, ellos se transforman en medio y fines de sí mismos y hacen posible la clasificación de las sociedades en naciones desarrolladas, aquellas que ya lograron índices más altos de producción y consumo y subdesarrolladas, aquellas que todavía no lograron índices satisfactorios de producción y de consumo para todos sus habitantes (CNN, 2007).

En esta idea, el desarrollo consiste en la generación de productos dirigidos a satisfacer las necesidades de la sociedad en general mediante la producción que conduce a la generación de beneficios y riqueza. Pueden señalarse como elementos fundamentales del proceso sistémico de las actividades de producción(IICA, ___):

1. El trabajo, que representa la acción que incorpora fuerza (energía) para producir cosas útiles.
2. Los instrumentos de producción, concebidos a efecto analítico como el fruto del trabajo humano, la tecnología y el capital (en términos económicos o naturales).

Mercado Mundial del consumo de energía por región, 1970-2025



FUENTES: *Historia:* Energy Information Administration (EIA), *International Energy Annual 2002*, DOE/EIA-0219(2002) (Washington, DC, March 2004), web site www.eia.doe.gov/iea/. *Pronósticos:* EIA, *System for the Analysis of Global Energy Markets* (2005).

Figura 1.8 Incremento del consumo de energía por las principales economías mundiales.

. Fuente: (IEA, 2005).

Pero es bien sabido que, al final de la década de los años sesenta se concibe una idea de desarrollo la cual procura integrar y asociar las dimensiones económica y social con la dimensión ecológica, la cual surge como resultado de la conciencia de los crecientes problemas ambientales y de los límites impuestos por la naturaleza a la explotación y crecimiento económico descontrolado. Además se agrega nuevamente la forma excluyente y concentrada de la acumulación del capital a nivel mundial por unos pocos (IICA, ____). Esta definición ha sido ampliamente aceptada y adaptada por todos los sectores de la sociedad en pro del sostenimiento ambiental. El rápido desarrollo a nivel global ha sido posible por la obtención de grandes cantidades de combustible a precios relativamente bajo,

lo que permitió a muchos países desarrollarse a ritmos acelerados. Hoy en día cuando la especulación de una crisis energética se evidencia en el encarecimiento de productos generadores y la agencia Internacional de la Energía (AIE) en su informe anual The World Energy Outlook 2007 (WEO 2007) describe de una manera dramática la situación de naciones como China e India en su papel de gigantes emergentes frente a la economía mundial e Internacional de los mercados de la energía.

Ya son muchos los estudiosos, que cuestionan la situación energética actual respecto al desarrollo y crecimiento de países desarrollados y emergentes, uno de ellos el catedrático de la Universidad de Barcelona, Mariano Marzo, quien describe esta situación de acuerdo al informe de este año de la AIE donde Fatih Birol economista jefe advierte que, el informe de este año es el más sombrío de los editados hasta la fecha. Según Birol, este pesimismo pretende hacer reaccionar al mundo ante el hecho de que estamos perdiendo un tiempo precioso para enderezar un rumbo (Sevares, 2007). Estas son algunas de las previsiones para el periodo 2005-2030 del escenario que Marzo referencia del WEO 2007:

1. La demanda energética mundial se incrementará en un 55%, con los combustibles fósiles cubriendo el 84% de dicho aumento. Entre ellos destaca el carbón que en el 2030 habrá experimentado un crecimiento cercano al 73% pasando a representar el 28% del mix energético global frente al 32% del petróleo y el 22% del gas.
2. Los países en desarrollo contribuirán en un 74% al aumento del uso global de la energía primaria, con China e India absorbiendo el 45%.
3. Asegurar la demanda global de energía para el periodo 2005-2030 requerirá invertir unos 22 billones de dólares (del 2006).
4. Si las inversiones necesarias llegan a tiempo, los recursos mundiales de petróleo parecen suficientes para cubrir el aumento de la demanda previsto

aunque la extracción estará concentrada en la OPEP, que en el 2030 deberá asegurar el 52% del suministro mundial.

5. La dependencia de los consumidores de petróleo y gas de un reducido número de países exportadores puede exacerbar los riesgos de interrupciones temporales del suministro.
6. De aquí al 2015 no puede descartarse la posibilidad de una crisis en el suministro acompañada de una vertiginosa escalada de precios.
7. El uso masivo de combustibles fósiles se traducirá para el 2030 en un aumento del 57% de las emisiones de CO₂.

Algo que si es claro, y se expresa en el mismo informe es, si los gobiernos del mundo mantienen sus actuales políticas, las necesidades energéticas mundiales en 2030 superarán en más de un 50% las de hoy. Los combustibles fósiles siguen dominando el patrón de consumo global de energía. Este patrón de consumo provocará un incremento continuado de las emisiones energéticas de dióxido de carbono, y un aumento de la dependencia, por parte de los países consumidores, de las importaciones de petróleo y de gas, procedentes en su mayor parte de Oriente Medio y de Rusia. Ambas circunstancias intensificarían los temores relacionados con el cambio climático y la seguridad de los suministros energéticos (IEA, 2007).

La demanda energética mundial en el año 2005 estaba alrededor de 11.4 de millones de toneladas equivalentes de petróleo, la cual se aumenta año tras año. Es claro que los combustibles fósiles se mantendrán como la fuente principal de energía, aunque se espera un descenso en la demanda del petróleo, este margen será suplido por el carbón y en menor proporción por el gas natural (IEA, 2007).

Respecto a los combustibles alternativos o renovables, para el año 2000, el consumo energético de estas fuentes fue igual al 8% del consumo mundial. Si bien

la participación en el mercado todavía es baja, se espera a mediano plazo un incremento importante, las proyecciones optimistas establecen que las energías alternativas podrían suplir el 50 % de la demanda mundial de energía para el año 2050. Un ejemplo de su creciente participación en el mercado energético está en la producción de energía eléctrica, en el lapso 1991-2000 se ha dado un aumento del 74% en la potencia eléctrica generada a partir de las energías geotérmica, eólica, solar y biomasa, del 22 % para la nuclear y del 20% para la hidroeléctrica. Como resultado, países como Estados Unidos, Alemania, España e Israel presentan un crecimiento muy acelerado de su uso (Posso, 2002).

En cuanto a su empleo, este tiene motivaciones diferentes, así para la mayoría de los países desarrollados obedece a: i) su necesidad de disponer de fuentes energéticas seguras en contraposición a los combustibles fósiles, sumamente sensibles a perturbaciones geopolíticas; ii) la creciente conciencia colectiva sobre los nocivos efectos ambientales del actual sistema energético, con la consecuente presión sobre los gobernantes e industrias y iii) el propósito de alcanzar la independencia energética. Mientras que para los países subdesarrollados las energías alternativas se están convirtiendo en la única opción factible para la satisfacción de sus necesidades energéticas (Posso, 2002). El impacto de las EA es de diferente naturaleza:

a. Ambiental, se estima que si para el año 2010 se logra que el 15% de la demanda proyectada de energía en la Unión Europea provenga de aquellas se evitaría la emisión a la atmósfera de 402 millones de toneladas de CO₂.

b. Financiera, la industria eólica alcanzó una cifra mundial de negocios de 1,7 billones de euros en 1998 y el Banco Mundial predice que el mercado global de electricidad solar alcanzará los \$ 4 trillones en 30 años.

c. Estratégica, se estima que Estados Unidos podría producir 190 billones de galones por año de etanol usando sus fuentes de biomasa reemplazando de esta manera la gasolina.

d. Social, el ritmo de creación de empleo de las alternativas es cinco veces superior al de las convencionales y su utilización masiva implica la participación activa de la comunidad propiciando de esta manera el desarrollo regional y la preservación cultural.

Definitivamente se reconoce la importancia de cada uno de los factores que influyen tanto en la oferta como en la demanda de combustibles. Entre estos el precio de estos combustibles, el crecimiento económico y de la población en el planeta durante esta etapa, el desarrollo de nuevos yacimientos petrolíferos, los avances tecnológicos a ser desarrollados, la ampliación de la producción de energía con fuentes alternativas y las políticas públicas en cuanto al combate al cambio climático. Como es evidente, es muy difícil pronosticar la mayoría de estos factores hasta 2030 con un nivel de certeza elevado (Rodríguez, 2007). A pesar que no es clara la relación del consumo de energías renovables frente a las no renovables en el mundo se manifiesta un incremento en el desarrollo de tecnologías aplicables a la obtención de energía de recursos renovables de acuerdo al informe presentado por la Agencia Internacional de Energía en el año 2001 se presentan escenarios de proyección con incremento en la producción en todos los recursos energéticos renovables o no renovables para los cuales se estima un incremento del 30% en el gas natural, un 50% en el carbón y un crecimiento continuo del 2.3% para los alternativos.

Como actuar entonces, sobre el manejo del consumo de energía y la posibilidad de las naciones a desarrollarse. Solo retomar el caso de India, China y Estados Unidos, dará una idea del presente y del futuro energético al cual la humanidad se

está dirigiendo. Se necesita tanto seguridad energética como condiciones ambientales para lograr el real desarrollo de las naciones.

El 90% de la energía que el planeta consume es fósil. Dentro del consumo energético mundial, el petróleo representa un 40% aproximadamente; el carbón, un 26% y el gas natural, un 24%. La energía nuclear representa el 2% real aunque algunos estiman su participación en el 5.7% y la hidráulica el 5%, energías que se presentan en la actualidad como una alternativa en la sustitución de las energías fósiles corresponden a tan solo el 3% del total, para lo cual la biomasa tiene una intervención del 1% aproximadamente, (ver tabla 1.2). Ante unos porcentajes de consumo como los expuestos anteriormente varias son las posturas y opiniones; críticas algunas y más optimistas otras. Según Claude Mandil, director ejecutivo de la Agencia Internacional de la Energía en París (Francia), las conclusiones del World Energy Outlook 2004, informe en el que se recogen las últimas previsiones energéticas hasta el año 2030, son optimistas: *“La Tierra contiene recursos energéticos más que suficientes de cara a las próximas décadas. El mundo no se quedará ahora sin petróleo. Es más, hay suficiente dinero en el mundo para financiar las infraestructuras que sean necesarias”*. Sin embargo, el citado informe califica como un profundo problema el inexorable incremento de la demanda global de energía que se producirá de aquí a 2030, que determina un incremento del 59%, de la cual participaran activamente China e India con sus economías emergentes.

La demanda energética mundial se puede establecer en alrededor de los 11.4 millones de toneladas equivalentes de petróleo, la cual el petróleo se ocupa de suplir 80 millones de barriles diarios (2008), Si consideramos el ritmo de crecimiento económico y de la población mundial, el mundo necesitaría aumentar su consumo de crudo en un 2,1 por ciento al año. Desde que se comenzó a extraer petróleo se han consumido 900.000 millones de barriles. Según Collin

Campbell, en el planeta queda por extraer aproximadamente la misma cantidad (____, 2004).

Tabla 1.2 Porcentaje de participación de los principales recursos energéticos en el mundo.

Energía convencional	Petróleo	40%	90%
	Carbón	26%	
	Gas natural	24%	
Energía alternativa	Nuclear	2%	10%
	Eólica	> 1%	
	Solar	> 1%	
	Hídrica	5%	
	Biocombustibles	1%	
	Otros	1%	

La situación en términos energéticos para el mundo no muestra el panorama inmediato catastrófico que se ha establecido, es de señalar que el ciclo de materia del planeta es cerrado por lo tanto llegara el momento que realmente finalicen las reservas de energía fósil pero la especulación y los mercados han manejado el debacle anticipado. La mayor parte de las reservas de petróleo y gas natural no mostraron cambio alguno. A pesar de una pequeña disminución en 2006, las reservas de crudo sumaron mil 208 billones de barriles y son aproximadamente 15% mayores a las que había hace una década. El consumo de carbón aumentó 4.5% la tasa más alta entre los hidrocarburos impulsado principalmente por un alza de 8.7% en China. El uso de carbón disminuyó en Estados Unidos pero en Inglaterra y otros países se elevó por tercer año consecutivo. La generación de energía nuclear se incrementó 1.4% en 2006 debido fundamentalmente a un mayor uso de la capacidad instalada y modernización de las plantas. El uso de energía eólica y solar siguió creciendo, sin embargo el nivel con el cual se comparan las cifras de 2006 es bajo. A pesar de que la capacidad instalada para

la generación de energía eólica aumentó 25%, esta tecnología aporta menos de uno por ciento de lo que se consume en el mundo y la contribución de la energía solar es aún menor. En tanto el consumo de etanol se incrementó en 22%, (____, 2007)

Tabla 1.3 Clasificación recursos energéticos.

TIPO DE ENERGIA	RECURSO	CONTROL ANTROPICO	RENOVABILIDAD	DETERMINANTES DE OBTENCION
Fósiles	Petróleo Carbón Gas	Total	NO	Disminución reservas
Nuclear	Uranio Plutonio Torio Estroncio Polonio	Parcial	NO	Manejo tecnológico
Hidrogeno	Hidrogeno	Total	NO	Desarrollo tecnológico asociado
Geotérmica	Calor terrestre	Parcial	NO	Desarrollo tecnológico
Bioquímica	Residuos biomasicos	Total	NO	Desarrollo tecnológico
Biológica	Biomasa vegetal	Parcial	SI	Cambio climático
Eólica	Viento	Parcial	SI	Cambio climático
Hídrica	Ríos Embalses Mares	Parcial	SI	Cambio climático

Al analizar la situación establecida hasta el momento, la importancia destinada al uso de biocombustibles a partir de biomasa vegetal esta lejos de entrar a reemplazar la energía obtenida a partir de los combustibles fósiles. Si la representación del etanol y biodiesel en el mercado es del 1% en el mercado energético no es posible siquiera pensar en pretender abastecer de acuerdo la demanda energética actual al complejo sistema antrópico.

Sumado al escenario anterior, la disponibilidad de energía de forma eficiente y eficaz esta ligada al manejo que se tenga en la obtención de cada fuente. El control antrópico para los diferentes recursos energéticos es variado, muchos

dependen aun del desarrollo tecnológico que de acuerdo a los avances de la ingeniería y las ciencias no son un limitante preponderante para la especie humana. Pero hay una realidad que se sale totalmente de las manos por más avances en el conocimiento y en la tecnología, es la transformación de los elementos estructurantes del medio ambiente lo que ha llevado a un desenlace de desequilibrio e incertidumbre ambiental y es el denominado cambio climático, (ver tabla 1.3). Este factor realmente es definitivo en el manejo de las llamadas energías alternativas ya que el agua, el viento y la biomasa están directamente relacionados en la dinámica ambiental de la biosfera total.

BIBLIOGRAFIA

BADILLA, J. A. 2005. Proyecto solar fotovoltaico conectado a la red. Instituto Costarricense de Electricidad. En: http://www.grupoice.com/esp/ele/infraest/proyect/solar/pdf/hist_proyecto_solar_PSA.pdf. Revisado: 14/11/07.

BEHAR, M. 2005. Windmills in the sky. En: <http://www.popsoci.com/scitech/article/2005-11/windmills-sky>. Revisado: 14/11/07

CNN. 2007. China consumirá mas energía que EU. En: <http://www.cnnexpansion.com/portada/china-consumira-mas-energia-que-eu/view>. Revisado: 14/11/07

CREA. Confederación de empresarios de Aragón. Avance económico 2007. En: http://www.aeia.com/Archivos/Descargas/Avance_Economico_2007.pdf. Revisado: 03/04/08

GATES, D. M. 1985. Energy and ecology. Sinauer Associates. USA. 377 p.

IEA. 2001. International Energy Agency. World energy Outlook En: www.iea.org/textbase/nppdf/free/2000/belgium2001.pdf. Revisado: 04/04/08

IEA. 2001. International Energy Agency. World energy Outlook En: Revisado: <http://www.worldenergyoutlook.org/2005.asp02/12/08>

IEA. 2007. International Energy Agency. World energy Outlook. China and India. Resumen ejecutivo. En: http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2007/WEO_2007_Spanish.pdf. Revisado: 03/04/08.

IICA. _____. Concepto de desarrollo sostenible. En: <http://infoagro.net/shared/docs/a6/PM7.pdf>. Revisado 03/04/08.

KING, M. 2006. The Earth Observer. En: http://eospsso.gsfc.nasa.gov/eos_observ/pdf/Nov-Dec06.pdf. Revisado: 03/04/08

- MARZO, M. 2007. Crisis energética. En: <http://www.crisisenergetica.org/article.php?story=20071107123640552>. Revisado: 03/04/08
- MILLER, G. T. 1992. Ecología y medio ambiente. Grupo Editorial Ibero América. México. 867 Pág.
- MINISTERIO DE PLANIFICACION FEDERAL, INVERSION PUBLICA Y SERVICIOS, MPFIPS. _____. Energía: Contenidos didácticos. En: <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivos/Glosario%20Direccion%20Nacional%20Promocion/Glosario.doc>. Revisado: 04/04/08.
- MUÑOS, R. 2007. La carrera del precio del petróleo y los biocombustibles. En: <http://www.inta.gov.ar/Pergamino/info/documentos/2007/biocombfuturo77.pdf>. Revisado: 14/04/08
- ODUM, E. P. 1972. Ecología. Editorial Mc Graw Hill. Mexico. 639 p.
- PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE. PSSC. 1964. Física. Editorial Bedout. Colombia. Págs. 473-562.
- PONS, X. 1996. Estimación de la radiación solar a partir de modelos digitales de elevaciones. Propuesta metodologica. Universidad Autónoma de Barcelona. En: http://magno.uab.es/atles-climatic/pdf/rad_pot.pdf. Revisado: 14/11/07.
- POSSO, F. 2000. Energía y ambiente: pasado, presente y futuro. Universidad de los Andes Táchira. Venezuela. Geoenseñanza Vol 7-2002 (1-2) p. 54-73 En: http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/geoensenanza/vol7num1_2/articulo5.pdf Revisado: 14/11/07
- RECOPE. _____.Refinadora Costarricense de Petróleo, S.A. San José Costa Rica. En: http://www.recope.go.cr/centro_informativo/sala_prensa/boletines/Boletinesword/boletines.htm. Revisado: 15/09/07.
- RODRIGUEZ, R. A. 2007. Crisis energética global. En: http://www.isri.cu/Paginas/Boletin/2008/boletin_0308.pdf. Revisado: 02/04/08
- _____. 2005. Hidrogeno como energía de futuro. Revista Consumer. Enero 2005. En: <http://revista.consumer.es/web/es/20050101/pdf/medioambiente.pdf>. Revisado. 02/04/08
- SEVARES, J. 2007. Discusiones sobre el desarrollo. En: <http://weblogs.clarin.com/i-desarrollo/archives/2007/07>. Revisado: 04/04/08.
- SUTTON, D. S; HARMON, N. P. 2003. Fundamentos de ecología. Limusa, Noriega Editores. México. 293 paginas.
- TAGÜEÑA, J; MARTINEZ, C. M. 2000. Energía. En: Revista Digital Universitaria. Universidad Autónoma de México.1 de Octubre de 2000 Vol. 1 No 2. En: www.revista.unam.mx/vol.1/num2/art2/-38k. Revisado: 10/03/08.
- TUNZA. _____. Energía infinita. Tomo 4 No 2. En: <http://www.ourplanet.com/tunza/issue0402sp/pdfs/08-09.pdf>. Revisado: 14/09/07

WORLD COAL INSTITUTE. WCI _____. El carbón. En:
http://www.worldcoal.org/assets_cm/files/PDF/spanish_what_is_coal_1.pdf. Revisado: 01/04/08

_____. Situación de la energía en el mundo, Europa y España. En:
<http://www.energiasrenovables.ciemat.es/especiales/energia/index.htm>. Revisado: 02/12/08

_____. 2004. Petróleo y consumo energético mundial. En:
<http://www.revistaindice.com/numero7/p18.pdf>. Revisado: 19/05/08

_____. 2007. Aumenta 2.4% la demanda mundial de energía. En:
<http://www.jornada.unam.mx/2007/07/03/index.php?section=economia&article=023n1eiu>.
Revisado: 20/05/08

CAPITULO II

2. LOS RECURSOS NATURALES VEGETALES Y LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

La biomasa vegetal, como único componente productor en la biosfera, establece la eficiencia de la productividad primaria en el sistema, la cual incluye realmente la energía disponible para los demás componentes y procesos en esta. El proceso fotosintético, el cual transforma la luz solar en moléculas orgánicas energéticas, faculta a los vegetales al almacenamiento de sustancias bioquímicas que mediante tecnología antrópica, pueden ser utilizados como recursos.

En los recursos energéticos a partir de las plantas la productividad neta expresada en gramos de carbono fijado por área es efectivamente alta. La materia prima utilizada como el dióxido de carbono y el agua mediante la activación de la energía solar son recursos disponibles en la naturaleza. La reserva de dióxido de carbono no establece límites en el proceso fotosintético al igual que la energía solar pero la limitación incuestionable está dirigida hacia la disponibilidad directa de agua y áreas de producción, además de los recursos naturales asociados a esta última como la calidad del suelo de siembra y condiciones ambientales, recursos naturales indispensables para la productividad de cualquier recurso vegetal.

El complejo proceso de la fotosíntesis debe funcionar de forma integrada y eficiente en un medio ambiente en donde existe una enorme variabilidad ambiental de factores que afectan la tasa fotosintética, tales como la luz, la temperatura, la humedad del aire, la disponibilidad hídrica del suelo y los nutrientes minerales. La tasa de fotosíntesis de una hoja depende de más de 50 reacciones individuales cada una de las cuales presenta su propia respuesta a cada variable ambiental ya que solo del 5% al 10% de la energía solar puede convertirse como fotosíntesis

bruta en las condiciones mas favorables de la cual del 20% al 50% es gastado en metabolismo de la planta reduciendo la porción disponible para los heterótrofos (Odum, 1982). De la habilidad que la planta manifieste en la realización del proceso fotosintético para compensar los efectos ambientales cambiantes, depende gran parte la productividad y supervivencia. Es por esto que la tasa de fotosíntesis puede variar a largo plazo en las próximas décadas a través de complejas respuestas adaptativas a los niveles cambiantes de CO₂, temperatura y régimen hídrico, entre muchos otros, asociados al cambio climático que se evidencia a nivel global (Azcon y Talon, 2001).

Es por esto que al considerar a la agricultura en un carácter biofísico se articula a la dinámica ecosistemica y se reconoce el uso de los recursos naturales locales además de la introducción en el sistema de una serie de elementos externos y la producción de nuevos elementos físicos o biológicos, para definir así los rasgos que caracterizan el uso de insumos (productos químicos, energía y agua) la utilización del suelo o la cubierta vegetal. La relación entre medio ambiente y agricultura es de tipo particular, por lo que los efectos son por naturaleza distintos de los de otros sectores económicos siendo el sector agrario el que utiliza una mayor superficie de tierras.

La productividad agrícola entendida como la producción de bienes y servicios de importancia económica para las sociedades humanas depende directamente de diversas variables. Dos de ellas de igual importancia corresponden a la superficie de cultivo y a la tecnología aplicada en estos. La disponibilidad de ambas representa el rendimiento de la producción. De acuerdo a lo expresado por la FAO desde hace tiempo se subraya que a nivel mundial las posibilidades de expandir el área cultivada están disminuyendo progresivamente. Prosiguiendo en esa dirección, muchos países corren el riesgo de aumentar la degradación ambiental ya que se estaría propiciando la tala de los bosques y la erosión de los suelos en

las laderas. Por lo tanto, las únicas opciones viables son aumentar los rendimientos unitarios y modificar la composición de la producción.

El desencadenamiento de la crisis energética mundial ha dado lugar a la búsqueda de alternativas de fuentes de energía, particularmente las procedentes de fuentes renovables y a la vez se ha iniciado cierta polémica respecto a la competencia con relación al destino de la tierra (recurso limitado) para producir alimentos y biocombustibles. Estos biocombustibles de origen vegetal o animal más usados son el bioetanol (se obtiene de la fermentación de productos y residuos agrícola) y el biodiésel (se produce a partir de aceites vegetales o grasa animal). Hoy en día cuando la demanda de alimentos y recursos energéticos crece y se vislumbra una oportunidad en recursos de origen vegetal para suplir las necesidades de las sociedades se reconoce un aumento en la producción mundial de especies vegetales con este doble propósito. Así mismo se evidencia la desigualdad de rendimientos de cosecha obtenidos en las diferentes economías mundiales.

2.1 LA PRODUCTIVIDAD EN LOS RECURSOS VEGETALES

La capacidad intrínseca de cada sistema vivo de desarrollo y autoregulación esta dada por la inclusión de materiales y energía adquiridos en el medio circundante. Estos recursos les permite el mantenimiento de procesos internos por vía de dos mecanismos de transformación e inclusión, los autótrofos correspondientes a aquellos con capacidad de elaborar las sustancias necesarias para la supervivencia e incluso almacenarlas por medio de la fotosíntesis y los heterótrofos quienes obtienen las sustancias necesarias a partir de los anteriores, sacando provecho de los recursos ya elaborados por medio de la asimilación.

La fotosíntesis como proceso fundamental para el desarrollo de la vida en el planeta realizada por los organismos autótrofos entre los que se incluye la inmensa mayoría de vegetales constituye la puerta para que la materia y la energía se incorporen a la biosfera. Por un lado, estos organismos son capaces de transformar la energía lumínica procedente del sol en energía química utilizable para las reacciones metabólicas. Por otro, el dióxido de carbono asimilado en los organismos fotosintéticos constituye junto con el hidrógeno procedente del agua y los elementos minerales absorbidos la base estructural del crecimiento de las plantas y en consecuencia de la producción primaria de los ecosistemas (Azcon y Talon, 2001).

La productividad primaria entendida como la velocidad a la que es almacenada la energía por la actividad fotosintética o quimiosintética de organismos productores o plantas verdes en forma de sustancias orgánicas susceptibles de ser utilizadas como material alimenticio (Odum, 1982). Los organismos fotosintéticos capturan la energía lumínica y la usan para formar hidrocarburos (ver tabla 2.1) y oxígeno libre a partir del dióxido de carbono y del agua (ver figura 2.1) en una serie compleja de reacciones (Curtis y Barnes, 2000) en la cual se distinguen dos fases principales, la primera de absorción y transformación de la energía y la segunda de fijación de los elementos constitutivos de la materia orgánica.

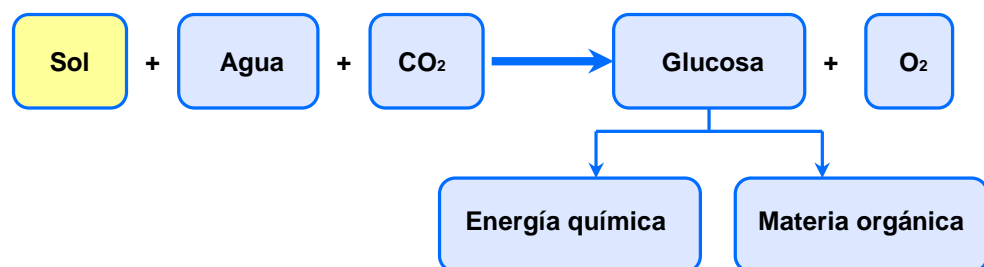


Figura 2.1. Diagrama simplificado de reactivos y productos de la fotosíntesis.

Los recursos naturales disponibles para la producción primaria vegetal quedan determinados por la oferta ambiental de cada lugar. La vasta gama de posibilidades de adaptación en el aprovechamiento de la luz y demás recursos lleva a considerar que cualquier ecosistema puede llegar a un equilibrio entre su organización y el stock de materiales. La productividad entonces queda regulada casi siempre por factores independientes de la luz ya que los vegetales no utilizan más que una fracción de la luz disponible.

Tabla 2.1 Tasas de fotosíntesis neta en la hoja de algunas especies en condiciones de elevada luminosidad con 300 ppm de CO₂ en el aire.

ESPECIE	mg de CO₂/dm²/hora
Maíz	46 – 63
Sorgo	55
Caña de azúcar	42 – 49
Remolacha	24 - 28

Fuente: Ricupero, 1998

Actualmente, la disponibilidad de los recursos naturales implicados en los procesos fotosintéticos se ha visto limitada o alterada en recursos como agua, suelo y clima, con excepción del CO₂ y materia orgánica. Las múltiples respuestas de las plantas al cambio, corresponden a una disminución o variación de la productividad. Hasta cierto punto, un límite temporal puede superarse por adaptación con reorganización del sistema fotosintetizador. La concentración y disponibilidad de los elementos indicados en el medio constituyen una limitación de la producción primaria. A su vez, la temperatura es un importante factor limitante, ya que influye de manera diferencial sobre los distintos procesos que intervienen en la producción primaria. El aumento de la temperatura alta intensifica mas la respiración que la fotosíntesis, siendo desfavorable para la producción primaria neta (Margalef, 1977). Lo que establece incertidumbre en la productividad primaria, al corresponder a factores no conducidos consabidamente sino por el contrario, desencadenados por los factores alterados del sistema.

El agua como recurso indispensable para la vida, se ha convertido en un bien escaso. En situaciones de escasez, todos los usos compiten y es la sociedad la que determina las prioridades. Pero el hecho es que, en términos globales, cerca del 70% al 80% del agua dulce del mundo se usa para riego, según David Foster (USAID). Ninguna otra actividad humana tiene tal impacto sobre el agua y, al mismo tiempo, depende tanto de ella como la agricultura, Por regla general, entre el 40% y el 50% del agua dulce utilizada mundialmente para riego se pierde lo que acarrea la degradación del recurso y de los suelos.

La creciente competencia entre los distintos usos del agua produce una fuerte presión social para que aumente la eficiencia del riego o sencillamente para que el sector agrario ahorre agua (Bellver, 1999). Otro problema grave en muchos países es el aflujo agrícola descontrolado junto con el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas y la sedimentación debida a las malas prácticas en el uso de las tierras que causan la erosión (Foster, ____). También se altera considerable la calidad ya que las mismas se ven contaminadas cada vez más por la percolación del uso de pesticidas, fertilizantes u otros agroquímicos.

Así mismo, la afectación sobre los suelos debido a la erosión y a procesos de compactación es probablemente el principal problema causado por la agricultura. Esta degradación afecta a las propiedades físicas, químicas y biológicas de los agroecosistemas, dejando de ser un problema aislado a los anteriormente mencionados. Teniendo en cuenta que el 65% de las aproximadamente 1.500 millones de hectáreas de tierra de cultivo que hay en el mundo ha experimentado algún grado de degradación del suelo. Menos de la cuarta parte de las tierras del planeta, unas 3.300 millones de hectáreas tienen aptitud agrícola en grados variables. De este total solamente unos 450 millones de hectáreas (3%) son aptas para el cultivo en secano sin limitaciones, correspondiendo a las tierras del centro-oeste de los Estados Unidos, norte de Francia, Ucrania, centro-norte de

China y la Región Pampeana Argentina. Como se aprecia en la figura 2.2 del resto de las tierras agrícolas 900 millones de hectáreas (6%) son moderadamente aptas y 1900 millones de hectáreas (13%) marginalmente aptas (Casas, 2002).

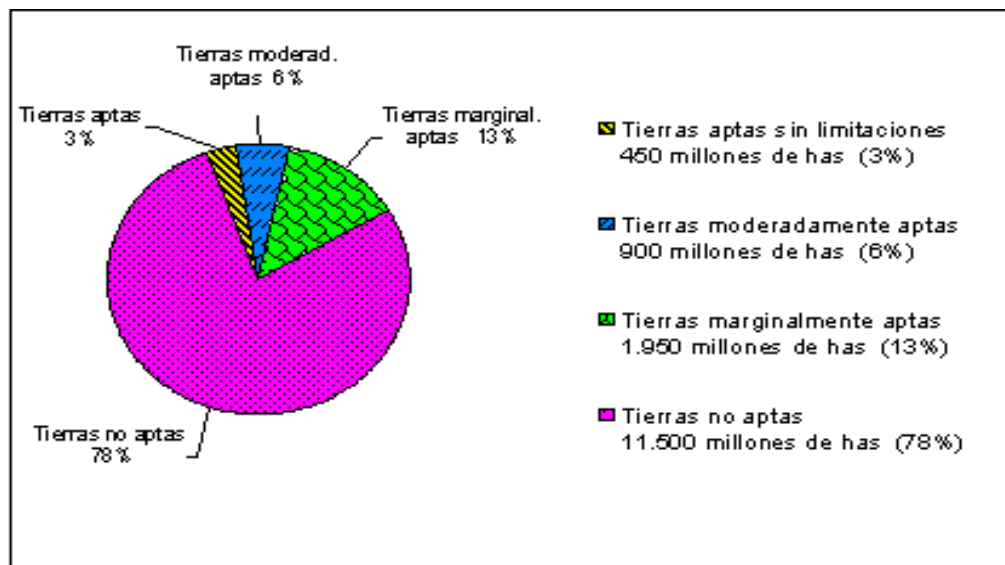


Figura 2.2 Porcentaje de aptitud de las tierras para cultivo en el mundo (Casas 2002).

El cambio en la estructura ecosistémica global, tendrá consecuencias de gran alcance para la productividad en el sector agrícola. Las pruebas científicas sobre la seriedad de la amenaza climática para este sector son fehacientes, aunque la magnitud exacta de tal amenaza es incierta, dadas la complejidad de las interacciones y de los procesos de retroinformación que ocurren en el ecosistema mundial y en la economía. Calculando un aumento moderado a intermedio de 1°C a 3°C en las temperaturas del planeta durante los próximos 50 años, los modelos climáticos que simulan el crecimiento de los cultivos predicen un leve impacto en la producción agrícola mundial porque el impacto negativo causado en los países tropicales (en su mayoría países en desarrollo) quedará compensado con las ganancias obtenidas en los países de la zona templada (casi todos industrializados). Ahora bien, en los países tropicales aun el calentamiento

moderado (1°C para el trigo y el maíz y 2°C para el arroz) puede reducir significativamente el rendimiento de estos cultivos. Cuando el aumento de temperatura supere los 3°C, el Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), que acaba de ser publicado, indica que las pérdidas de rendimiento se presentarán en todo el mundo y serán muy serias en las regiones tropicales. Muchas regiones sienten ya el efecto adverso del cambio climático y el impacto antes descrito empeorará progresivamente en la medida que aumenten los promedios de temperatura y el clima se vuelva más variable. Además de una temperatura promedio más alta otros factores como las sequías más intensas, las inundaciones y la mayor variabilidad de la temperatura ocasionarán pérdidas de productividad a los cultivos.

En algunos países en desarrollo, la agricultura sufrirá daños por las inundaciones y por la salinización del agua superficial y de los acuíferos subterráneos cuando suba el nivel del mar. Habrá menor precipitación y se reducirá entonces la disponibilidad de agua para los sistemas de riego. Según los inventarios de emisiones que los gobiernos presentan a la CMNUCC, la agricultura es responsable de cerca del 15% de los Gases Efecto Invernadero (GEI) emitidos en el planeta. Esta contribución global aumenta hasta un rango de 25% a 33% del total de GEI cuando se suman al inventario anterior las emisiones calculadas por la deforestación en los países en desarrollo considerando que la agricultura es la principal causa de la deforestación. Cerca del 80% del total de emisiones provenientes de la agricultura incluyendo aquí la deforestación provienen de los países en desarrollo (Banco Mundial, 2008).

Una de las razones por la cual las plantas y la productividad primaria neta cobra importancia en el mundo antrópico corresponde a la presencia de carbono como elemento constitutivo de los organismos que hace parte importante de la composición de la biomasa además de los combustibles convencionales y

biomasicos por ser estos de origen biológico ya sea animal o vegetal. El carbón contenido en los combustibles en combinación con el aire produce energía, H₂O y CO₂ entre otros, sustancias que anteriormente se determinaron como materiales básicos para el proceso de fotosíntesis. El ciclo del carbón continúa entre la atmósfera y la tierra en un ciclo biogeoquímico. Las plantas absorben CO₂ del aire y agua para usarlos en la formación de las propias células (biomasa). El carbono es nuevamente liberado a la atmósfera cuando las plantas son quemadas o cuando mueren y se descomponen. El carbono contenido en las plantas también es liberado a la atmósfera por los animales en los procesos metabólicos o de descomposición. Entre las múltiples aplicaciones derivadas del conocimiento de este proceso biológico se incluyen la mejora de la producción de los cultivos, la comprensión de las diferencias de productividad entre diferentes ecosistemas o la predicción de los efectos ambientales sobre la composición y productividad de las comunidades vegetales (Azcon y Talon, 2001).

La acumulación del carbono en la biomasa permite la fijación de este elemento por periodos de tiempo. El flujo de energía en cualquier ecosistema ya sea agroecosistema sigue el ciclo del carbono con bastante exactitud. Ya que la mayoría de la energía se almacena en compuestos de carbono. El ciclo de sustancias como el carbono es vital porque la cantidad total de carbono existente en la Tierra y su atmósfera es básicamente, constante. (Powers, 2001). De ordinario, las estimaciones de la producción se basan en el aumento del peso de la vegetación lo cual es una aplicación o extensión a la ecología del concepto de cosecha y producción en agricultura.

Al efectuar la productividad total de la biosfera se advierte que una porción muy grande se encuentra en la categoría de baja producción, la cantidad y calidad de los recursos naturales actúan como factores limitativos (ver tabla 2.2). Por unidad de superficie la producción primaria de la vegetación terrestre es considerablemente superior a la acuática y muchísimo superior sino existen

limitaciones de agua (Margalef, 1977). La productividad terrestre doblada para los sistemas de biomasa baja y triplicada para los de biomasa alta (de respiración elevada) como aproximación de la productividad bruta. Al igual que la productividad diferenciada de la agricultura industrializada (subsidiada con combustible) de Europa, Norte América y Japón a la agricultura de subsistencia, característica de la mayoría de las tierras cultivadas del mundo, donde la primera presenta una producción bruta total de 4.8 millones de Kilocalorías por año en 4 millones de Kilómetros cuadrados y la segunda 3 millones de Kilocalorías en 10 millones de Kilómetros cuadrados (Odum, 1982).

Tabla 2.2 Producción de diferentes ecosistemas en la biosfera.

	Producción gC m² /ano	Extensión en millones de km²	Total producción anual 10⁶ Tm C
Bosques	400	41	16 400
Cultivos	350	15	5250
Estepas y pastos	200	30	6000
Desiertos	50	40	2000
Improductivo(hielo, rocas, ciudades)	0	22	0
Océanos	100	361	36100
Aguas continentales	100	1,9	190
1 gC= 12000 cal/g 1 gC ano-1= 1,858 mW			

Fuente: Margalef, 1977

La determinación de la productividad en cualquier ecosistema es fundamental para el sostenimiento de los niveles que lo constituyen. El flujo de materia y energía determina la funcionalidad además de su evolución y autorregulación, características básicas de cualquier sistema natural. La clara diferencia entre la producción por tiempo y espacio de un ecosistema a un agroecosistema y a su vez un sistema agrícola subsidiado a otro no subsidiado.

Una alta productividad y una elevada proporción de las producciones neta y bruta en las cosechas se mantienen mediante los grados suministrados de energía que tienen lugar a través del cultivo, la irrigación, la fertilización, selección genética y el control de los insectos. El combustible empleado para accionar la maquinaria

agrícola constituye un suministro de energía exactamente al mismo título que la luz solar y puede medirse en calorías transformados en calor durante la ejecución de las labores de cultivo (Odum, 1982). Esta energía suministrada en forma de combustible fósil, mano de obra, etc. no se incorpora directamente a la pirámide trófica pero tiene efectos indirectos muy representativos para el mantenimiento del agroecosistema. Mediante la energía que se suministra como combustible se pueden eliminar las malas hierbas que pueden estar dando sombra o compitiendo con las plantas, mejorando con esta eliminación el rendimiento fotosintético del cultivo por la reducción en la competencia de nutrientes. La energía que se emplea para controlar los insectos que se alimentan de las plantas de algunos cultivos puede suponer una pérdida menos de producción primaria neta y más disponibilidad de esta para la explotación agrícola (Powers, 2001).

Para determinar las entradas energéticas directas (luz solar) e indirectas (no fotosintéticas) en los sistemas agrícolas para diferentes cultivos y zonas es necesario calcular la energía o coste de cada sustancia o proceso que se emplea en la agricultura. Esto implica cualquier trabajo humano o animal, toda operación de campo que supusiera el uso de maquinaria, riego, transporte, secado, También la energía necesaria para producir diversas sustancias que se usan en agricultura ya que por ejemplo, los costes de energía de fertilizantes y plaguicidas sintéticos pueden ser considerables. Solo cuando se ha determinado y comparado la energía de la producción de un cultivo y de otras salidas agrícolas con la energía total de las entradas se podrá establecer con precisión el rendimiento energético de diferentes sistemas agrícolas de producción (Powers, 2001) el valor real del costo energético de la producción del sistema agrícola. El cual hoy en día también ha sido subestimado por el subsidio energético de los combustibles. Por esto, la diferencia entre la producción en diferentes economías determinadas para el caso por los insumos energéticos disponibles (ver tabla 2.3).

Tabla 2.3 Rendimientos anuales de productos agrícolas en países desarrollados y en vía de desarrollo.

Producto	País productor	Peso de recolección (Kg/ha)
Maíz	Estados Unidos	4.300
	India	1.000
Batata	Japón	20.000
	Indonesia	6.300
Soya	Canadá	2.000
	Indonesia	640
Caña de azúcar	Hawai	11.000
	Cuba	3.300

Fuente: Odum, 1982

La divergencia productiva evidente esta dada básicamente por la practica de subsidios energéticos en los países desarrollados que incrementan dramáticamente las cosechas. Pero a su vez, acrecientan el valor económico y adquisitivo de estos bienes y disminuyen los recursos naturales necesarios en su producción.

2.2 RECURSOS ENERGETICOS VEGETALES

Se considera que la biomasa es una fuente renovable de energía porque su valor proviene del Sol. A través del proceso de fotosíntesis la clorofila de las plantas captura su energía y convierte el dióxido de carbono (CO₂) del aire y el agua del suelo en carbohidratos para formar la materia orgánica. Cuando estos carbohidratos se queman regresan a su forma de dióxido de carbono y agua liberando la energía que contienen. Son múltiples los recursos vegetales actualmente usados para la obtención de recursos energéticos cuya disponibilidad varía de región a región de acuerdo con el clima, el tipo de suelo, la geografía, la densidad de la población, las actividades productivas, etc., los cuales se usan generalmente para procesos modernos de conversión que involucran la

generación de energía a gran escala enfocados hacia la sustitución de combustibles fósiles (FOSER, 2002).

El uso de biomasa de origen vegetal para generación de energía no es nuevo. A través del tiempo se han explotado estos recursos, especialmente de origen forestal, los cuales por medio de la combustión directa han satisfecho las necesidades básicas de la población humana al obtener calor y electricidad. A su vez, los avances tecnológicos permitieron la diversificación de productos energéticos a partir de estas fuentes obteniendo combustibles líquidos y gaseosos significativos a nivel industrial además de la multiplicación de las mismas fuentes de obtención. Cada día son más las especies y variedades vegetales que entran en la lista de recursos energéticos de importancia antrópica.

La agricultura se ha convertido en un potencial sin precedentes para la obtención de bioenergía por medio de grandes plantaciones de árboles o plantas cultivadas con el fin específico de producir energía. Para ello se seleccionan árboles y plántulas de crecimiento rápido y bajo mantenimiento las cuales usualmente se cultivan en tierras de bajo valor productivo. Su período de cosecha varía entre los tres y los diez años. También se utilizan arbustos que pueden ser podados varias veces durante su crecimiento, para extender la capacidad de cosecha de la plantación.

Existen muchos cultivos agrícolas que pueden ser utilizados para la generación de energía: caña de azúcar, maíz, sorgo, entre muchos otros. Igualmente, se pueden usar plantas oleaginosas como palma de aceite, girasol o soya y algunas plantas acuáticas como jacinto de agua o las algas, para producir combustibles líquidos como el etanol y el biodiesel. La principal limitante para este tipo de plantaciones está en la escala pues se requieren grandes extensiones de tierra para lograr una producción de energía rentable además de los recursos energéticos, materiales y naturales que requiere su producción (FOSER, 2002).

Alrededor de 15 especies son actualmente usadas para fines energéticos (ver tabla 2.4) con rendimientos de 100 litros hasta los 5.500 litros por toneladas dependiendo de la especie. Los principales cultivos energéticos utilizados actualmente de acuerdo a viabilidad productiva y rentabilidad económica se describen a continuación.

2.2.1 Maíz. Es una de las especies cultivadas más productivas. Es una planta C4 con una alta tasa de actividad fotosintética. El maíz tiene el más alto potencial para la producción de carbohidratos por unidad de superficie por día. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y el segundo después del trigo en producción total. De gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales.

La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo, el maíz se cultiva en más de 150 millones de hectáreas con una producción anual de más de 772 millones de toneladas métricas para el año 2008, (USDA, 2008). El maíz tropical se cultiva en 66 países y es de importancia económica en 61 de ellos cada uno de los cuales siembra más de 50 000 hectáreas con un total de cerca de 61,5 millones de hectáreas y una producción anual de 111 millones de toneladas métricas. El rendimiento medio del maíz en los trópicos es de 1.800 Kg/ha comparado con una media mundial de más de 4 000 kg/ha. El rendimiento medio del maíz en las zonas templadas es de 7 000 Kg/ha (CIMMYT, 1994, citado por FAO, 1999). El cultivo del maíz en zona templada tiene sin embargo un ciclo mayor que la mayoría de los maíces tropicales. Por lo tanto, el rendimiento del maíz tropical cuando se lo compara con el del maíz de zona templada, no es tan bajo aún así la productividad del maíz en las zonas tropicales es menor que en las zonas templadas. Hay algunas excepciones donde la productividad del maíz tropical se compara favorablemente con el maíz en los ambientes templados, tal como el maíz cultivado en la época

invernal en los trópicos (Ricupero, 1998). La rentabilidad media para el año 2008 se encuentra entre los 4.800 Kg/ha (ver anexo 1).

El auge del maíz como proveedor de energía le esta cambiando la historia a la agricultura mundial. En el mundo para la campaña 2007/2008 se esperan alrededor de 750 millones de toneladas de maíz. Un 7% de un incremento en relación al ciclo anterior. Este año, el 45% del total de granos producido corresponde a este grano. El explosivo crecimiento tiene dos aspectos básicos que determinan el aumento en la producción, por un lado el incremento en la productividad por hectárea basado en el desarrollo tecnológico, por otro el crecimiento en área. Según datos de la USDA en el año 2008 el área en los Estados Unidos crecerá en 5 millones de hectáreas, en América Central 0.3 millones de hectáreas, en América del Sur 7 millones de hectáreas y en Asia alrededor de 10 millones de hectáreas (Palival, 1999). Estados Unidos proporcionara alrededor del 55% de la producción total seguido por China con el 24%. Para América Latina los principales productores son México, Argentina y Brasil cada uno con el 4 % en la participación mundial.

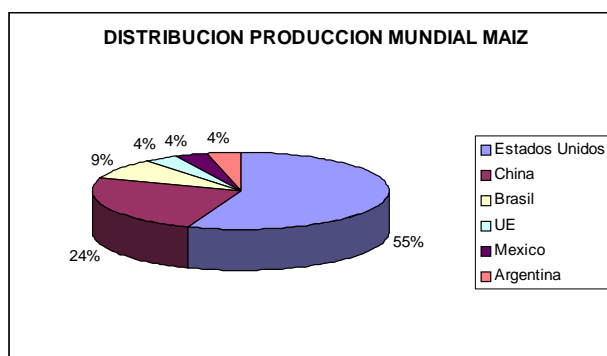


Figura 2.3 Distribución de la producción mundial de maíz.

Tabla 2.4. Los principales cultivos energéticos utilizados en la actualidad.

Nombre	Nombres comunes	Origen	Países productores	Producción mundial	Area sembrada mundo (ha)	Rendimiento (t/ha)	Rendimiento Combustible	Comestible
<i>Zea Mays L.</i>	Maíz	México	Estados Unidos China Brasil México Argentina India	772 millones (2007)	157 millones (2007)	3 - 9	352 L/t Etanol	SI
<i>Sorghum bicolor L</i>	Sorgo	África India	Estados Unidos Nigeria India México Argentina	56 millones (2006)	41 millones (2006)	2 - 13	140 L/t Etanol	SI
<i>Beta vulgaris L</i>	Remolacha azucarera	India	Albania Italia Francia Suiza Países Bajos	256 millones (2006)	5 millones (2006)	70 - 120	200 L/t Etanol	SI
<i>Manihot esculenta Crantz</i>	Yuca	Venezuela México	Brasil Congo Indonesia Mozambique Tailandia	225 millones (2006)	18.5 millones (2006)	1 - 20	530 L/t Etanol	SI
<i>Triticum Sativum Lam</i>	Trigo	Asia	Estados Unidos Rusia Francia China	603 millones (2006)	213 millones (2006)	2.8 - 5	340 L/t Etanol	SI
<i>Saccharum officinarum L</i>	Caña de azúcar	Asia	Brasil India China México Colombia	1.391 millones (2006)	20 millones (2006)	50 -90	85 L/t Etanol	SI
<i>Oriza sativa L</i>	Arroz	Asia	Estados Unidos China India Tailandia Brasil	425 millones (2007)	154 millones (2007)	8 - 4	770 L/ha Etanol	SI

<i>Jatropha curcas L</i>	Piñón de leche Piñoncito Tempate	México	India África Brasil	ND	ND	6 - 8	2.100 - 2.800 L/t Aceite	NO
<i>Ricinus communis L</i>	Higuerilla	Asia	Brasil China India Etiopia Paraguay	1 millón (2006)	1.2 millones (2006)	0.6 - 1	1.320 L/t Aceite	NO
<i>Elaeis guineensis Jacq</i>	Palma africana	África	Indonesia Malasia Tailandia Colombia Ecuador	40.7 millones (2007)	ND	12 – 20	5.550 L/ha Aceite	SI
<i>Glicine max L</i>	Soya	Asia	Estados Unidos Argentina Brasil China India	221 millones (2006)	92 millones (2006)	1.5 - 3	420 L/ha Aceite	SI
<i>Helianthus annuus L</i>	Girasol	América	Argentina Ucrania España China India Turquía	31 millones (2006)	2.3 millones (2006)	1.5 – 2.3	890 L/ha Aceite	SI
<i>Carthamus tinctorius L</i>	Cartamo	China Egipto	India Estados Unidos México Etiopia China	0,6 millones (2001)	0,88 millones (2001)	0.7	245 L/ha Aceite	SI
<i>Arachis hipogaea L</i>	Maní	América	Estados Unidos China India Indonesia Nigeria	47 millones (2006)	22 millones (2006)	1.6 – 3.5	990 L/ha Aceite	SI

<i>Brassica napus L</i>	Colza Canola	Canada	Canadá China India Alemania Francia	48.9 millones (2006)	27 millones (2006)	1.8 - 3	1.100 L/ha Aceite	SI
<i>Persea americana Mill</i>	Aguacate	México Colombia Guatemala	Estados Unidos Indonesia México Perú Colombia Brasil Chile	3.3 millones (2006)	0.38 millones (2006)	9 – 10	2.460 L/ha Aceite	SI
<i>Cocos nucifera L</i>	Coco Cocotero Copra	Asia Caribe	Indonesia India Filipinas Sri Lanka Brasil México	0.48 millones (2006)	ND	7 - 3	2.510 L/ha Aceite	SI

Fuentes: FAO, FAOSTAT, USDA, NCGA, MECON, Gonzáles (2008).

2.2.2 Caña de azúcar. La caña de azúcar es originaria de Nueva Guinea de donde se distribuyó a toda Asia. Los árabes la trasladaron a Siria, Palestina, Arabia y Egipto, de donde se extendió por África, Colón la llevó a las islas del Caribe y de ahí pasó a América tropical. El azúcar es uno de los productos básicos de consumo. Su producción se realiza en los ingenios a partir de los jugos de caña de azúcar y de remolacha dando origen a una agroindustria que genera gran cantidad de empleo, participando directamente en la economía nacional. La caña de azúcar suministra el 70% de la demanda internacional de azúcar y el resto se obtiene de la remolacha. El azúcar se obtiene del jugo fresco y dulce de la caña, sus hojas y tallos se utilizan como forraje para el ganado.

El consumo mundial del azúcar ha tenido un fuerte crecimiento, ya que de 30 millones de toneladas en 1950 aumentó a 1.391.431.023 millones de toneladas en 2006 (ver anexo 2) La producción mundial de azúcar ha sido dominada por los países en desarrollo los cuales en 1989 aportaban el 61.2% de la producción total con un incremento del 71% entre 1969 y 1989 lo que contrasta con el crecimiento para el mismo periodo de un 35% en los países industrializados. En los países en desarrollo de Asia el consumo del azúcar creció en un 67% comparado con la tasa mundial de crecimiento del 17%, mientras que en África fue del 21%. El proteccionismo de los países industrializados como la Comunidad Económica Europea y los Estados Unidos han permitido una mayor contribución de estas regiones en la producción mundial. La Comunidad Económica Europea se ha transformado de importador a ser un exportador neto. De los países en desarrollo, los asiáticos han incrementado su producción rápidamente (152%) en particular India, China, Tailandia y Pakistán en contraste con Filipinas donde fue forzoso reducir su producción para tener acceso preferencial al mercado estadounidense (La Nación, 2007). La producción mundial está determinada por los países en vía de desarrollo los cuales representan el 76% de la producción total donde el principal productor es Brasil con el 34% seguido de India y China. Colombia participa con el 3% con una producción de 39.84 millones de toneladas (figura 2.4).

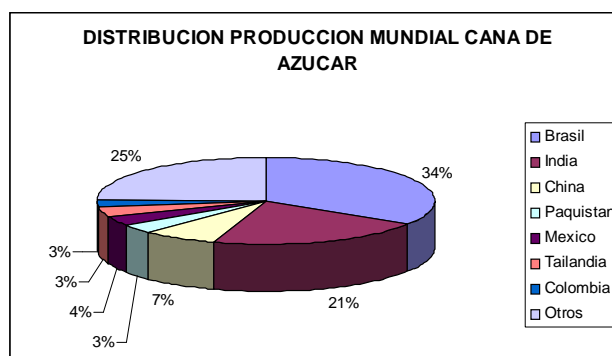


Figura 2.4 Distribución de la producción mundial de caña de azúcar.

2.2.3 Soya. La soya es un cultivo anual que crece en las regiones templadas, subtropicales y tropicales. La planta de la soya produce esos granos tan ricos en proteína que contienen más de 50% de proteína, alcanzando un rendimiento de hasta 3,600 Kg/ha por ciclo de cultivo es la fuente de proteína vegetal de más alto rendimiento del mundo. Además en su composición de aminoácidos la proteína se parece mucho más a la proteína animal que a la del maíz y a la de otras proteínas vegetales lo que hace de la soya un complemento dietético ideal para las personas y los animales. Es por mucho la proteína más importante del forraje de los animales y el aceite de soya es el aceite vegetal que más se consume en el mundo (Dros, 2004).

El grano de soya posee una composición química única siendo entre los cultivos alimenticios el de mayor contenido proteico (40%) con un adecuado contenido oleoso (20%). El cultivo se adapta además a un amplio rango de condiciones edáficas y climáticas pudiendo ser sembrado en la mayoría de las áreas agrícolas del mundo. El grano tiene además usos finales versátiles como alimento humano, alimentación animal y material industrial (Liu, 1999, Rodríguez 2007). La producción mundial de soya es de 221 millones de toneladas (ver anexo 5). El principal productor es Estados Unidos con 39.3 % seguido por Argentina, Brasil y China con 18%, 11% y 5.8% respectivamente (figura 2.5). Colombia cuenta con una producción para el año 2006 con 70.000 toneladas correspondiente al 0.03%

en la participación en el mundo. La producción mundial de aceite de soya es de 35 millones de toneladas.

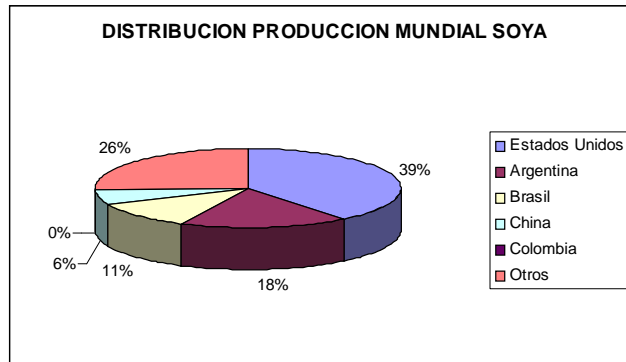


Figura 2.5 Distribución de la producción mundial de soya.

2.2.4 Palma africana. Es una palmera de 20-25 m de altura originaria del África occidental tropical. El fruto crece en racimos y consiste esencialmente en una piel blanda exterior que cuando madura tiene un color naranja rojizo y una capa fibrosa que contiene el aceite de palma, compuesta de una nuez con cáscara y una almendra que contiene aceite de palma. La palma de aceite es la oleaginosa que mayor cantidad de aceite produce por superficie, obteniéndose de ella dos tipos de aceite libres de colesterol, que han suplantado en gran parte las grasas animales (Labarca et al, 2004). La cosecha comercial se hace cada 8 a 15 días, como proceso continuo desde el inicio de la producción la cual comienza a partir de los 20 a 36 meses después de la siembra en campo, la renovación de la planta se hace de cada 22 a 25 años (Amatller y Davia, 2000).

El fruto de la palmera da dos clases de aceite: el aceite de palma que se obtiene de la cubierta carnosa y el aceite de palmiste que procede de la almendra de la nuez. Durante la elaboración de los frutos de la palma, el primer residuo que se genera consiste en racimos vacíos (50% de racimos de fruta fresca), que se emplean como combustible en las fábricas de extracción de aceite. Seguidamente otro 20% de los frutos frescos se prensan en una prensa mecánica y se obtiene aceite bruto

viscoso. Las nueces del 15% de los racimos de fruta fresca se separan del residuo sólido o fibra de palma y se envían a las fábricas de extracción especializadas en la extracción de aceite de palmiste. Durante la purificación del aceite se obtienen grandes cantidades de orujo residual. El aceite de la piel exterior carnosa del fruto se utiliza tradicionalmente (a nivel del 5% aproximadamente) en las raciones para cerdos y aves de corral como fuente de vitaminas A y D y para reducir la parte pulverulenta del pienso (CETD, 1999).

La producción de aceite proveniente de esta palma esta alrededor de las 36,93 millones de toneladas (ver anexo 8). La mayor producción se ubica en países asiáticos con más del 85%. Colombia participa con un total de 711 millones de toneladas correspondientes al 2 % (figura 2.6) de la producción total, porcentaje que tendera a aumentar con el incremento de áreas sembradas en la actualidad motivadas por los mismos entes gubernamentales.

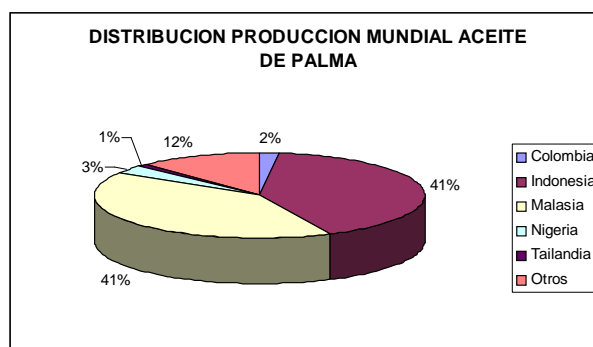


Figura 2.6 Distribución de la producción mundial de aceite de palma.

2.2.5 Higuera. Una de estas opciones vegetales altamente promisorias en términos de contenido de biomasa es la especie *Ricinus communis*, comúnmente conocida como higuera. Es una planta que alcanza de 3 a 10 metros de altura, exótica invasiva nativa de África tropical y actualmente naturalizado en los climas cálidos de todo el mundo, florece durante todo el año sobre todo en verano y es resistente a la sequía. A la vez es una planta cultivada en algunas regiones por el

aceite de sus semillas. Las semillas del fruto espinoso del ricino *Ricinus communis* contienen un aceite purgante que se extrae por prensado. Mediante otros tratamientos el aceite se utiliza en la elaboración de pinturas, barnices, tintes y como lubricante técnico importante para la manufactura de jabones.

En estado natural tanto las semillas como otras partes de la planta son muy venenosas por su contenido en una albúmina muy tóxica, la ricina (es letal a una dosis relativamente baja) características que hacen de esta especie una alternativa de materia prima ecológicamente sustentable para la producción de biocombustible (Manzano, 2008)

La producción mundial de ricino es de 1.14 millones de toneladas. El principal productor es India con 64 %, seguido por China y Brasil con 21% y 8%, respectivamente (figura 2.7).

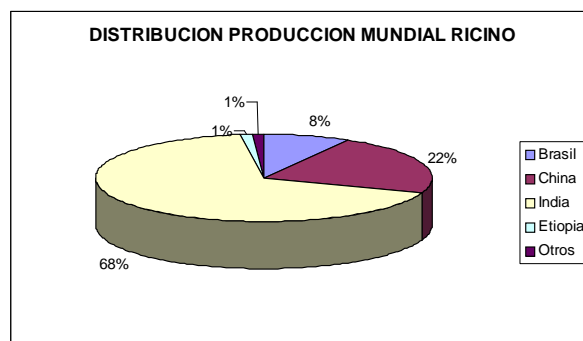


Figura 2.7 Distribución de la producción mundial de ricino.

2.2.6 Jatropha. Es una planta no tóxica perenne resistente a la sequía, se desarrolla bien en suelos de escasa fertilidad. Establecer esta planta es relativamente fácil porque crece rápidamente y produce semillas con alto contenido de aceite durante muchos años en condiciones medio-ambientales difíciles. El aceite de las semillas de esta planta puede utilizarse para elaborar biodiesel que funciona en motores diesel y el subproducto de la extracción del aceite puede usarse como fertilizante orgánico. Este aceite tiene propiedades insecticidas. Se

obtienen las semillas para extraer su aceite dos ó cinco años después de la plantación dependiendo de la calidad del suelo y cantidad de lluvia o riego. El aceite de estas semillas se transforma en biodiesel mediante proceso de esterificación. Es originaria de México y América Central y se cultiva en muchas partes del mundo. Se adapta bien a condiciones climáticas áridas y semiáridas.

Crece bien en suelos bien drenados con escaso contenido de nutrientes pero bien aireados. También puede desarrollarse a mayor altitud y tolera heladas leves. Se desarrolla en Egipto, Etiopia, Ghana, India, Indonesia, Madagascar, Mali, Nepal y otros países para la generación de energía por medio de la producción de aceite vegetal combustible. La cantidad de semilla cosechada varía entre trescientos gramos y nueve Kilos por arbusto, es decir entre dos y cinco toneladas por hectárea. La siembra directa de semillas se efectúa al inicio de la época de lluvia, (Delavega, 2005).

2.2.7 Colza. Esta planta es conocida como canola. El origen del cultivo de esta planta probablemente tuvo lugar en Asia Menor, más tarde implantada en el Mediterráneo de tal forma que griegos y romanos cultivaban esta planta con fines alimenticios y medicinales (NCGA, ____). La Canola se deriva de la hibridación natural de la col (*Brassica oleracea* L.) y el nabo silvestre (*Brassica campestris* L.).

Originalmente era una planta de uso exclusivamente forrajero, en los años 50 en China la colza forrajera fue transformada en colza oleaginosa, y a partir de los años 70 y 80 con los cambios en sus características tecnológicas logradas en Canadá, se le dio el nombre de Canola (Canadian Oil Low Acid), gracias a los cuales en poco tiempo se ubica en el segundo lugar como planta oleaginosa cultivada en el mundo. Por su alto contenido de aceite en el grano (40% a 44%) actualmente la canola se usa principalmente como oleaginosa para la obtención de aceite comestible mediante procesos de trituración y de extracción (Fedepalma, ____).

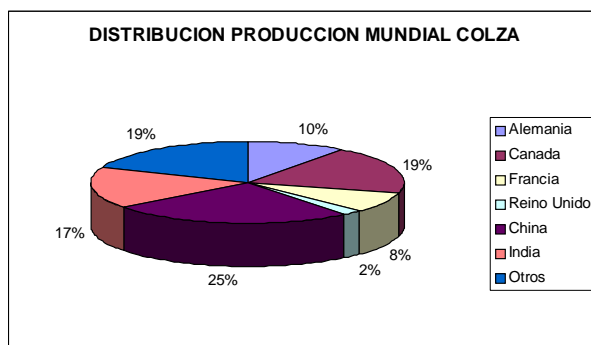


Figura 2.8 Distribución de la producción mundial de colza.

La producción mundial de semilla de colza es de 48 millones de toneladas. El principal productor es la China con 25 %, seguido por Canadá, India y Francia con 18, 16 y 8 %, respectivamente, (figura 2.8). La colza aporta 12 % de la producción mundial de granos oleaginosos, detrás de la soja, que representa 57 %. (Fedepalma, ____).

2.2.8 Copra. El cocotero o copra junto con la palma son probablemente, las oleaginosas de mayor importancia en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Apreciado por sus múltiples usos el cocotero ha recibido numerosos nombres entre los que se encuentran: “árbol de la vida”, “árbol del cielo”, “árbol de los cien usos”, “el árbol de la abundancia”, etc. La copra es el principal producto que se extrae del coco, para la generación de aceite y proteínas vegetales. Como oleaginosa, ofrece importantes ventajas que no se observan en este tipo de semillas. Se puede destacar, el desarrollo favorable en terrenos donde otros cultivos oleaginosos no pueden hacerlo; como son los suelos arenosos-salinos de las costas.

El cocotero en condiciones óptimas, produce tres veces más aceite por hectárea en un año, que el más productivo cultivo oleaginoso, en condiciones equivalentes. Es un cultivo del que se pueden esperar utilidades durante más de 25 años, periodo

que representa la etapa más productiva del cocotero. Su cultivo no está tan generalizado como puede observarse en otras oleaginosas pero en algunos países es un producto importante dentro de su actividad agrícola (____, 2004). La producción mundial de aceite de copra es de 3.2 millones de toneladas. El principal productor es Filipinas con el 33% de la producción mundial, igualmente India e Indonesia representan un aporte importante al suministro con el 13% y 20% respectivamente. En Latinoamérica la producción Mexicana representa solo el 3% del total. Colombia no presenta una producción representativa en el mercado.

2.3 PRODUCCION Y RENDIMIENTO EN LA AGRICULTURA DE LAS ESPECIES DE INTERES ENERGETICO

El uso de materia orgánica para obtener energía o combustible no es nada nuevo. Pero es ahora cuando se le está dando un gran impulso con el objetivo de reducir los gases de efecto invernadero (GEI) e incrementar la seguridad energética. Hay muchos posibles usos de la biomasa con fines energéticos. Se puede quemar madera para proveer calor y electricidad a través de las estaciones combinadas o como pelets o chips en modernos hornos. La atención política sin embargo se está enfocando hacia el desarrollo de combustibles líquidos a partir de plantas como palma, soja, cereales y caña de azúcar para ser quemadas en centrales eléctricas o como combustibles alternativos al petróleo y al diesel (conocidos como biocombustibles o agrocombustibles). Además el uso de cereales como maíz y residuos de agricultura para producir gas está también aumentando su popularidad. Existen también iniciativas para usar la biomasa para fabricar productos químicos de droguería y plásticos, (FOEI, 2007).

La tendencia en el aumento de la producción de recursos agrícolas a nivel mundial responde a la demanda de recursos alimenticios y energéticos por las economías. Desde 1995 hasta el 2006 se evidencia un constante y progresivo incremento

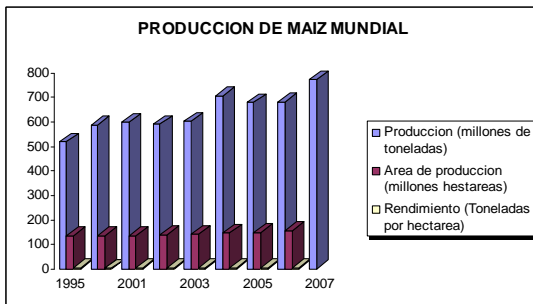
productivo en las especies de interés (figura 2.9) producidas con fines alimenticios y energéticos (figura 2.10). El abastecimiento de productos derivados de recursos agrícolas para uso alimentario o industrial esta limitado en primera medida por las áreas disponibles y aptas para la producción. Hoy en día, cuando se concibe un fin más de estos productos como son los biocombustibles y es perceptible los límites en el aumento de la producción al mismo ritmo que crece la demanda podría preverse un conflicto por el uso del suelo disponible para producción de alimentos o recursos energéticos industrializables. Como lo expresan Lynch et al (2008) en su análisis sobre agricultura global, el abastecimiento de la producción de alimentos enfrentará restricciones mientras la cantidad de tierra cultivable disponible para alimento continúe declinando. Aún si no declinara, la cantidad de tierra cultivable estará muy presionada para sostener la demanda creciente de alimentos. En la próxima década el desarrollo económico, la polución, el cambio climático, y la falta de suministro de agua adecuada y confiable puede resultar también en una reducción de la tierra cultivable. Muchos de estos factores combinados con inventarios globales escasos hacen al suministro de alimento más vulnerable. Cualquier mala cosecha, o shock exógeno desencadenaría una crisis mundial alimentaria e industrial.

Tabla 2.5 Cambio porcentual en la producción en millones de t, en el periodo 1995 a 2006.

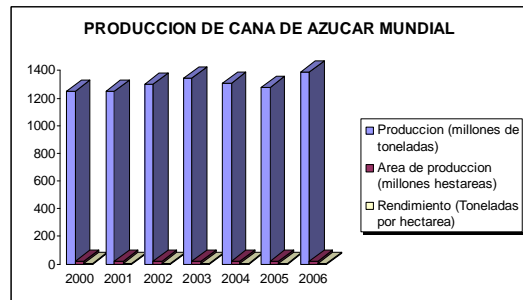
ESPECIE	PRODUCCION (millones t)				AREA (millones Ha)			
	1995	2006	CAMBIO	AUMENTO	1995	2006	CAMBIO	AUMENTO
Maíz	255.31	772.17	202%	66%	136.17	157.10	15%	13%
Caña de azúcar	1.248.36	1.391.43	11%	10%	19.46	20.37	4.7%	4.5%
Arroz	547.51	634.59	16%	13%	149.59	154.32	3.3%	3.2%
Trigo	542.66	603.67	11%	10%	216.37	213.50	-1.3%	-1.4%
Soya	126.99	221.48	75%	42%	62.51	92.97	48%	32%
Ricino	1.07	1.14	6.5%	6.1%	1.19	1.26	6%	5%
Colza	34.18	48.97	41%	29%	23.81	27.79	17%	14%
Aceite de palma	15.91	36.93	140%	58%	ND	ND	ND	ND
Aceite de copra	3.65	3.21	-12%	-11%	ND	ND	ND	ND
Aceite de algodón	3.79	4.82	33%	20%	ND	ND	ND	ND
Aceite de girasol	8.76	10.64	23%	19%	ND	ND	ND	ND

Fuente: FAO

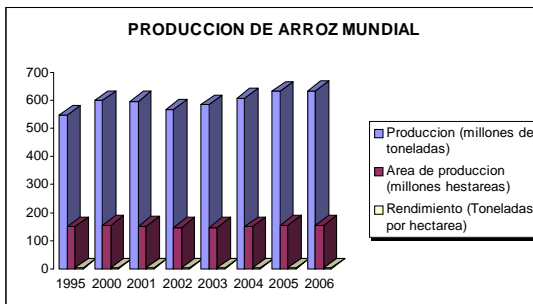
El incremento de producción para las especies analizadas se encuentra en la tabla 2.5 donde el porcentaje expresa el cambio productivo en millones de toneladas del periodo comparativo comprendido entre el año 1995 y 2006, además del aumento de lo producido.



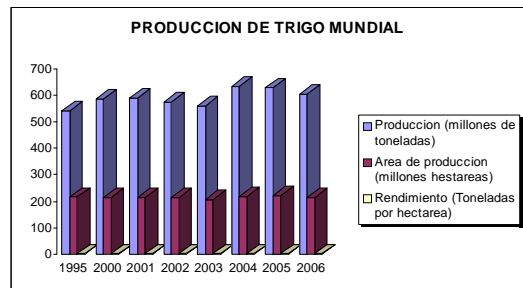
(a)



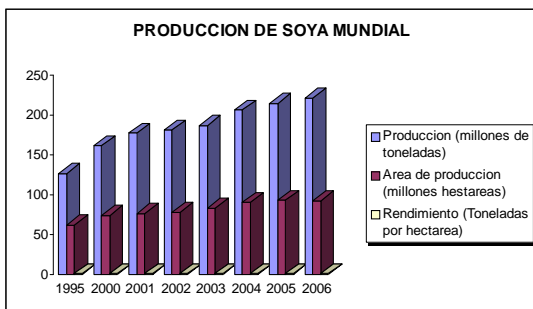
(b)



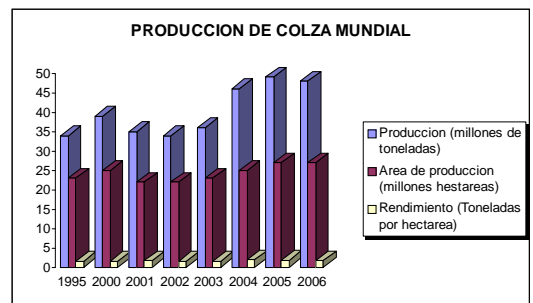
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 2.9 Producción mundial, áreas y rendimiento de especies de importancia económica para la producción de biocombustible.

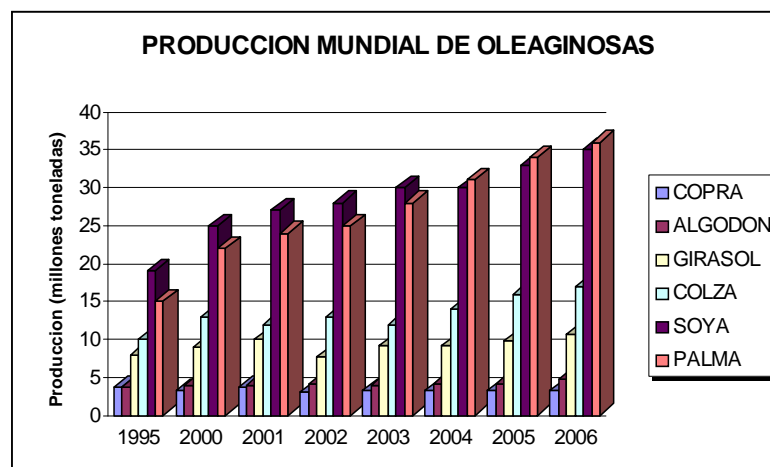


Figura 2.10 Producción mundial de productos oleaginosos.

El mayor incremento se puede apreciar en especies con doble fin como el maíz con un cambio en el periodo del 200% y un aumento en la producción del 66%, seguido por la soya con un cambio del 75% y el aumento del 42% y la colza con un cambio no tan drástico pero igual significativo del 41% y el aumento de 29%.

El aceite de palma también ha surgido en el escenario por su apreciado interés como recurso energético. Igualmente los aceites de girasol y algodón que aunque a menor proporción presentan un incremento del 19% y 20% y un cambio del 23% y 33% respectivamente. Es plausible la comparación con especies como el trigo y el arroz que aunque han sido consideradas con doble propósito son productos dispuestos hasta el momento para uso alimentario por tal razón podría estimarse su discreto cambio y aumento.

El crecimiento de la producción y productividad agrícola origina el uso extraordinario de los recursos en un momento en que una gran parte de la tierra adecuada para el cultivo ya es utilizada para esta actividad. En muchos países los agricultores cultivaban intensamente desde 1950, fenómeno sincrónico con el

aumento exponencial de la población humana. Por consiguiente, en la mayoría de las zonas no es posible responder a la demanda mundial de alimentos y bioenergía recurriendo simplemente a la ampliación de la superficie cultivada (sin embargo, en algunas regiones existe la posibilidad de aumentar la tierra de labrantía, por ejemplo, en algunas regiones de África y Brasil) (____, 2006). Algunas estimaciones sugieren que las tierras cultivadas disponibles en todo el mundo se han incrementado en las últimas décadas del siglo XX. En 1997 la FAO estimó este incremento en un 3,4% entre 1980 y 1995, mientras que en 1994 el World Resources Institute estableció un incremento del 1,5% para los periodos comprendidos entre 1979 y 1981 y entre 1989 y 1991. Sin embargo, el promedio general de incremento de tierras de cultivo en el mundo es relativamente pequeño 3,5% por 15 años lo que representa 0,2% anual. La mayoría de las estimaciones sitúan el total de tierras de cultivo en uso en 1.450 a 1.500 millones de hectáreas aproximadamente. Si estas cifras se mantuvieran constantes, el total de tierra de cultivo decrecería a medida que la población aumentara. Si la población mundial creciera de 6.000 a 8.000 millones la superficie cultivable tendría que aumentar un 33% hasta 2.000 millones de hectáreas, para que se mantuviera la tasa de superficie de cultivo por persona (0,25 ha) correspondiente a los 6.000 millones de habitantes del año 1999, suponiendo que la productividad y el consumo se mantuviesen constantes (Powers, 2001)

Es manifiesto entonces, contemplar como factor limitativo en términos de producción agraria la disponibilidad de áreas aptas para tal fin involucrando los recursos naturales adecuados. Muchas tierras agrícolas están siendo usadas en la actualidad para el cultivo de alimentos, pasto de animales, madera, aceite vegetal y numerosos productos varios. El crecimiento de la demanda de biomasa puede significar presiones en áreas agrícolas y en particular, en determinadas zonas marginales podría suponer una competición con el suministro de alimento y con la conservación de ecosistemas naturales, como lo resalta la organización internacional FOEI (2007), en el documento de posicionamiento sobre la agroenergía, es crítica situación de muchos países del sur donde los agricultores

tienen poco acceso a la tierra. La expansión de las áreas usadas para exportar biomasa de cultivos podría empeorar la situación. Además, la enorme cantidad total de tierra necesaria para producir agroenergía a gran escala producirá inevitablemente conflictos con el suministro de alimentos y el acceso a tierra productora.

El uso de tierra para el cultivo de las especies vegetales de importancia energética como se observa en la tabla 2.5 no muestra un cambio significativo en los recursos de doble propósito, como lo son el trigo que presenta un cambio negativo, el arroz y caña de azúcar con porcentajes de cambio de 3.3% y 4.7% y un aumento de 3.2% y 4.5% respectivamente. Escenario muy diferente a la soya, el maíz y la canola, recursos demandados en la actualidad para energía con un cambio de 48%, 15% y 17% y un aumento del 32%, 13% y 14% respectivamente.

El aumento de la población provoca la demanda de más producción agrícola y mayor superficie de tierra cultivable. Es de esperar por tanto que, aumenten las consecuencias adversas para la agricultura (como la erosión o la polución procedente de fertilizantes y plaguicidas) a menos que se tomen las medidas adecuadas para reducir esas adversidades. Los pastizales permanentes y los bosques son los ecosistemas naturales que más suelen transformarse en tierras de cultivo. Sin embargo, debido a que muchos pastizales no pueden soportar una gran variedad de cultivos una gran parte de las nuevas granjas agrícolas han surgido de la conversión de los bosques.

A nivel mundial, los bosques se han reducido en un 1,9% desde 1981 a 1990, cifra que llega al 3,6% en los países tropicales (WRI, 1996). La destrucción de los bosques tropicales continúa a un ritmo vertiginoso. El porcentaje de pérdida de bosques tropicales varía según los distintos países, calculándose que el mayor corresponde a Latinoamérica y África. Aunque la superficie de tierra de cultivo puede incrementarse a costa de los bosques y de otras áreas naturales la disponibilidad de estos recursos es limitada y los efectos adversos de su

desaparición pueden ser nefastos. A pesar de alguna ganancia neta en el total mundial de tierras de cultivo en los últimos tiempos aun se producen enormes pérdidas de terrenos fértiles todos los años. Partes de esta pérdida se debe a la urbanización especialmente en países como China en el que su industria base se esta desarrollando vertiginosamente. En Estados Unidos se estima una pérdida de 168.000 hectáreas de terrenos de cultivo anualmente entre 1982 y 1992 debido al fenómeno de la urbanización (Powers 2001).

Tabla 2.6 Rendimiento en millones de t, en países desarrollados y países en vía de desarrollo en el año 2006.

ESPECIE		PAISES DESARROLLADOS				PAIS EN VIA DE DESARROLLO			
Maíz	1995	USA	BELGICA	ITALIA	PROM	CHINA	BRASIL	MEXICO	PROM
	2006	7.123	7.556	8.970	5.554	4.917	2.600	2.288	2.369
Caña de azúcar	1995	AUSTRAL	ESPAÑA	USA	PROM	BRASIL	INDIA	COLOM.	PROM
	2006	95.734	71.737	74.047	77.764	66.614	71.198	84.687	54.033
Arroz	1995	USA	ESPAÑA	GRECIA	PROM	CHINA	INDIA	COLOM.	PROM
	2006	7.036	7.066	7.000	5.209	6.264	2.849	4.802	2.862
Trigo	1995	USA	CANADA	FRANCIA	PROM	CHINA	INDIA	COLOM.	PROM
	2006	2.406	2.246	6.507	3.999	3.541	2.559	2.119	1832
Soya	1995	USA	CANADA	ITALIA	PROM	ARGENTI	INDIA	COLOM.	PROM
	2006	2.375	2.782	3.752	1.801	2.044	1.012	2.107	1.533
Ricino	1995	RUSIA	RUMANIA	UCRANIA	PROM	BRASIL	CHINA	INDIA	PROM
	2006	1.111	404	500	671	433	894	950	627
Colza	1995	CANADA	ALEMANIA	FRANCIA	PROM	CHINA	INDIA	ARGEN.	PROM
	2006	1.221	3.189	3.228	1.881	1.415	950	1.353	1.062
		1.710	3.734	2.948	2.130	1.876	1.176	1.483	1.333

Fuente: FAO

A pesar de estas restricciones sobre las áreas de cultivo, el aumento en el uso es tangible pero leve, contrastando con el aumento mas pronunciado en la producción relación indirecta que evidencia dos factores importantes. El primero estipulado por

la real limitación en nuevas áreas para cultivo y el segundo el favorecimiento en la producción por la implementación de tecnologías subsidiadas por recursos energéticos de origen fósil y el uso de variedades genéticas altamente productivas situación claramente evidente en el cambio del rendimiento de las diferentes especies de interés.

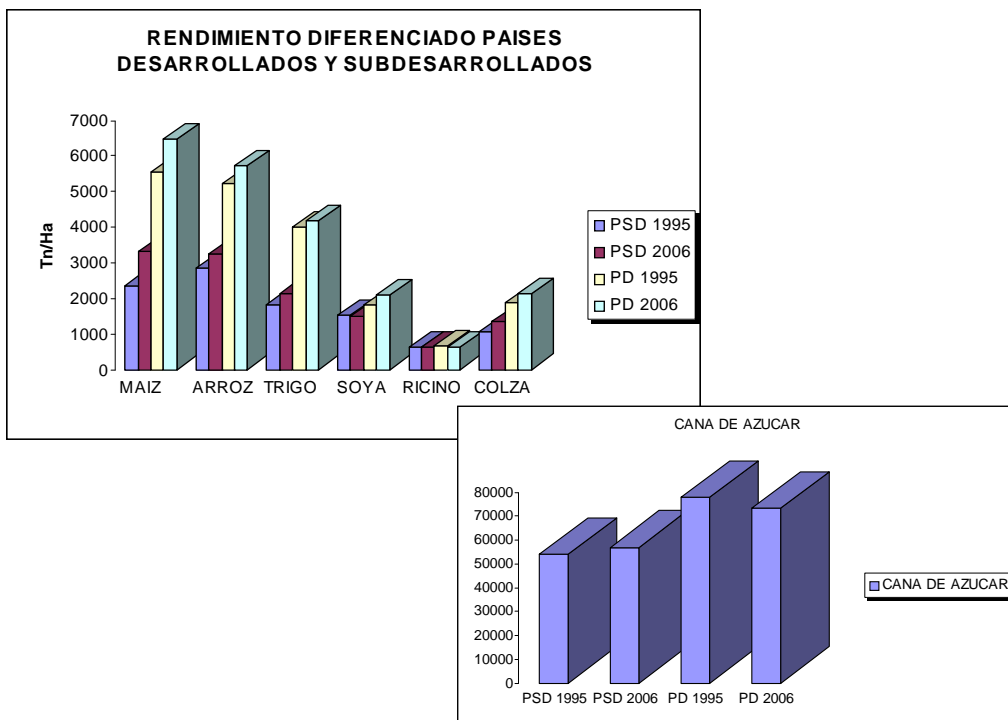


Figura 2.11 Rendimientos de especies energéticas en países desarrollados en subdesarrollados para el periodo 1995 – 2006.

La diferencia de rendimiento (t/ha) en las diferentes economías mundiales, diferenciadas en las categorías de países desarrollados y países en vía de desarrollo, perfilados por la disponibilidad y adquisición de recursos económicos que favorecen el desarrollo e implementación de tecnologías los países en vía de desarrollo presentan un rendimiento por hectárea bajo porque son demasiado pobres para practicar los subsidios energéticos a diferencia de los países desarrollados que presentan en muchas situaciones hasta el doble de rendimiento

en las cosechas, como lo muestra la tabla 2.6. Así mismo el incremento del rendimiento del periodo comprendido desde el año 1995 hasta el 2006, probablemente por el avance tecnológico antes mencionado.

El análisis de la producción mundial en contraposición al rendimiento y disponibilidad de recursos en ambas economías (ver figura 2.11) deja entre dicho la eficiencia de adquisición de bienes alimentarios y energéticos. No es de extrañar que países como China, India y Brasil, cuyas economías están en desarrollo acelerado respecto a otros países pobres se encuentre entre el grupo de naciones más productoras del mundo pero con los rendimientos mas bajos. Situación que disiente de las políticas globales y nacionales ya que para estos casos la disponibilidad de subsidios energéticos son realmente el límite en la producción y no, el área como tal.

2.4 APROVECHAMIENTO ENERGETICO DE LA BIOMASA

Las proyecciones indican que la energía de biomasa podría satisfacer hasta el 25% de la demanda mundial de energía para el año 2050 (FAO, 2007).

Como fuente de energía casi neutral de carbono, la mayor parte de los sistemas bioenergéticos puede contribuir a mitigar el cambio climático mediante la sustitución de los combustibles fósiles y la fijación del carbono a través de las plantaciones bioenergéticas. Dado que la agricultura y la silvicultura son las principales fuentes mundiales de biomasa el mercado en expansión de materias primas bioenergéticas podría contribuir significativamente a elevar los ingresos agrícolas. Se podrían utilizar más de 200 especies vegetales para producir bioenergía y algunas plantas podrían contribuir a restablecer tierras degradadas y marginales. Sin embargo la FAO advierte que el cambio hacia la bioenergía hace temer la seguridad alimentaria, dado que la tierra y otros recursos productivos se sustraen a la producción de alimentos. Además, la intensificación de la producción de biocombustibles podría repercutir muy negativamente en el agua y el suelo.

Los beneficios climáticos esperados del uso de la biomasa pueden no llegar a ser realidad. Esto ocurre cuando las plantaciones son resultado de una transformación de masas boscosas o de determinados ecosistemas. En principio, y desde una visión reduccionista, el uso energético de biomasa devuelve a la atmósfera el CO₂ que las plantas han absorbido previamente. Comparado a los combustibles fósiles, se puede alcanzar un balance comprendido entre una reducción de las emisiones del 90% o un aumento del 20%. Pero esto dependerá en un primer momento de lo que había en el suelo antes de la plantación y en un segundo análisis del tipo de planta que se vaya a cultivar, de cómo se cultive y procese. En este sentido la deforestación de bosques primarios, la desecación de turberas o la erosión de suelos provocada por el monocultivo, conlleva la emisión del CO₂ y otros GEI del suelo. A modo de ejemplo, la desecación de las turberas en el sureste asiático para su transformación en plantaciones de palma con fines energéticos es hoy en día responsable del 8% de las emisiones globales de CO₂. Se calcula que los cambios en los usos del suelo son responsables del 18% de las emisiones de GEI. Al mismo tiempo hay que contemplar el uso de fertilizantes que acompaña la producción de biomasa en grandes extensiones. Los fertilizantes empleados no sólo son muy exigentes en energía para su producción sino que son grandes emisores de óxido nitroso, un gas de efecto invernadero 300 veces más impactante que el CO₂. A todo esto hay que añadir las emisiones provocadas por el transporte de la biomasa en detrimento del balance de GEI a medida que aumenta la distancia recorrida (FOEI, 2007).

El balance energético de la agroenergía varía de unas cosechas a otras. Destacan por su alto contenido energético la palma y la caña de azúcar. Otras variedades con un contenido energético bastante menor son la colza, el maíz, el trigo y la soja. Teniendo en cuenta los cambios en los usos de la tierra y el uso de los fertilizantes, los agrocombustibles denominados de 1ª generación (agroetanol de caña de azúcar, de trigo, etc., agrodiesel de girasol, colza, etc.) no aportan considerables reducciones de GEI. En algunos casos incluso llevan a aumentos importantes contribuyendo al calentamiento global del planeta. La 2ª generación (agroetanol de paja, madera, etc., gas natural sintético a partir de recursos fósiles o renovables

bio-DME) de carburantes se considera más eficiente y presenta una mejor relación respecto a las emisiones de GEI. Los cálculos deben incluir tanto las emisiones indirectas como las resultantes de los cambios de uso de la tierra, además del empleo de fertilizantes y el transporte. (FOEI, 2007)

La producción de biomasa a gran escala a menudo desemboca en plantaciones de monocultivos, riesgo que se puede observar en el cultivo de aceite de palma en el sureste de Asia y de soja en Suramérica. El clareo de los bosques o de zonas muy ricas en biodiversidad para establecer las plantaciones puede llevar a una gran pérdida de biodiversidad. Además, la capacidad de Europa para incrementar su propia producción de biomasa puede ocasionar una pérdida de suelo destinado a la conservación natural y un fuerte incremento de la intensificación de la agricultura dentro de la Unión Europea. El uso de fertilizantes y pesticidas para el crecimiento de la biomasa puede también tener consecuencias perjudiciales para el medio ambiente, para los agricultores y para la población local. Además, el uso de cultivos modificados genéticamente asociado al fomento de los agrocombustibles conlleva el uso de herbicidas más potentes, una gran intensificación de la agricultura y otros efectos ambientales y de seguridad. El cultivo de biomasa con fines energéticos no debe suponer el deterioro de ecosistemas naturales valiosos o áreas protegidas, ni deben dañar funciones importantes de los ecosistemas como la aportación de nutrientes y la prevención de la erosión. No se debe permitir la producción de biomasa en tierras deforestadas o quemadas en los últimos 5 años. Los organismos modificados genéticamente o transgénicos plantean riesgos inaceptables para la salud y el medio ambiente además de conducir a una mayor intensificación de la agricultura y al incremento de su control por parte de las multinacionales (FOEI, 2007).

El etanol se emplea como combustible de maquinas y el uso de este alcohol mezclado con gasolina empieza a incrementarse notablemente. Cuando estos son ricos en azúcar como los de caña de azúcar o la remolacha azucarera, son especialmente productivos para este objetivo. De los cultivos ricos en almidón,

como la mandioca o la patata y de los cereales feculentos como el maíz o el sorgo también se pueden obtener cantidades significativas de etanol. Algunos de estos cultivos (caña de azúcar, maíz y sorgo) son hierbas con un alto porcentaje de capacidad de conversión de energía solar. Aunque algunas plantas pueden cultivarse fundamentalmente para la producción de etanol a gran escala, esto supondría ocupar tierra de labor que podría destinarse a cultivos para alimentos, (Powers, 2001). El biodiesel por su lado, es un combustible producido a partir de materias de base renovables como los aceites vegetales que se puede usar en los motores diesel. Químicamente constituyen ésteres de alquilo, de metilo y de etilo, con cadenas largas de ácidos grasos. Se encuentra registrado como combustible y como aditivo para combustibles en la Agencia de Protección del Medio Ambiente, EPA, en los Estados Unidos. Este éter (parecido al vinagre) puede ser producido a partir de distintas fuentes de aceite, tales como, soja, colza, girasol, maní y grasas animales, (BCR, 2004).

La situación mundial en términos de adquisición de bienes alimentarios y energéticos es compleja además de ambigua entre las naciones. Son muchas las posiciones y argumentos establecidos hasta el momento para suplir las necesidades en ambos aspectos en mercados en la conservación y uso razonable de los recursos. Por lo tanto es necesario establecer dinámicas y gestiones asequibles a la disponibilidad global de recursos de acuerdo a la oferta ambiental local y regional para realmente suplir necesidades de la demanda creciente y obtener así el mejor rendimiento y eficiencia en el proceso.

BIBLIOGRAFIA

ALONSO, J. L. _____. Los retos de la actualidad: Una crítica a la agricultura convencional. CORPOICA. En: <http://www.geocities.com/SiliconValley/Way/4302/retorno.html>. Revisado: 09/04/08

AMATLLER, G; DAVIA, A. 2000. Procesamiento de aceite rojo de palma africana para consumo humano en frituras. Costa Rica. En: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/PG-97025.PDF>. Revisado: 04/05/08.

ARROYAVE, C. E. 2007. Investigación para el resurgimiento del agro colombiano. En: http://www.colciencias.gov.co/portacol/kernel/mod_nuevo_libros/usuario_publico_libros/detalle_medio.jsp?id_medio=539&id_seccion=1019. Revisado: 09/04/08

AZCON, J; TALON, M. 2001. Fundamentos de fisiología vegetal. McGraw Hill. España. 521 p.

BANCO MUNDIAL 2008. Informe sobre el desarrollo mundial 2008: Agricultura para el desarrollo, adaptación y mitigación del cambio climático en el sector agrícola. En: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/BANCOMUNDIAL/EXTDATRESINSPA/EXTRESINSPA/EXTWDRINSPA/EXTIDM2008INSPA/0,,contentMDK:21508903~isCURL:Y~menuPK:4276356~pagePK:64168445~piPK:64168309~theSitePK:4164497,00.html>. Revisado: 15/04/08

BELLVER, J. S. 1999. Los recursos hídricos: factor limitante del desarrollo agrícola de la comunidad valenciana. En: Revista Valenciana D' Estudis Autonomics. Numero 26. En: http://www.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro_26/131-26.pdf Revisado: 14/04/08

BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO, BCR. 2004. En: <http://www.bcr.com.ar/pagcentrales/publicaciones/images/pdf/BIOCOMBUSTIBLES.PDF>. Revisado: 01/05/07

CASAS, A. 2002. La conservación de los suelos y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. Argentina. En: http://www.inta.gov.ar/suelos/actualidad/conferencias/Disertacion_R_Casas.htm Revisado: 18/04/08

CENTRO DE ESTUDIOS PARA LA TRANCISION DEMOCRATICA, CETD. 1999. Cultivo e industrialización de la caña de azúcar en México. En: http://www.cetrade.org/v2/revista_transicion/1999/revista_25_los_ingenios/cultivo. Revisado: 01/05/07

CURTIS, H; BARNES, N. 2000. Biología. Editorial Panamericana. España. Pgs. 184-200.

DELAVEGA, J. A. 2005. Jatropha y biodiesel. En: http://www.gvepinternational.org/_file/60/Jatropha%20y%20Bio-Diesel%20_2_.pdf. Revisado: 06/05/08.

DROS, J. M. 2004. Manejo del boom de la soya. En: http://assets.panda.org/downloads/managingthesoybooms spanish_57b6.pdf . Revisado: 02/05/08.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION, FAO. 2007. La agricultura y el medio ambiente. Enfoques.

FEDEPALMA. _____. La palma de aceite. En: <http://www.fedepalma.org/palma.htm>. Revisado: 01/05/07

FOEI. 2007. Documento de posicionamiento sobre agroenergía. En: http://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/Posicion_Amigos_de_la_Tierra_Agroenergia.pdf Revisado: 04/04/08

FOSER. 2002. Biomasa. En: <http://www.bun-ca.org/publicaciones/BIOMASA.pdf>. Revisado: 24/04/08

FOSTER, D. _____. ¿Habría bastante agua para satisfacer las necesidades del mundo?. USAID. En: <http://usinfo.state.gov/journals/itgic/0399/ijgs/gj-3.htm>. Revisado: 17/04/08.

GONZALES, R. 2008. *Jatropha curcas* una planta excepcional. Chile. En: <http://jatrophachile.blogspot.com/2008/03/jatropha-curcas-una-planta-excepcional.html> Revisado: 14/04/08

- LABARCA, M; SANABRIA, N; ARCIA, A. 2004. Patogenicidad de *Pestalotiopsis palmarium* sobre plantas de vivero de palma aceitera. Revista de la Facultad de Agronomía. En: http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006012000005&lng=es&nrm=iso Revisado: 03/05/08
- _____. 2006. Rendimientos de cultivos oleaginosos por hectárea aptos para biodiesel. En: http://www.engormix.com/s_articulos_view.asp?art=852&AREA=AGR. Revisado: 01/05/07
- LA NACION. 2007. El Maíz. En: <http://www.lanacion.com.ar/destacados/07/maiz/link1.asp>. Revisado: 01/05/07
- LYNCH. M; BERNSTEIN, R; BASCO, J. 2008. Agricultura global, investigaciones temáticas. En: Agricultura global, investigaciones temáticas Revisado: 30/04/08.
- MANZANO, P. 2008. El aceite de ricino otra alternativa para biodiesel. En: Tecnología. Ecuador. En: https://www.focus.espol.edu.ec/html/webapp/templates/documentos/2008_02_aceite_ricinus.pdf. Revisado: 01/05/08
- MARGALEF, R. 1977. Ecología. Ediciones Omega. España. 951 pgs.
- MINISTERIO DE ECONOMIA Y PRODUCCION, MECON. 2007. En: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/agricu/agricultura.htm>. Revisado: 01/05/07
- NATIONAL CORN GROWERS ASSOCIATION, NCGA. _____. Grains Production. En: <http://www.ncga.com/WorldOfCorn/main/production3.asp>. Revisado: 01/05/07
- POWERS, L. E; MC SORLEY, R. 2001. Principios ecológicos en agricultura. Paraninfo. España. 429 pgs.
- ODUM, E. 1982. Ecología. Interamericana. México. 639 pgs.
- PALIVAL, R. 1999. Introducción del maíz y su importancia. En: <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s02.htm>. Revisado: 01/05/08
- RICUPERO, R. 1998. Medio ambiente y desarrollo sostenible. En: http://www.eurosur.org/medio_ambiente/bif68.htm. Revisado: 01/05/08
- RODRIGUEZ, M; CORVALAN, P; GUTIERREZ M. _____. La utilización potencial de la biomasa forestal en Chile como fuente de energía. Universidad de Chile. En: <http://146.83.41.79/profesor/bioenerg/Utilizacion%20potencial%20biomasa%20forestal%20como%20energia.pdf>. Revisado: 15/04/08
- RODRIGUEZ, R. 2007. Etanol: una nueva geografía mundial. En: http://news.bbc.co.uk/1/spanish/specials/2007/etanol/newsid_6504000/6504179.stm. Revisado: 01/05/07
- SANCHEZ, R. 2007. Agricultura colombiana para producir combustible. SAC. Colombia. En: www.colciencias.gov.co/portalc/kernel/mod_nuevo_libros/usuario_publico_libros/detalle_medio.jsp?id_medio=539&id_seccion=1022. Revisado: 09/04/08
- SANCHEZ, S; MIJARES, P; LOPEZ, L; BARRIETOS, A. _____. Historia del Aguacate en México. En: http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_1998-2001/CICTAMEX_1998-2001_PG_171-187.pdf. Revisado: 03/05/08

SOTO, E. 2000. El cultivo de cocotero, producción e importancia. Numero: 68. En: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd68/texto/esoto.htm>. Revisado: 03/05/08

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, USDA. 2008. En: <http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome>. Revisado: 01/05/08

_____, 2004. Biodiesel en el mundo. En: <http://www.eco2site.com/informes/biodiesel-m.asp>. Revisado: 01/05/07

WORLD RESOURCES INSTITUTE, WRI. 1996. En: <http://www.wri.org/>. Revisado: 01/05/07

CAPITULO III

3. ALIMENTO Y/O ENERGÍA: DESARROLLO Y SUSTENTABILIDAD

La agricultura es la actividad productiva más importante que el ser humano realiza para obtener los bienes y servicios necesarios para la supervivencia. La agricultura es una de las industrias más grandes del mundo. En todo el mundo, hay más personas involucradas de alguna manera en la agricultura que en todas las demás ocupaciones combinadas, a pesar de la evolución que esta actividad ha tenido donde la mano de obra paso del 40% del valor de los recursos que se utilizaban en la agricultura en 1950 a 9.5% en 1993. Por el contrario, el uso de maquinarias y de productos químicos en la agricultura aumentó 5 veces, y pasó de 25% a 43% durante el mismo período. A si mismo la necesidad de tierra, equipos, semillas, fertilizantes y pesticidas, (Estabrook, 2004). Muchos de estos cambios en las prácticas agrícolas han impulsado la productividad. Es por esto que directa o indirectamente las materias primas para muchas cadenas productivas provienen de fuente vegetal. Hoy en día cuando los recursos energéticos convencionales llegan a la encrucijada que establece el incremento en la demanda y la incertidumbre de la oferta, se recurre a fuentes energéticas alternativas como lo es, la biomasa para la tecnología moderna.

Los recursos agrícolas actualmente utilizados para producción de biocombustibles tienen dos factores en común, el primero de ellos es la alta productividad y rendimiento favorecido por el desarrollo de variedades y tecnologías asociadas a los cultivos y el segundo y no menos importante, son recursos de doble propósito: alimento y combustibles. El uso de estos recursos para ambos fines, ha desencadenado una problemática mundial en la disponibilidad de alimentos ya sea por abastecimiento o por precio.

En el transcurso del siglo XXI, cuando la sociedad humana da un paso largo en la innovación tecnológica transversal a todos los sectores productivos que le conciernen, y la globalización se convierte en filosofía mundial, el desarrollo estaría dirigido a la equidad de las sociedades, para las cuales, la consternación de suplir necesidades básicas quedaría en el pasado. Situación poco probable, por no llegar a establecerla como utópica, ya que el desarrollo como hasta el momento se ha entendido depende en buena medida del subdesarrollo y este a su vez de la poca disponibilidad de recursos. En la mayoría de los países desarrollados la población crece sutilmente, pero los niveles de consumo per cápita son excesivos.

Por otra parte, los países en vía de desarrollo enfrentan una situación donde el incremento de la población continúa de forma exponencial pero la disponibilidad de recursos toma dos direcciones, aquellos países donde las economías emergentes empiezan a garantizar calidad de vida de los habitantes después de años de pobreza y donde el incremento en el uso de recursos es desmedido, o aquellos países que por su baja producción interna bruta no tienen opción en la historia del desarrollo mundial. Para este último grupo de países la obtención de biocombustibles se ha planteado como una opción en la consecución de recursos energéticos y económicos que restablezca de algún modo la equidad mundial en el desarrollo de las naciones. Cabe entonces determinar, la sostenibilidad de su producción de acuerdo a la priorización de los recursos indispensables para el bienestar del ser humano

3.1 POBLACION MUNDIAL Y ALIMENTO

La especie humana por su excelente adaptación y manejo de los recursos naturales para la satisfacción de las necesidades de supervivencia que requiere cualquier especie biológica, además de la satisfacción de las necesidades creadas que ha conllevado el desarrollo de tecnologías y posibilitó la supervivencia y bienestar de esta en todo el planeta Tierra y el incremento exponencial de la

población. Las poblaciones tienen modos característicos de crecimiento que se designan de acuerdo a la estrategia de supervivencia que estas despliegan según las peculiaridades de los diversos organismos y sus medios. Este incremento acelerado suele detenerse bruscamente al hacerse la resistencia ambiental eficaz de un modo más o menos repentino, (Odum, 1972).

El incremento poblacional se ve motivado por la existencia de factores favorables o positivos. El caso de la población humana, donde las adaptaciones extrínsecas son la causa principal de bienestar por la transformación del medio y creación de artificios establecen la diferencia entre la adaptación biológica regida en la naturaleza y la adaptación simulada tutelada en la humanidad. Adaptaciones poco convenientes en un futuro ya que como lo explica Odum (1972), en los ecosistemas de presión física y baja diversidad o en aquellos sujetos a perturbaciones irregulares imprevisibles como los actuales, las poblaciones suelen estar reguladas por componentes físicos como el tiempo, factores limitativos de materia y/o energía, contaminación, etc. Además a esto, si se establece la dependencia a la densidad como consecuencia del desequilibrio, como se manifiesta hoy en día la acción suele ser directa en cuanto se va llegando al límite superior. El factor limitante axiomático es la disponibilidad real de alimentos enmarcado en el contexto socioeconómico que identifica la disponibilidad de obtención del alimento por medio del dinero, como bien que permite su adquisición.

Recursos alimentarios, energéticos y económicos, están ligados de forma directa a la variación del número de individuos de la población. Como se observa en la figura 3.1, la curva empieza a incrementarse alrededor del siglo XVIII cuando la revolución agrícola e industrial entra en escena. Lo que evidencia el favorecimiento por parte de los avances tecnológicos desencadenados en el uso intensivo de energía. El aumento de la población humana, la cual de manera continua se ha cuadruplicado en tan solo 108 años, (ver tabla 3.1), al pasar de 1.633 millones de individuos en el año 1900 a, 6.658 millones en el año 2008, tendencia que sigue en aumento, tal vez no de forma exponencial, pero si se estableciera la capacidad de carga del sistema y la preocupación constante por la disponibilidad de recursos mal

entendida como desarrollo y producción interna bruta (PIB), se establecería de una vez por todas la insostenibilidad propiciada por la irregularidad en el ciclo de materia y flujo de energía en la biosfera. Lo que señala la teoría Maltusiana, la población suele aumentar en una proporción geométrica y la producción de alimentos sólo puede aumentar en una proporción aritmética. Llegando a que la población exceda las posibilidades reales de producción de recursos, por lo que la carencia tiende a estar siempre presente.



(a).



(b)

Figura 3.1 (a) Población humana mundial desde el año 1 de la era actual. **(b)** Incremento anual de la población humana mundial.

Tabla 3.1 Población mundial e incremento a partir del año 1 de la era actual.

AÑO	POBLACION	INCREMENTO	CAMBIO
1	255.000.000		
1000	254.000.000	- 1.000.000	
1100	301.000.000	47	18%
1200	400.000.000	99	32%
1300	432.000.000	32	8%
1400	374.000.000	42	10%
1500	460.000.000	86	23%
1600	579.000.000	119	26%
1700	679.000.000	100	17%
1800	954.000.000	275	40%
1900	1.633.000.000	679	71%
2000	6.070.552.043	4437	272%
2001	6.146.258.030	75	1.2%
2002	6.221.158.030	74	1.2%
2003	6.295.934.476	74	1.1%
2004	6.371.296.635	75	1.2%
2005	6.447.389.870	76	1.2%
2006	6.600.372.992	152	2.3%
2007	6.632.679.520	32	0.4%
2008 Enero	6.639.217.576	6	0.09%
2008 Febrero	6.645.755.632	6	0.09%
2008 Marzo	6.651.871.878	6	0.09%
2008 Abril	6.658.409.934	6	0.17%

Fuente: U.S Census Bureau, Population Division.

Este crecimiento en particular en los países en vía de desarrollo deriva en las capacidades de producción más limitadas respecto al crecimiento inminente de la población a diferencia de países desarrollados lo cuales cuentan con la infraestructura material y energética de usanza. Si se multiplica este aumento de la población por una tasa de crecimiento adecuada de acuerdo a la disponibilidad en la adquisición de bienes, se tiene un aumento futuro de las demandas de alimentos, de energía y de contaminación. Si la oferta de alimentos y de energía requerida no puede cubrir el aumento proyectado en la demanda, el escenario esperado no se produciría. De igual forma, se deben analizar las medidas necesarias para evitar la contaminación ambiental prevista y el costo que esto implicaría. En el caso de que el costo fuera muy elevado o de que no pudiera

evitarse la contaminación, se registraría el escenario original y una gran degradación de los estándares ambientales. Si sólo aumentara la población, la caída del crecimiento económico total reduciría el nivel en la calidad de vida, por la disminución en el ingreso per cápita, (Robledo, 2001).

Unos 2.000 millones de personas carecen de seguridad alimentaria, definida por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). En los últimos dos decenios, el suministro alimentario de muchos países ha quedado a la zaga del crecimiento de la población. Mundialmente el aumento de la producción agrícola (ver anexos) se ha incrementado año tras año. Situación que en un escenario positivo conduciría al mejoramiento de la calidad de vida humana, pero la realidad muestra la brecha existente entre las sociedades. Hoy en día se producen alimentos suficientes para alimentar a toda la población mundial. El hambre no es consecuencia de un déficit de producción, las causas residen más bien en la injusta distribución y falta de acceso a los recursos de producción y a ingresos, así como en un injusto sistema de comercio mundial, (Misereor, 2007).

Los países se dividen en tres grupos: i) los que tienen la capacidad agrícola para ser autosuficientes en la producción de alimentos; ii) los que no son autosuficientes en la producción de alimentos pero tienen otros recursos que les permiten importar suministros alimentarios adecuados; y iii) los que no son autosuficientes en la producción de alimentos y no poseen los recursos financieros necesarios para cubrir el déficit con importaciones. En el primer grupo, son autosuficientes en agricultura algunos países de Europa y también Australia, Canadá y Estados Unidos. Estos países disponen de tierras suficientes de labrantía para satisfacer la mayor parte de sus propias necesidades alimentarias en la actualidad y probablemente por muchos decenios más. En efecto, muchos de estos países producen considerables excedentes agrícolas y los exportan. Estos países probablemente podrían producir lo suficiente para satisfacer las necesidades alimentarias de todos los países con déficit de alimentos, si estos últimos estuvieran en condiciones de comprar los alimentos importados. En los países del segundo grupo, los importadores de alimentos, están incluidos Japón, Singapur,

algunos países de Europa y los estados productores de petróleo del Golfo Pérsico. El tercer grupo está constituido por los “países de bajos ingresos con déficit de alimentos”, según frase acuñada por la FAO. Estos países comprenden la mayor parte del mundo en desarrollo. En la actualidad unos 3.800 millones de habitantes, casi dos tercios de la población mundial, viven en países de bajos ingresos con déficit de alimentos. En estos países millones de personas conocen el hambre, la malnutrición y aun la inanición cuando fracasan las cosechas, a menos que otros países les suministren oportunamente ayuda alimentaria de emergencia. Mundialmente, unos 825 millones de personas están crónicamente malnutridas de acuerdo con estimación reciente de la FAO. Sumado a esto muchos países de bajos ingresos y con déficit de alimentos están entre los que tienen las tasas más altas de crecimiento de la población, (Hinrichsen y Robey, 2000).

En el año 1996 se llevo a cabo en la ciudad de Roma, la Cumbre Mundial sobre la Alimentación (CMA) donde líderes de 180 naciones se comprometieron a erradicar uno de los peores azotes que pesan en la conciencia colectiva de la sociedad: el hambre. Como paso importante hacia este objetivo, se estableció la meta de reducir a la mitad el número de personas subnutridas en el mundo para el año 2015 con respecto a los niveles de 1990. Diez años más tarde, nos encontramos con la triste realidad de que prácticamente no se ha conseguido avance alguno hacia ese objetivo.

Así mismo, la FAO señala la insuficiencia en los esfuerzos realizados para mitigar el hambre, resaltando la disponibilidad de recursos en el mundo respecto hace diez años, ya que hay más alimentos disponibles al igual que técnicas y tecnología concerniente a esta producción. En el informe se resalta la ausencia y la falta de voluntad política suficiente para movilizar los recursos a favor de la gente que realmente los necesita, al valorar el avance dentro de los países se observa que en general el hambre se concentra en las zonas rurales. A su vez, la pobreza urbana tiende a aumentar con la emigración de la gente hacia las ciudades, en un intento de escapar de las penurias asociadas con los modos de vida en el campo. Debido, en parte, a la decadencia del campo, el mundo se está urbanizando a un ritmo

rápido y no transcurrirá mucho tiempo antes de que la mayor parte de la población de los países en desarrollo viva en grandes ciudades, (FAO, 2006). .

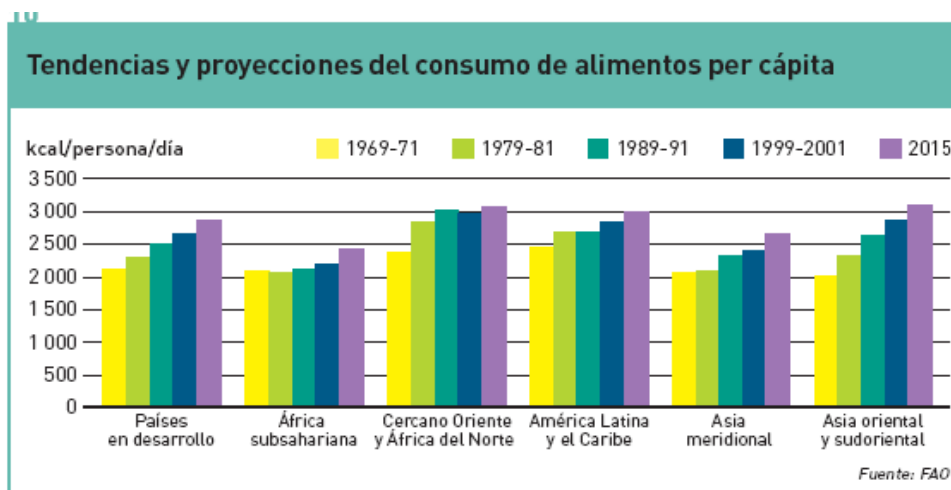


Figura 3.2 Tendencias y proyecciones del consumo de alimento en el mundo. FAO (2006)

Considerando lo anterior, el incremento en la población implican una mayor demanda de bienes, incluidos los alimentos y servicios, por la misma razón, un mayor consumo de energía, lo que posteriormente impactaría la relación de todo el sistema ecológico. La figura 3.2 muestra las proyecciones realizadas por la FAO para el cumplimiento del objetivo del milenio, estimativos bastante generosos teniendo en cuenta el número de personas subnutridas para el año 2003 (ver figura 3.3) estimadas en 854 millones, al rededor del 12% de la población total, como lo reconoce la FAO, los progresos proyectados en la reducción del hambre son reflejo de aumentos significativos del consumo medio de alimentos per cápita.

A pesar de que en general ha aumentado el consumo de alimentos, en varios países ese aumento no será suficiente para que se reduzca de manera significativa el número de personas subnutridas. Reducir el hambre será especialmente difícil para los países caracterizados tradicionalmente por niveles de prevalencia del hambre muy altos, consumo de alimentos muy bajo (inferior a 2 200 Kcal/persona/

día en 1999-2001), llevadas a cabo por las escasas perspectivas de crecimiento económico, las altas tasas de crecimiento de la población y la base de recursos agrícolas limitada. En esta categoría están comprendidos 32 países con unas tasas de subnutrición que varían entre el 29% y el 72% de la población y una prevalencia del 42% como promedio. Según las proyecciones, su población actual de 580 millones de personas aumentará a 1.390 millones para 2050. Su consumo medio actual de alimentos, de 2.000 Kcal/persona/ día, ha disminuido de hecho con respecto al de 30 años atrás, (FAO 2007). Esta situación lleva a situar en primera instancia el desarrollo en el sector agrícola como prioridad.

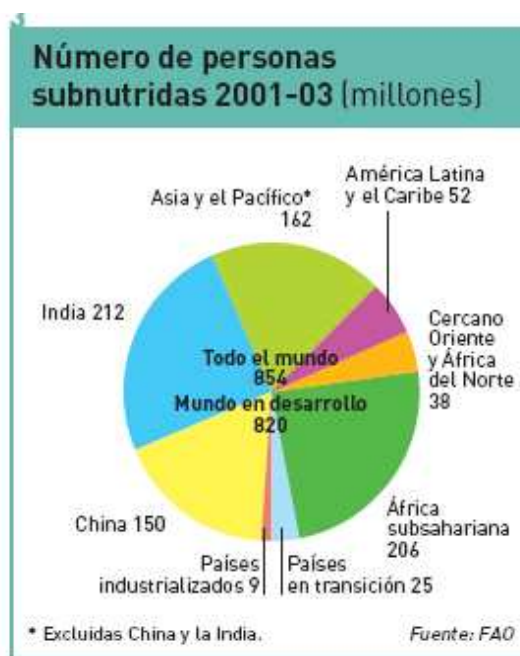


Figura 3.3 Numero de personas subnutridas en el mundo para el año 2003. FAO (2006)

La agricultura provee los recursos necesarios para la producción de alimento, pero así mismo consecuencia de esto, la degradación intensiva del ambiente productor, paradoja que establece las consecuencias de una situación social en la producción de alimento como derivación de la degradación ambiental. Pero en todos los escenarios institucionales y políticos se destaca la necesidad de oferta de alimentos y producción de energía. Si los objetivos del Milenio ya están fijados

como política mundial para la reducción del hambre al 2015 y en los últimos años sigue el aumento de población con hambre. Cabe por tanto plantearse si la producción de energía a partir de biomasa vegetal no va en detrimento de la producción de alimentos, lo que contribuiría al aumento del hambre.

3.2 PRODUCCION DE BIOCOMBUSTIBLES EN EL MUNDO

La biomasa vegetal utilizada como recursos energéticos proviene de especies que también son usadas como recursos alimentos por las mismas propiedades productivas consideradas en la producción de energía además de las características nutricionales que las define como recursos esenciales en la dieta humana y animal.

En muchos países se piensa que el aprovechamiento de las plantas para la obtención de energía proporcionará una mayor seguridad energética así como un abastecimiento de energía más compatible con el medio ambiente y neutral en relación al CO₂. Los representantes de las organizaciones internacionales de la economía y de la política crean a menudo la impresión que la llamada bioenergía nos pondrá en condiciones de mantener nuestro estilo de vida, pese al cambio climático y a la escasez de recursos. Por este motivo, su utilización está siendo fomentada mundialmente a través de subvenciones y privilegios fiscales, así como por medio de cuotas de adición. El término “bioenergía” es, sin embargo, engañoso, pues implica una producción sostenible que por lo general, no se da en el caso de las materias primas energéticas de origen vegetal, dado que se producen de manera extensiva, en monocultivos y utilizando gran cantidad de agroquímicos. También existe el peligro de que se destruyan bosques intactos, sobre todo en la producción de etanol a partir de la caña de azúcar y en la producción de biodiesel a partir del aceite de palma. Esto perjudica el balance de los gases de efecto invernadero, ya que los bosques son importantes sumideros de carbono (Misereor, 2007).

La consecuencia directa del desabastecimiento de los productos de doble propósito por la desviación de estos para la elaboración de biocombustibles, es el aumento del precio en los productos básicos alimentarios. Las alzas en las cotizaciones internacionales de materias primas, dispararon el precio de productos básicos de la canasta familiar, como la harina, el maíz y el trigo, aumentando hasta en un 50% respecto el precio del periodo (marzo-febrero) inmediatamente anterior en Colombia (Correa, 2008). En otros países los incrementos fueron hasta del 141% para el arroz, 130% para el trigo y para el maíz. La inflación de los alimentos es importada y global, con lo cual quieren decir que los aumentos de precios, en lo fundamental, obedecen a que las cotizaciones internacionales de materias primas, como los cereales, están disparadas, (____, 2008).

Pero es perceptible la indeterminación en las posiciones frente a las circunstancias. Para el director Achim Steiner, del Programa para el Ambiente de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), define la causa de la problemática en la especulación sobre los altos precios de los alimentos a pesar de la suficiencia de recursos alimenticios en el planeta, al ser los mercados y suministros influenciados por las percepciones de los mercados de futuros lo que deforma el acceso a la comida. Mientras, Joaquín Vial, economista jefe de la Unidad de Tendencias Globales del BBVA establece la causa en la creciente demanda de cereales por parte de países con economías emergentes, como el caso de China e India, sumado a la disminución de producción especialmente de los granos (trigo, soya y maíz) soportada por las condiciones ambientales adversas que afectaron a varios países. Por otro lado la Secretaria de Estado de Estados Unidos, Condoleezza Rice, expresa como causa, el incremento en la producción de biocombustibles, (____, 2008).

El aumento sostenido de los precios del petróleo y la escasez de nuevos yacimientos promueven el desarrollo de la bioenergía también llamada por muchos agroenergía potenciando a la agricultura como un elemento dinamizador. Actualmente se tiene un impacto considerable, entre 2000 y 2006 la producción mundial de etanol combustible creció en más del 100%, y la biodiesel en casi un

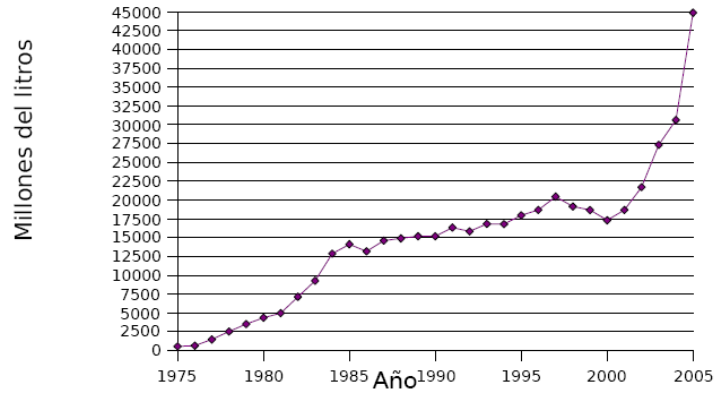
400%. Dicha producción está creciendo con gran intensidad, ya que se ha duplicado la producción en pocos años. Como se observa en las figuras 3.4 y 3.5 el incremento a nivel mundial es exponencial tanto para el bioetanol como para el biodiesel. Actualmente se producen aproximadamente 45.000 millones de litros de etanol para el año 2005, de los cuales Estados Unidos y Brasil producen cerca del 70% de la producción mundial. A su vez la producción de biodiesel estimada en 3.750 millones de litros para el mismo periodo, la cual se origina en Alemania más del 50%, seguido de Francia, Estados Unidos e Italia con el 15%, 7.2% y 5.8% respectivamente.

La utilización de la agricultura como fuente alternativa de energía se establece como la alternativa para reducir la dependencia del petróleo, la disminución de la contaminación, la sustitución de cultivos y el despliegue de nuevas agroindustrias y empleo rural.

Pero existen aspectos controversiales: el crecimiento de los precios agrícolas, el impacto sobre la seguridad alimentaria, el desplazamiento de cultivos destinados a alimentos, una mayor competencia sobre uso del suelo agrícola y una creciente presión sobre bosques y ambientes protegidos (IICA, 2007). Es evidente la necesidad de los países de encontrar un balance entre las necesidades de producción de alimentos y de cultivos energéticos.

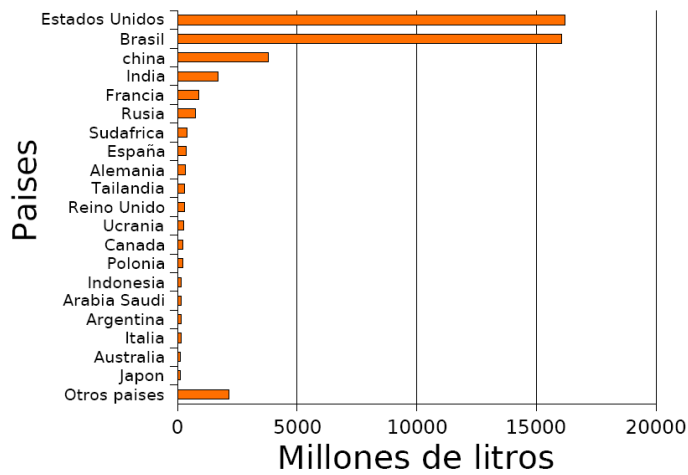
La percepción actual es que los biocarburantes no podrán sustituir totalmente a los combustibles fósiles, pero sí complementarlos en forma de diferentes mezclas con el fin de reducir la dependencia respecto del petróleo, a diferencia de otras alternativas que son excluyentes (por ejemplo, los gases licuados del petróleo) y necesitan cierta duplicación del sistema motor. En el mismo sentido, los biocarburantes pueden utilizar la misma red logística de distribución que los combustibles fósiles.

Evolución de la producción mundial de bioetanol 1975-2005



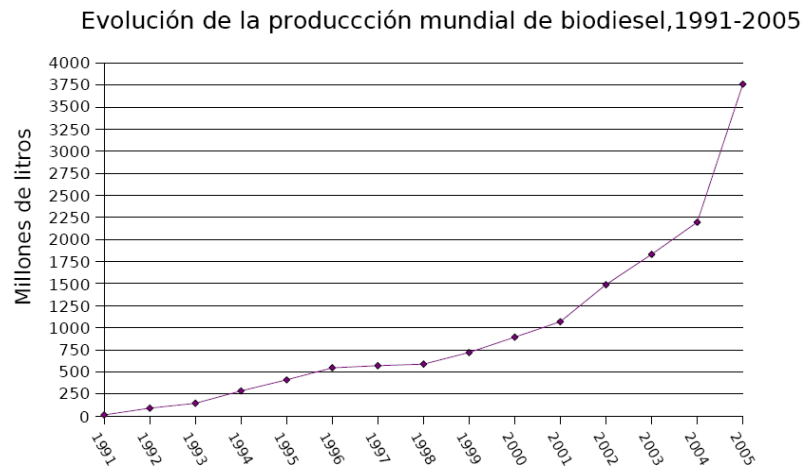
(a)

Producción mundial de Bioetanol, 2005

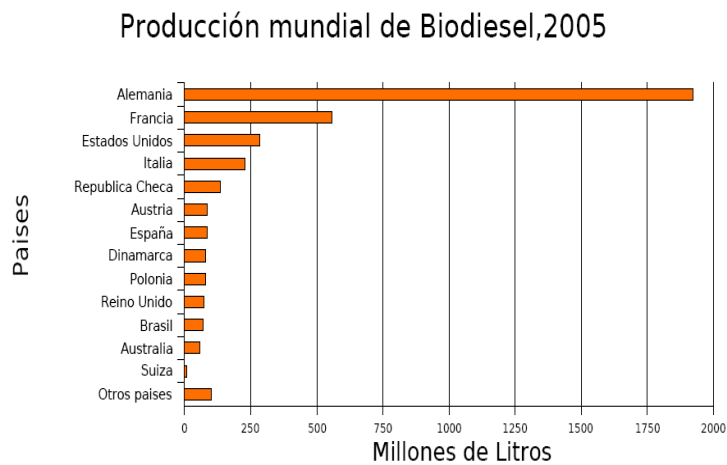


(b)

Figura 3.4 (a) Evolución de la producción mundial de bioetanol. **(b)** Producción de bioetanol por país. Fuente: Ballenilla, 2007



(a)



(b)

Figura 3.5 (a) Evolución de la producción mundial de biodiesel. **(b)** Producción de biodiesel por país.
Fuente: Ballenilla, 2007

La producción de biocombustibles es entonces una realidad. Además de la acelerada elaboración y desarrollo tecnológico en las principales potencias

productoras, las actuales políticas globales incentivan su necesidad. Solo para el sector transporte son notablemente ambiciosas, la Unión Europea dentro del Plan Euro Global pretende sustituir el 20% de los combustibles convencionales por combustibles alternativos para el año 2020, a si mismo Estados Unidos la misma cantidad para el año 2030. Brasil el 25%, Canadá el 10%, China el 10% y Argentina el 5% como mezcla obligatoria en gasolinas en varias provincias para los próximos años, (CIEMAT, 2006).

Tabla 3.2 Marco regulatorio para el uso y manejo del etanol en los países americanos.

MARCO REGULADOR PARA EL USO Y MANEJO DEL ETANOL				
	Leyes que establecen mezclas de gasolina mas etanol	Leyes que establecen incentivos para la producción de etanol	Leyes, reglamentos que definen la calidad del etano;	Iniciativas de ley
ARGENTINA	S	S	S	N
BELICE	N	N	N	N
BOLIVIA	N	N	N	N
BRASIL	S	S	S	S
CHILE	N	N	N	S
COLOMBIA	S	S	S	N
COSTA RICA	S	N	S	S
ECUADOR	N	N	N	S
EE UU	S	S	S	N
SALVADOR	N	N	N	S
GUATEMALA	S	S	S	S
HONDURAS	N	N	N	S
JAMAICA	N	N	S	N
MEXICO	N	N	N	S
NICARAGUA	N	N	N	S
PANAMA	N	S	N	N
PARAGUAY	S	S	S	S
PERU	S	N	N	N
REP DOMINICANA	N	N	N	S
URUGUAY	N	N	N	S
VENEZUELA	N	N	N	S

Fuente: IICA 2007

Así mismo, el marco regulatorio que se ha venido constituyendo en la mayoría de países independientemente si es productor o consumidor, (ver tabla 3.2) refuerza la producción de estos recursos energéticos.

El año 2008 podría recordarse, como el año que se ponen las cartas sobre la mesa para los biocombustibles. Cuando muchos países sin importar su grado de desarrollo han dado especial interés en estas tecnologías, según el Informe de Vigilancia Tecnología de la Unión Europea el incremento promedio anual para los biocombustibles hasta el año 2030 esta alrededor del 3%, así mismo instituciones mundiales como la ONU y su organización para la alimentación FAO, han generado expectativa al respecto en la Plataforma Internacional de Bioenergía expedida en el año 2006. Pero por otro lado el incremento en el precio de los alimentos se hace excesivo y la baja disponibilidad de estos altera el orden público en muchos países del mundo, estimativos de la ONU expresan la preocupación en por lo menos 37 países, de los cuales Haití ya fue vulnerable a la situación.

En cuanto a la plataforma Internacional de Bioenergía, se establece bajo premisas ambientales, sociales y económicas establecidas por las mismas instituciones, para las cuales se encuentran:

- Los 2.400 millones de las personas más pobres del planeta, que obtienen la mayor parte de la energía que utilizan del uso en gran medida insostenible de leña y residuos, y tienen un acceso limitado a otros importantes servicios de energía de fuentes sostenibles.
- Los modernos sistemas de producción y utilización de la bioenergía, aplicados con inteligencia, pueden ayudar a reducir la pobreza a la vez que a liberar a muchas de las personas más pobres y vulnerables del agobio y los riesgos para la salud que representa depender de las formas de bioenergía insostenibles.

- Se prevé que la biomasa para producir energía desempeñe una importante función en el suministro futuro de energía en el mundo, según lo exponen el Plan de Aplicación de Johannesburgo⁵, UNEnergy, la Agencia Internacional de Energía (IEA), la Shell y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC).
- Si bien un gran número de países ya está llevando a cabo actividades con bioenergía “moderna”, (incluidos los biocombustibles líquidos), y existe un sustancial comercio mundial de bioenergía, que además crece velozmente, es necesario reducir la considerable diferencia de conocimientos, tecnología, capacidad y habilidad que hay entre los países más ricos y los más pobres.
- Es necesario medir con mayor facilidad y entender mejor las consecuencias sociales, económicas y ambientales del sector de la bioenergía, en particular en el contexto de la seguridad alimentaria, para evitar repercusiones negativas.
- El uso actual de combustibles fósiles no renovables acumula bióxido de carbono en la atmósfera. La energía sostenible puede reducir estas emisiones, contribuir a la atenuación de y la adaptación al cambio climático.

Muchos países latinoamericanos, asiáticos y africanos se preparan para poder satisfacer la creciente demanda global de plantas energéticas. Escenario contradictorio con la situación de muchos de los habitantes de estas zonas, los cuales no cuentan con los recursos básicos para una buena alimentación. Así, por ejemplo, se observa un impetuoso desarrollo del mercado mundial de aceite de palma proveniente de Indonesia y Malasia. En el marco de la primera conferencia internacional de la UE sobre “Combustibles biológicos”, que tuvo lugar en julio de 2007, la UE y Brasil decidieron fortalecer la cooperación en esta área y ampliar la importación de etanol de caña de azúcar proveniente de la futura “Arabia Saudita latinoamericana”. También en África, muchos Estados planean la producción de agrocombustibles para proveer el mercado mundial. Los gobiernos nacionales

fomentan la producción de plantas energéticas a través de subvenciones y privilegios fiscales, con el objetivo de mejorar su balance de divisas a través de las exportaciones y, al mismo tiempo, asegurar su propio abastecimiento energético. Muchos movimientos sociales y organizaciones no gubernamentales temen sin embargo que no será la población local la que se beneficie con el auge de las materias primas sino ante todo, los grandes grupos empresariales que dominan el mercado mundial. Ya se hizo esta experiencia con la explotación de las fuentes energéticas fósiles y con la agricultura de exportación de frutas tropicales y forraje para animales cuyas ganancias permanecen en manos de pocas empresas y no fomentan un desarrollo regional integral. (Misereor. 2007).

La energía procedente de la biomasa puede jugar un papel importante para cubrir algunas necesidades energéticas, aunque la cantidad necesaria para contribuir significativamente podría ocasionar nuevos problemas medioambientales como pérdida de biodiversidad e impactos sociales como incremento en el precio de los alimentos. Resulta cuestionable que algunas formas de producción de biomasa en la actualidad reduzcan las emisiones de efecto invernadero, e incluso existen evidencias de que algunas están conduciendo a incrementos sustanciales. Las posiciones alrededor del mundo son igualmente ambiguas, posiciones a favor o en contra se establecen por la oportunidad de la producción local de estos recursos.

La biomasa vegetal fija carbono, elemento importante en los gases efecto invernadero causantes de la crisis ambiental actual, pero por otro lado requieren gran cantidad de insumos como cualquier otro sistema productivo agrícola. A su vez es creciente la demanda de alimentos la cual se vería desplazada por la producción de biocombustibles los cuales competirían por precio y recursos naturales incluyendo áreas, aunque no dejan de ser una posibilidad de desarrollo rural sobre todo en zonas marginales que contribuye a la mitigación de la pobreza y desarrollo económica de estas sociedades.

Incuestionablemente se deben originar políticas de gestión globales que regulen la producción de estos bienes y servicios ambientales que garanticen equidad en las

poblaciones más vulnerables y permitan el real desarrollo de las mismas. El problema del hambre no es un problema local, el año 2008 así lo demostró, lo precios y la disponibilidad de alimentos afectan en alguna medida a cada una de las economías del globo terrestre.

3.3 BIOCOMBUSTIBLES Y ALIMENTO

La situación desenvuelta a mitad de la década a partir del año 2000, creó desconcierto en el mundo al mostrar la situación de desigualdad en las naciones mundiales. Muchos países en vía de desarrollo pasaron por condiciones de hambruna debido a la carencia de recursos alimenticios y los altos precios de estos en el mercado. A la par otros países desarrollados destinaron producciones de recursos de doble propósito para la producción de recursos energéticos los cuales están dirigidos a la satisfacción de las necesidades automotrices de estos.

Tabla 3.3 Índice de producción de alimento por persona.

INDICE DE PRODUCCION DE ALIMENTO POR PERSONA						
	1990	1995	2000	2002	2004	2006
Desarrollados	99.03	98.24	99.73	99.84	103.48	98.74
Subdesarrollados	98.55	96.94	99.90	100.42	102.86	103.50

A lo largo de los últimos cinco años, la economía mundial ha registrado un robusto crecimiento. Si tomamos para el cálculo tipos de cambio que respetan la Paridad del Poder Adquisitivo (PPA), el crecimiento económico alcanzó una media de 4,4%, cifra que supera ampliamente el 3,5% de media correspondiente al período de 1996 a 2001 (FAO, 2006).

Si el crecimiento mundial es tan vertiginoso, porque el escenario social para muchos países no lo muestra, la inequidad en el mundo es palpable.

Al comparar el índice de producción de alimento (ver tabla 3.3) los números para los países desarrollados y subdesarrollados no expresan diferencias notorias, incluso a través del periodo analizado. La producción per cápita es similar, esto lleva a pensar en la equidad de producción y disposición del alimento en todo el planeta. Pero la situación se complejiza cuando, los países con economías blandas exportan sus bienes alimentarios en compensación de la obtención de capital para inversión social en sus propios territorios, mientras los países con economías duras importan estos materiales para suplir las necesidades creadas de sus pobladores. Situación evidente en la figura 3.6, donde se señala la desigualdad del consumo de alimento por persona entre las diferentes economías del mundo.

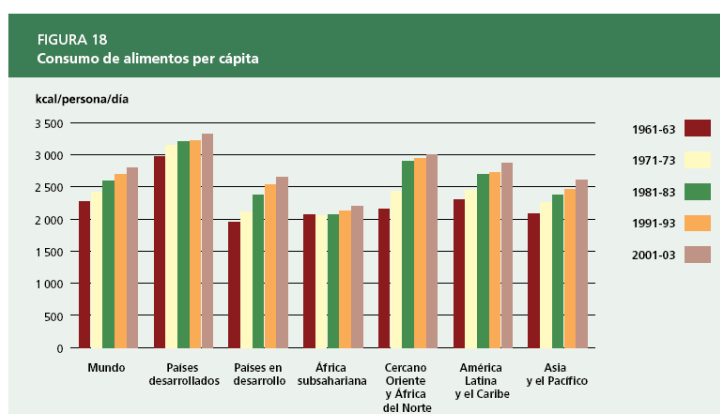


Figura 3.6 Consumo de alimento per capita en el mundo. FAO 2006.

La polémica entre biocombustibles y alimento ha llegado a trascender todos los sectores productivos. La subnutrición en el mundo no es una situación nueva como lo muestra la tabla 3.4, la cual contempla el periodo desde al año 1.969 hasta el año 2004, la falta de alimento disponible para muchos sectores de la población ha sido mas que una realidad. Si se pensará en el incremento anual de la población humana, incluso se podría pensar en un decrecimiento de las personas subnutridas

en todo el mundo. La situación actual con la producción de biocombustibles agudiza la problemática pero es mas que clara, que no es la causa. Aunque, en el año 2006, la producción mundial agrícola y de alimentos creció menos del 1%. Como consecuencia de esto, se estima que la producción agrícola per cápita ha descendido alrededor de un 0.2% lo que supone el mayor descenso desde 1993. El descenso de la producción agrícola en 2006 se debe, en gran medida, a la producción de cereales, que ha caído por segundo año consecutivo.

Este declive ha sido causado por la conjunción de varios factores, el descenso del 5% de la producción de trigo, y de un 3% de los cereales de grano grueso, mientras que la producción de arroz se ha mantenido estable. La cosecha de cereales fue especialmente baja en Australia y Estados Unidos con un descenso del 60% y del 7% respectivamente. La producción descendió igualmente en la Unión Europea, Canadá, Argentina y Sudáfrica. Por otro lado, los resultados en prácticamente todos los demás cultivos fueron buenos, especialmente en los cultivos oleaginosos, azucareros y hortalizas.

Tabla 3.4 Numero de personan subnutridas en el mundo.

PERSONAS SUBNUTRIDAS EN EL MUNDO (millones)						
	69/71	79/81	93/95	95/97	01/03	04
Desarrollados	ND	ND	13.0	11.7	11.4	10.9
Subdesarrollados	963.7	927.0	826.6	801.3	824.3	834.0
Mundo	ND	ND	884.4	ND	856.4	863.4

Así mismo, en cuanto los recursos energéticos, en países poco desarrollados la biomasa representa un 80% del consumo cotidiano de combustible cerca de 3.000 millones de personas dependen de combustibles de la biomasa y del carbón para cocinar y para la calefacción y alrededor de 800 millones de personas dependen de residuos agrícolas y de excremento animal como fuente de combustible debido a la gran escasez de madera. La energía es una necesidad recurrente en el

sostenimiento de cualquier sistema, así que los recursos disponibles para su obtención deben ser tan diversos como la oferta ambiental lo permita.

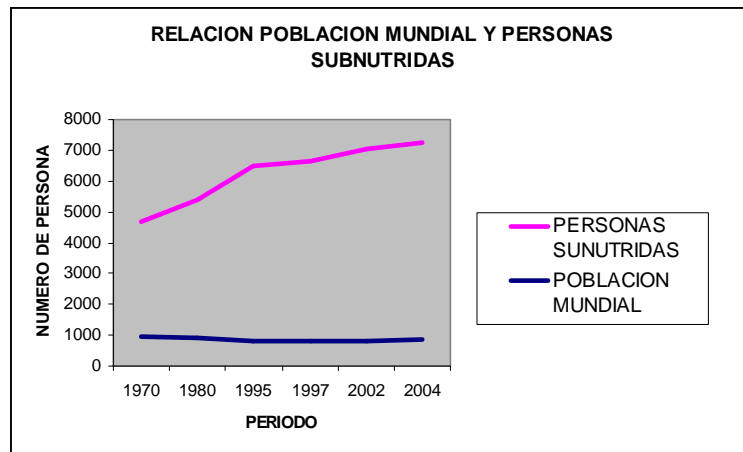


Figura 3.7 Consumo de alimento per capita en el mundo. FAO 2006.

Al relacionar el incremento en el número de personas totales y el número de personas subnutridas en el mundo (ver figura 3.7), se expone una situación que ratifica lo expresado anteriormente. El incremento de la población mundial de forma exponencial no es directamente proporcional con el incremento aritmético de las personas subnutridas en el mundo, por el contrario la relación expresa la disminución de la subnutrición. Aunque, es de suma importancia dejar en claro, que esta situación no favorable en el contexto donde se perpetúa la pobreza y la carencia de acceso a alimentos sea consecuencia de la inequidad que existe en las naciones, además de la falta de gestión por parte estatal y no como consecuencia directa de la utilización de biocombustibles.

BIBLIOGRAFIA

BALLENILLA, M. 2007. biocombustibles: mito o realidad En: http://www.redires.net/Ajeno/BIOMITOREALIDAD_050907.pdf. Revisado 16/04/08

CIEMAT. 2006. Biocombustibles. En: <http://www.energiasrenovables.ciemat.es/suplementos/biocarburantes/001.htm>. Revisado: 16/04/08

CORREA, J. 2008. US\$ 370 millones más por las mismas toneladas de cereales importadas pagó el país el año pasado. En: El Tiempo. Abril 28 de 2008

_____, 2008. La Organización de las Naciones Unidas atribuye alza de alimentos a la especulación. En: El Tiempo. Abril 28 de 2008.

ESTABROOK, R. 2004. Agricultura y producción. En: <http://ific.org/sp/food/agriculture/index.cfm>. Revisado: 10/05/08

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION, FAO. 2006. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. En: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0750s/a0750s00.pdf>. Revisado: 18/05/08.

HINRICHSEN, D. ROBEY, B. 2000. Población y medio ambiente: el reto global, Population Reports, Serie M, No. 15. Baltimore, Johns Hopkins University School of Public Health, Population Information Program, En: <http://www.infoforhealth.org/pr/prs/sm15/m15creds.shtml>. Revisado 05/05/08

IICA. 2007. Preguntas y respuestas más frecuentes sobre biocombustibles. En: <http://www.iica.int/Esp/organizacion/LTGC/agroenergia/Documentos%20Agroenergia%20y%20Biocombustibles/Preguntas%20y%20respuestas%20m%C3%A1s%20frecuentes%20sobre%20biocombustibles.pdf>. Revisado: 28/05/08

JORGENSEN, B. 2005. Informe de vigilancia Tecnológica. Unión Europea. En: http://www.madrimasd.org/informacionIDI/biblioteca/Publicacion/doc/vt_ce4_tecnologias_clave_energia_europa.pdf. Revisado: 18/05/08

MARGALEF, R. 1977. Ecología. Ediciones Omega. España. 951 pgs.

MISEREOR. 2007. La bioenergía: entre el cambio climático y la lucha contra la pobreza. En: http://www.misereor.org/fileadmin/user_upload/misereor_org/spanisch/PositionspapierBioenergie_Spanisch.pdf. Revisado: 18/05/08

ROBLEDO, R. 2001. Crecimiento económico y población, alimentos, energía y medio ambiente. En: México y la cuenca del Pacífico. Vol 4 Numero 14. En: <http://www.publicaciones.cucsh.udg.mx/ppperiod/pacifico/Revista14/08Ramon.pdf>. Revisado: 18/05/08

U.S CENSUS BUREAU. En: <http://www.census.gov/ipc/www/popclockworld.html> Revisado: 12/05/08

CAPITULO IV

4. GESTION Y ESCENARIOS DE DESARROLLO

El desarrollo de la especie humana, muy ligado a su desenvolvimiento y relación con el entorno, la ha dirigido a ser la especie más prolífica de la evolución, ya que la adaptación al medio la realiza no de forma interna como cualquier ser vivo sino mediante la transformación y acomodación del entorno para no solo aumentar la supervivencia sino generar bienestar a través de la producción de bienes y servicios de consumo. Al ser una especie social por naturaleza ha desarrollado conductas y criterios para el manejo y administración de los recursos naturales, acciones que hasta el momento han resultado poco eficientes, por la inexistencia de frenos naturales que restrinjan el aumento de la población y por ende el uso de recursos. Por el contrario, restricciones de tipo económico, social y político impartido por las mismas poblaciones son las regentes de la decisión y gobierno de los recursos.

Hoy en día cuando el sistema social humano ha traspasado las fronteras geográficas de cada país y la problemática ambiental y energética transversaliza toda actividad productiva, se genera la necesidad de desarrollar acciones de gestión encaminadas a la producción, aprovechamiento y conservación de los recursos naturales y del medio ambiente en general. Por medio de la implementación de políticas se permiten la postulación de objetivos y metas en un proceso continuo de acuerdo a la información que el mismo sistema aporta y de esta forma aprovechar los recursos de modo racional y rentable aplicando criterios de ciclo de materia y flujo de energía. El propósito está dirigido a modificar una situación actual a otra deseada, de conformidad a la percepción que sobre ella tengan los actores involucrados. La gestión ambiental se fundamenta en la sostenibilidad de los recursos y en las funciones ecosistémicas al procurar mantener la homeostasis y la estabilidad del sistema. Un sistema se dice estable

cuando puede mantenerse en equilibrio a través del flujo continuo de materiales, energía e información de forma sostenible. Es por esto que, la problemática actual basada en la disposición de producir alimentos y bioenergía, se complejiza a medida que las necesidades aumentan, debido al incremento constante de la población y la disminución de energía convencional, en marco de un estado de desarrollo y crecimiento constante de la diferentes economías. Situación que arroja múltiples contextos sociales derivados de la disponibilidad de recursos.

La necesidad de gestionar sobre las áreas de producción y la producción misma de los recursos vegetales de doble propósito es un tema crítico debido a los acontecimientos actuales a nivel mundial y las múltiples posiciones gubernamentales. La problemática está influida por condiciones de desarrollo económico y social, las cuales forman parte del conjunto de aspectos a ser considerados dentro de las actividades de gestión ambiental (BID, ____). Las relaciones entre crecimiento de la economía y la gestión ambiental, los efectos de las políticas macroeconómicas marcados por el proceso de globalización, y las relaciones con las condiciones sociales son aspectos que deberán tomarse en cuenta al abordar este tema.

Establecer los elementos gestionables del sistema energético mundial depende del análisis y perspectivas de la oferta y demanda del sector además, del correcto entendimiento de las causas y consecuencias que genera el desarrollo de las múltiples alternativas para todo el planeta.

4.1 GESTION SOBRE LOS RECURSOS ENERGETICOS A PARTIR DE BIOMASA VEGETAL CULTIVADA

La gestión sobre la producción de biocombustibles incluye directamente la gestión sobre los elementos que componen todo el sistema de producción específicamente los recursos naturales, como recursos mas vulnerables del sistema. La producción

agrícola implica áreas con suelos fértiles y disponibilidad de agua; además de suministros importantes en fertilizantes y reguladores de organismos inconvenientes. La disponibilidad de estos recursos incide directamente en la productividad y eficiencia del sistema productivo (figura 4.1). Pero la situación social actual que ha repercutido en los precios y disponibilidad de alimentos, los cuales necesariamente son producidos con los mismos elementos sistémicos de los biocombustibles, ha generado polémica global al respecto. Son innumerables las posiciones a nivel mundial a favor y en contra de la producción de energía a partir de biomasa vegetal a pesar que hay una sola realidad, aunque las expectativas y las especulaciones originan su distorsión.

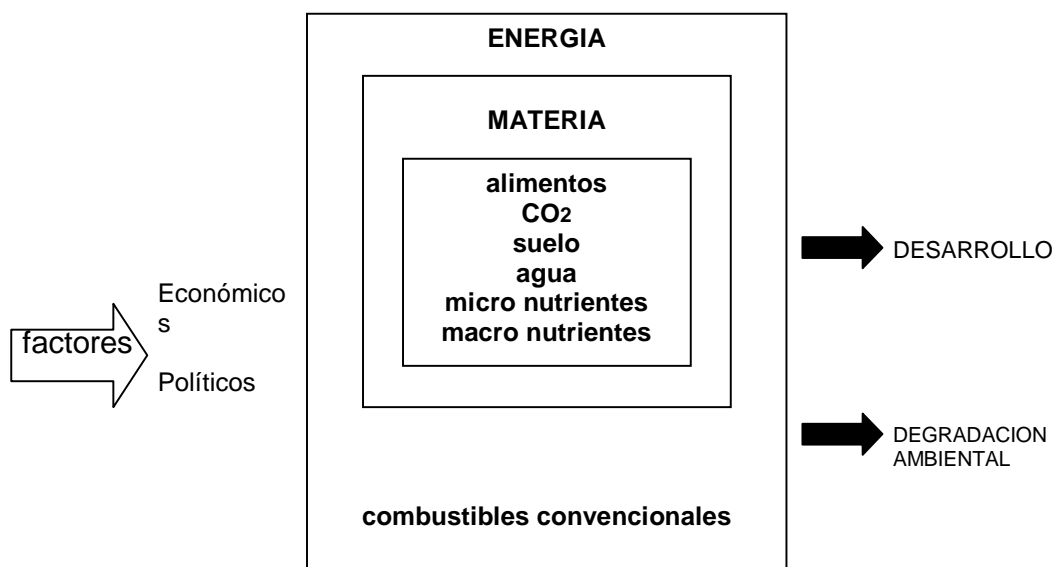


Figura 4.1 Relación sistémica entre la materia y la energía en el manejo antrópico.

La gestión ambiental parte de la necesidad de la sociedad de conservar y mejorar la “oferta y calidad ambiental”, es decir, de los recursos que sirven para satisfacer las necesidades de los seres humanos, y que son fundamentales como soporte de la vida en la tierra. Ello conlleva el reto de detener y revertir el deterioro del medio

ambiente con el fin de preservar y mejorar su calidad para las futuras generaciones, a partir de condicionantes ambientales y de tipo socioeconómico y político, y con base en la información disponible y las señales del entorno, los distintos actores públicos privados y de la sociedad civil ponen en marcha políticas, planes, programas y proyectos para el cumplimiento de los objetivos planteados. En este proceso, los actores se desenvuelven en un determinado marco legal, y movilizan los recursos económicos, técnicos y humanos para la aplicación de diversos instrumentos. (BID, ____).

La visión de los gobiernos reconoce en su gran mayoría que la producción de biocombustibles diversifica la matriz energética, así mismo como los beneficios ambientales y sociales en cuanto a las emisiones de CO₂ y el uso de mano de obra en el cultivo, transformación y comercialización de estos, por medio de la producción bajo estándares de sostenibilidad y de gestión ambiental en todo su ciclo de producción (Huamani, 2008). La demanda crece, las metas de sustitución de carburantes derivados del petróleo por biocarburantes en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE, son ambiciosas, urgentes y objetivan atender su demanda energética y ambiental. En la Unión Europea, la meta es sustituir un 5,75% en 2010 y un 10% en 2020 de la gasolina y del gasóleo utilizado en el sector de transportes, por biocarburantes (etanol y biodiésel, respectivamente). En la Unión Europea la posibilidad de cubrir la demanda a partir de la producción propia de materia prima es limitada, especialmente en los países más áridos. Sin embargo, la perspectiva de abastecimiento se torna más consistente por sus posibilidades de involucrar a los países iberoamericanos localizados en la región intertropical del planeta, que poseen abundantes factores de producción (insolación, biodiversidad, suelos agrícolas, agua dulce, tecnología y mano de obra), (EMBRAPA, 2008).

En el Informe del Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación (SOFA 2008 por sus siglas en inglés) la FAO plantea una preocupación sobre el incremento de la producción de biocombustibles en los países en desarrollo que consiste en que

se generaría mayor presión y competencia sobre los recursos naturales que ya son escasos, con consecuencias potencialmente negativas en materia social y medioambiental. Por otro lado si las tierras destinadas a la siembra de cultivos alimenticios se utilizan o si se reemplaza la finalidad original de estos cultivos hacia la producción de biocombustibles, podría constituir un riesgo a mediano plazo para la seguridad alimentaria, implicaría un aumento en el desplazamiento de actividades agrícolas hacia tierras aún más marginales e indirectamente propiciarían un incremento en los precios de los alimentos en dicho plazo a causa de la escasez de los mismos. Por otra parte, la oferta energética es fundamental para la producción de cualquier bien de consumo, propiciando que la posible demanda durante la próxima década de estos productos agrícolas básicos brinde una oportunidad para los países en desarrollo de impulsar su crecimiento económico, conseguir un mayor desarrollo rural y reducir la pobreza. Este último aspecto resulta ser un argumento muy atractivo que promueve la producción de biocombustibles, teniendo en cuenta que más del 50% de la población pobre en América Latina y el Caribe subsisten del sector rural. En la actualidad, 128 millones de personas pobres de esta región viven con un ingreso menor de US\$1/día.

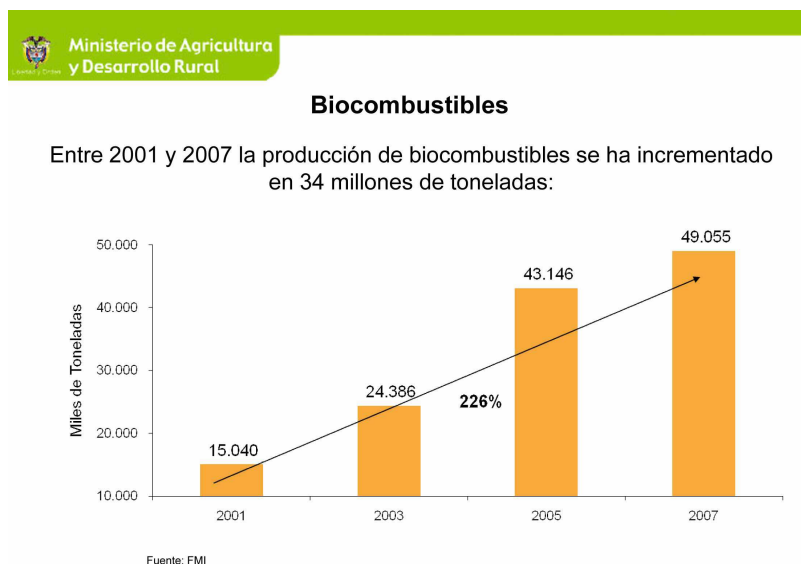


Figura 4.2 Incremento en la producción de biocombustibles a nivel mundial (Arias, 2008).

En Colombia, aunque los niveles de pobreza en el sector rural vienen reduciéndose desde 1999, afectan a cerca del 70% de la población (Castello, 2008). La producción de biocombustibles va en aumento. En tan solo siete años el incremento en la oferta ha sido del 326% (ver figura 4.2), sin suplir aun la demanda para las metas propuestas en la suplementación del combustible líquido en el transporte vehicular, para lo cual los países productores han fijado metas importantes (ver tabla 4.1).

Tabla 4.1 Obtención de biocombustibles en países productores.

PRODUCTO	PAIS	SITUACION PASADA	SITUACION PRESENTE	SITUACION FUTURA	
		2005	2007	2009	2017
ETANOL	EU	4.200*	6.500*	11.500*	35.000*
		Refinerías instaladas 139, en construcción 61			
	Brasil	4.400*	5.020*	7.500*	—
		Plantas instaladas 300, en construcción 50 - 60			
Colombia	—	1***	—	3.5***	
BIO DIESEL	UE	4.9**	10.2**	14**	—
		Plantas instaladas 185, en construcción 58			
	Colombia	—	0.96****	—	—

*millones de galones ** millones de toneladas *** millón de litros **** miles de litros
Fuente: Arias, 2008.

En el caso colombiano, el Ministerio proyecta que la producción diaria en Colombia de biodiesel para 2009 superará 2.4 veces la de 2008 (965.070 L/día en 4 plantas de biodiesel a 2.384.562 L/día en 9 plantas) y la oferta exportadora para el mismo periodo aumentaría un 28%. También es prometedora la producción de bioetanol en 2008 (1.050.000 L/día en 5 plantas). Este aumento obedece, según el Gobierno Nacional, a las ventajas competitivas del país gracias a las múltiples opciones en mayor captura de energía por su ubicación geográfica para la obtención de biomasa, disponibilidad de materias primas, regiones y oferta ambiental adecuada, mercado interno garantizado por la creciente demanda, interés continuo en

investigación y desarrollo a partir de variedades mejoradas y de nuevas especies, productividad constante, como también áreas listas para cultivar e incentivos del Gobierno dentro de los que se encuentran algunas exenciones tributarias y estímulos para unidades empresariales agroindustriales en el tema: Incentivo de Capitalización Rural (ICR), Agro Ingreso Seguro (AIS) y otros, que hacen ideal a Colombia para invertir en proyectos en biocombustibles, según entidades gubernamentales, (Castello, 2008).

Para la adquisición de estas metas el gobierno a propuesto instrumentos de política en el ámbito financiero, de investigación, innovación y transferencia tecnológica, también manejo sanitario y fitosanitario, como en mercados. Entre los cuales se encuentran (MADR, 2008):

- Crédito de Redescuento: Tasa preferencial de DTF+2 para pequeños y DTF+5 para medianos y grandes productores.
- Línea de crédito en dólares.
- Cobertura del Fondo Agropecuario de Garantías (FAG): Hasta 80%según tipo de productor.
- Incentivo hasta del 80%del costo de la prima de coberturas de tasa de cambio y de precio internacional.
- Subsidio a la prima del seguro de índices climáticos para caña de azúcar, caña panelera y yuca. El subsidio base es de 20%, aumenta 20% por contratación colectiva y 5% cuando el área de las fincas aseguradas es menor a 10 hectáreas.
- Creación de un fondo de capital de riesgo para plantas de producción de biocombustibles con recursos del Presupuesto General de la Nación y aportes de inversionistas privados.
- Ampliación de bancos de semilla con variedades mejoradas para cultivos fuente de materia prima para biocombustibles.
- Plan de manejo de residuos agrícolas con el fin de utilizarlos en productos como alimentos concentrados y fertilizantes.
- Desarrollo de estudios de impacto ambiental de la utilización de biocombustibles producidos en el país.

- Gestión para tener acceso a los incentivos otorgados por el Protocolo de Kyoto a los Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).
- Investigación sobre el desempeño de biodiesel en Motores.
- Investigación para desarrollo de tecnologías de producción industrial de polímeros a partir de caña de azúcar.
- Planes de manejo integrado del cultivo para vigilancia, control y erradicación de plagas y enfermedades.
- Definición de volúmenes de compra de etanol por Ecopetrol para distribución a Mayoristas.
- Reglamentar el incremento gradual del porcentaje de mezcla de etanol: 10% para 2010, 15% para 2015, 20% para 2020.
- Exención del impuesto a la renta líquida generada por el aprovechamiento de nuevos cultivos de palma de aceite, por un término de diez años contados a partir del inicio de la producción.
- Exención tributaria a la producción de biocombustibles destinados a la exportación a través de un régimen franco en el área geográfica de las plantas de biocombustibles.

El escenario futuro es indiscutible. Los mercados apuntan a una creciente demanda y oferta de biocombustibles, para lo cual los países productores enfilan todas sus posibilidades y potencialidades para cubrir los requerimientos mundiales.

4.2 IMPORTANCIA DE REGULACION DE LAS AREAS DE PRODUCCION

Los biocombustibles requieren como cualquier producción de un bien o un servicio de materias primas. Toda obtención proviene de la transformación, evolución e innovación sobre los recursos naturales extraídos y explotados a lo largo del tiempo por la sociedad humana. Esta situación llevaría a establecer un contexto no diferente a cualquier industria o empresa actual: uso de recursos (provenientes en

primera instancia de la naturaleza o entorno, por ende la transformación de este), un proceso y la adquisición del objeto (figura 4.3). ¿Que hace entonces tan particular las condiciones de producción de estos recursos?

materias primas + proceso = bien o servicio + desechos

Figura 4.3 Obtención de bienes y servicios.

Los biocombustibles dependen de manera directa de la disponibilidad local de recursos naturales siendo estos en si mismos de igual carácter. Además de la radiación solar y el agua (necesarios para la fotosíntesis), es fundamental el recurso suelo, el cual brinda el sustrato fundamental en espacio y elementos nutritivos. Y es este último el actor de varios debates por estar compitiendo directamente en la consecución de alimentos.

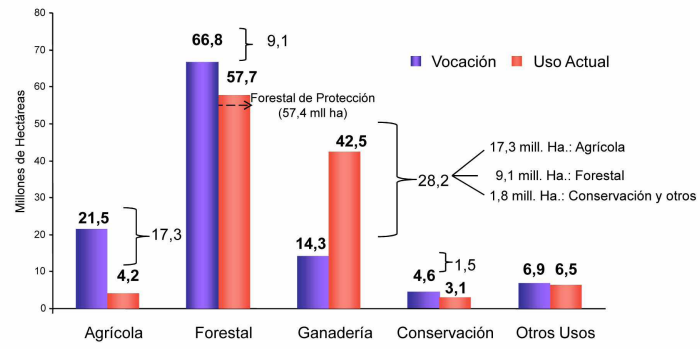
La regulación de las áreas de producción para estos bienes energéticos, se establece desde la perspectiva ética y social de la priorización de necesidades actuales. En la 30ª conferencia regional de la FAO para América Latina y el Caribe (2008), se profiere la producción de biocombustibles a la orientación del desarrollo territorial sostenible. A menudo, los territorios con potencial productivo para biocombustibles están constituidos por comunidades de baja organización social, con ausencia o escasez de infraestructura social y tecnológica básica y con dificultades para insertarse en el mercado global. Superar estos problemas requiere de calificación, organización logística, tecnología, etc. Las políticas de desarrollo territorial deben comenzar por un ordenamiento que muestre una visión integral de la región en cuestión, con sus potencialidades expresadas en las vocaciones productivas y sus variados problemas: económicos, políticos, tecnológicos, jurídicos, culturales y medioambientales. Así mismo resaltan, alcanzar desarrollo territorial basado en la producción agrícola de biocombustibles puede favorecer la

inclusión de pequeños agricultores de países en desarrollo, sobre todo de América Latina y África, en el mercado emergente de los biocombustibles. Las políticas y el ordenamiento del territorio pueden orientar a esas regiones y permitir que sus agricultores conozcan las oportunidades y riesgos de la producción de biocombustibles, al tiempo que se organizan en asociaciones y cooperativas para procesar y comercializar la materia prima bioenergética. Los programas de biocombustibles líquidos pueden ayudar a agregar valor a los productos de pequeños agricultores, pero también pueden favorecer a un aumento de la concentración de la propiedad, excluyendo a los agricultores más pobres y llevándolos a una pobreza aún mayor. Se debe poner especial atención en los agricultores que no son propietarios de sus tierras y en los pobres de zonas urbanas y rurales que son compradores netos de alimentos, ya que podrían sufrir una presión aún mayor sobre sus ya limitados recursos financieros, (FAO, 2008).

La FAO calcula que las tierras destinadas para la producción de biocombustibles estarían entre 250 y 800 millones de hectáreas en el mundo, excluyendo bosques, áreas destinadas a la ganadería, áreas para cultivos alimenticios y áreas protegidas. La mayor parte de estas áreas está en las zonas tropicales del globo. Colombia, por su parte, cuenta con 21,5 millones de hectáreas con vocación agrícola, de las cuales el 18,6% actualmente tiene uso agrícola. En Colombia, de acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, se estima un área potencial de 17.3 millones de hectáreas utilizadas actualmente en ganadería para fines agrícolas. Solo para el caso de la palma de aceite se considera un incremento del 898% (ver figura 4.4). Las áreas utilizadas y estimadas para la instalación de cultivos para biocombustibles en el país y en el mundo van en aumento. Este escenario sobreestimado en los números y desestimado en las interacciones ecológicas no permiten vislumbrar realmente las condiciones físicas y biológicas del territorio colombiano, ya que el relieve y las condiciones edafológicas no han sido consideradas. Así mismo la tenencia de la tierra y las implicaciones que esto conlleva a nivel social y económico no son tan solo mencionadas.

Aumentando el área agrícola sembrada...

Colombia tiene 28,2 millones de hectáreas sobreutilizadas en ganadería y que pueden ser utilizadas para agricultura y forestales



Agrícola: Palma, cacao, frutales, silvoagrícola (cultivos agrícolas con árboles pequeños)
 Forestal: Bosque natural, caucho, forestal y agroforestal (cultivos agrícolas con árboles maderables)
 Ganadera: Silvopastoril
 Conservación: Recursos hidrobiológicos, pantanos, páramos, ciénagas y cuerpos de agua

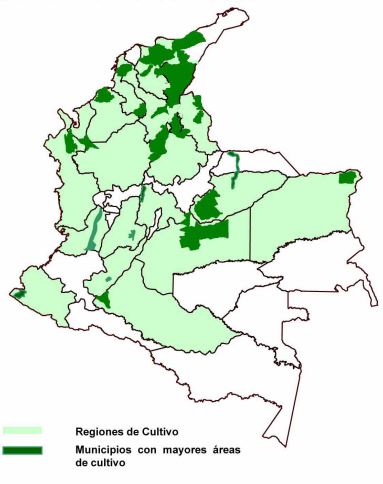
Fuente: MADR

(a)

Área Actual y Potencial en Palma de Aceite

Zona	Hectáreas	
	Área Sembrada	Área Potencial
Central	91.234	693.103
Norte	111.744	579.493
Occidente	39.901	66.865
Oriental	121.464	1.933.821
Total	364.343	3.273.282

Fuente: MADR, Corpoica- Cenipalma.



(b)

Figura 4.4 (a) Incremento en el área agrícola potencial para biocombustibles, **(b)** área actual y potencial en palma de aceite (Arias, 2008).

4.3 ESCENARIO PRESENTE Y FUTURO

Las crisis socioeconómica y ambiental han llevado a la búsqueda de alternativas y tecnologías que permitan el desarrollo de las naciones. En cuanto a la producción energética se estableció por las necesidades de la demanda actual y emergente prestar atención a la productividad de ciertos recursos vegetales que provean combustibles con el fin de combinar con recursos energéticos convencionales y así garantizar sustentabilidad ambiental y perduración en las reservas de combustibles fósiles. El desarrollo de estas tecnologías desencadenó una crisis social donde las diversas posiciones y especulaciones no han permitido evidenciar la situación real.

Los aspectos determinantes para la gestión sobre la producción de biocombustibles como se muestra en la tabla 4.2, incluyen aspectos ambientales, económicos, políticos y sociales, lo que establece un factor determinante para la sostenibilidad ambiental y desarrollo económico.

Tabla 4.2 Aspectos determinantes en la producción de biocombustibles.

BIOCOMBUSTIBLES			
AMBIENTALES	ECONOMICOS	POLITICOS	SOCIALES
- Ciclo CO2	- Precios	- Leyes	- Alimento
-Recursos naturales	- Desarrollo	-Normas	- Calidad de vida
-Áreas de producción	- Oferta - demanda	- Planes y proyectos	- Equidad

Los impactos de la producción de biocombustibles sobre la seguridad alimentaria dependen de la implementación y políticas de cada país. Muchas naciones, tienen recursos para producir biocombustibles sin afectar la seguridad alimentaria de sus poblaciones.

El efecto de los biocombustibles en los precios de los alimentos sigue siendo objeto de un intenso debate, como también ocurre con su capacidad para contribuir a la seguridad alimentaria, la mitigación del cambio climático y el desarrollo agrícola. Si bien este debate continúa, los países se enfrentan a decisiones importantes sobre políticas e inversiones relativas a los biocombustibles (FAO, 2008), dada la relación competitiva directa entre los recursos para producir alimentos y biocombustibles que inciden directamente en la disponibilidad de estos en el mercado.

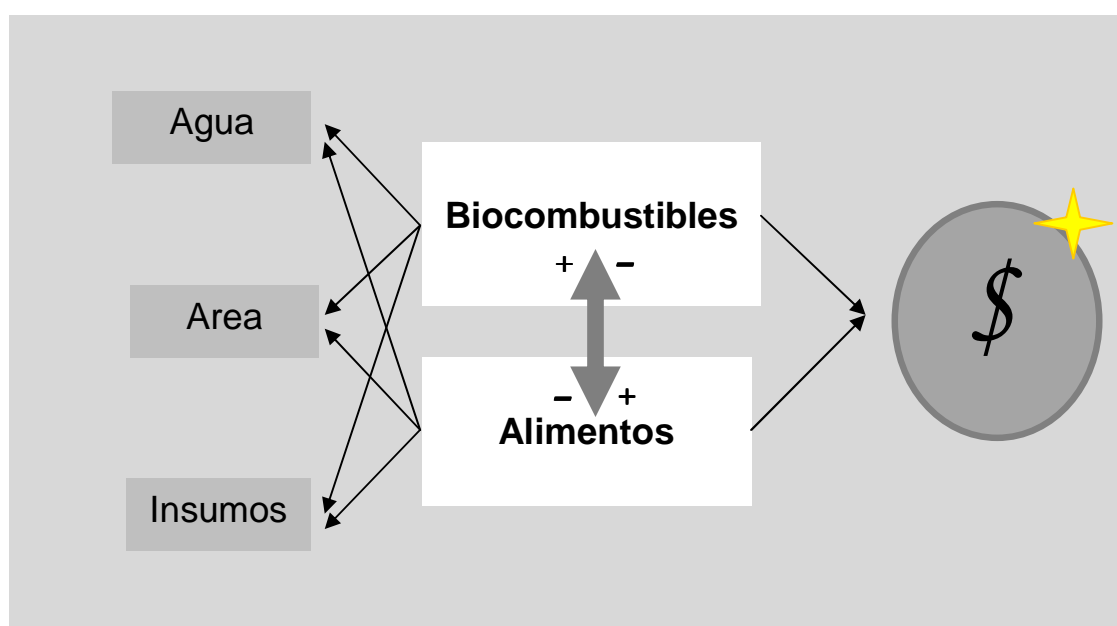


Figura 4.5 Modelo básico de interacción entre biocombustibles y alimentos.

El escenario futuro en la producción de biocombustibles, sutilmente vislumbrado muestra poca precisión por los múltiples factores a nivel social, ambiental, económico y político que intervienen en la gestión sobre estos recursos. El desarrollo social local que promete estos recursos energéticos puede ser distorsionado por los impactos sobre la producción de otros recursos de vital importancia para la especie humana como son los alimentos generando mayor inequidad por los altos precios (ver figura 4.5). Así mismo la degradación del entorno natural por la demanda en recursos como suelo, agua y nutrientes para la producción.

Para el establecimiento del escenario futuro, se plantea una matriz DOFA (ver tabla 4.3) con los principales factores concernientes a la producción de biocombustibles, donde los aspectos de mayor relevancia continúan siendo los considerados en el escenario presente.

Tabla 4.3 Matriz DOFA para viabilidad para la producción de biocombustibles.

<i>BIO COMBUSTIBLES</i>	FORTALEZAS	DEBILIDADES
		F1. La necesidad de disminuir drásticamente y rápidamente la emisión de gases con efecto invernadero (co –generadores de cambio climático). F2. Diversificación productiva. F3. Uso de mano de obra en toda la cadena productiva.
OPORTUNIDADES		
O1. Disminución de combustibles no renovables. O2. Aumento de la demanda energética a nivel mundial. O3. Inclusión de áreas marginales productivas con poca disponibilidad de recurso hídrico. O4. Reducción de la dependencia nacional de combustibles no renovables.	FO1. Mayor eficacia en la conversión de la energía y una mayor rentabilidad de la bioenergía. FO2. Contribución a la mejora del sistema social así como al desarrollo agrícola y rural.	DO1. Gestión sobre el uso racional y funcional de los recursos energéticos por parte de productores y consumidores. DO2. Análisis agroecológico real de las condiciones de las áreas de producción. DO3. El establecimiento de sistemas rurales integrados de bioenergía.
AMENAZAS		
A1. La conveniencia de encontrar soluciones, a corto plazo, políticamente correctas a la cuestión de cambio climático. A2. Desigualdad social en las oportunidades en la producción. A3. Competencia de áreas productivas para recursos alimentarios.	FA1. Esfuerzos para el fortalecimiento de la coordinación institucional público-privado e intergubernamental. FA2. Uso de áreas con vocación, siempre y cuando no afecten a los ecosistemas estratégicos que aportan beneficios ambientales o producción agrícola para alimentos.	DA1. Investigación y desarrollo tecnológico en los ámbitos de la energía y el medio ambiente de los problemas a largo plazo. DA2. Desarrollo de políticas favorables para todos los interesados o actores del sector. DA3. Un vigoroso incentivo comercial y un mercado sostenido. DA4. Reducción de los costos de producción mediante investigación y desarrollo.

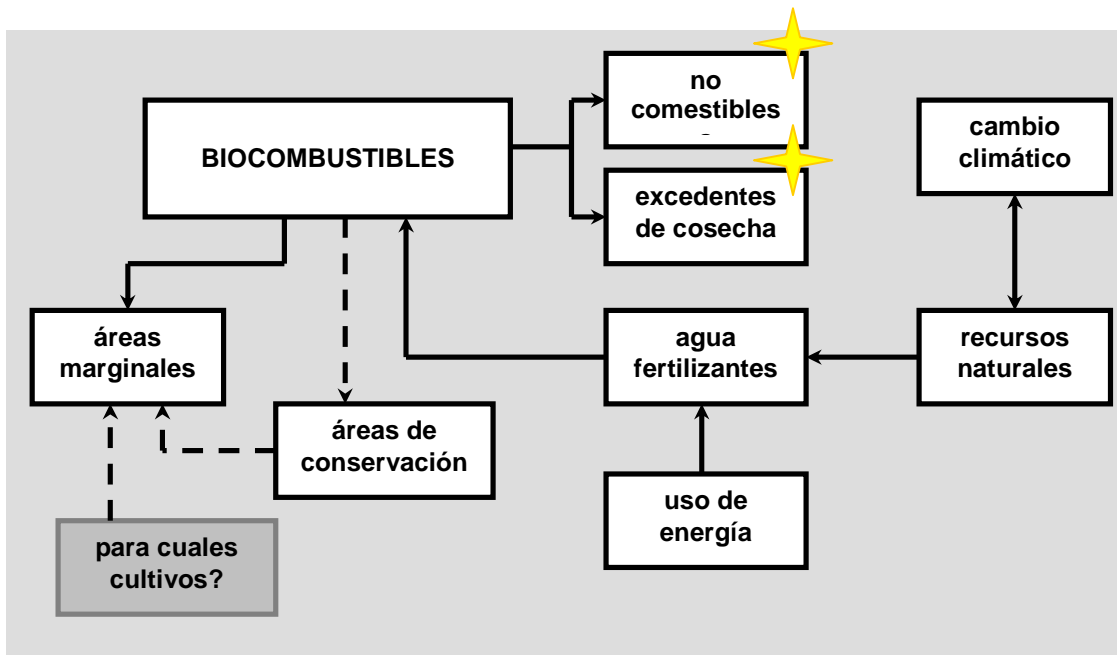


Figura 4.6 Recursos necesarios para la producción de biocombustibles.

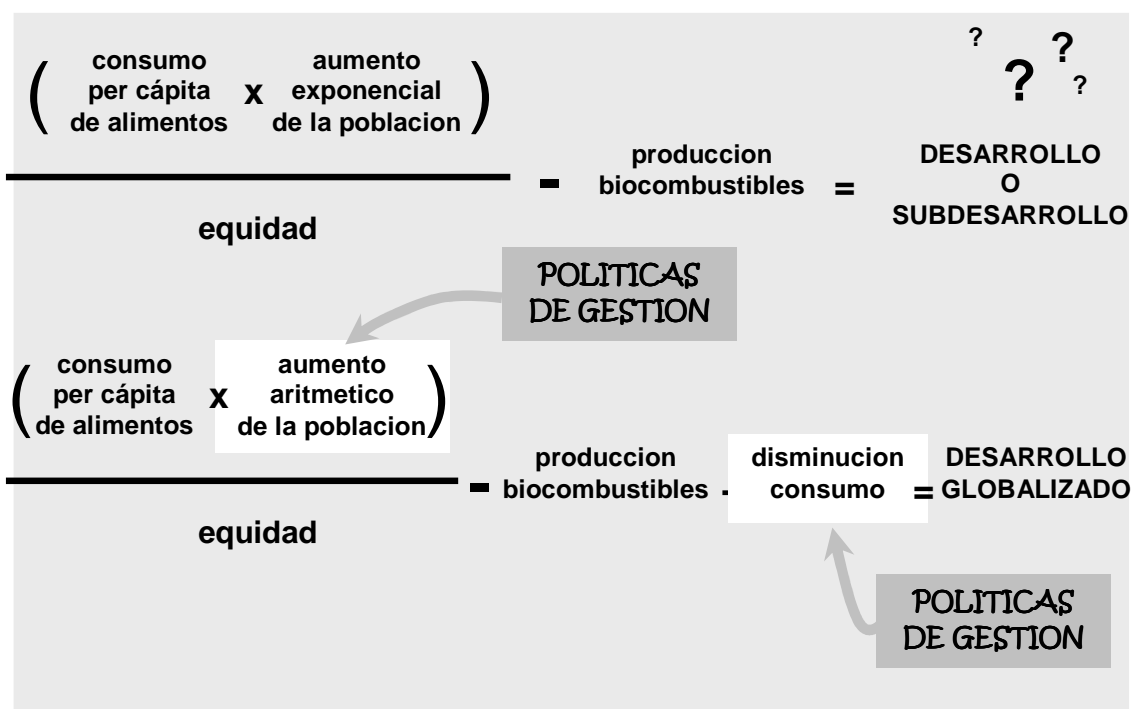


Figura 4.7 Puntos de implementación de las políticas de gestión en la producción de biocombustibles.

La producción de biocombustibles, en cierta medida puede significar mejores ingresos para este sector. Sin embargo, no todos los países tienen la misma disponibilidad de tierras para esta producción, aunque es conveniente resaltar la prioridad de la seguridad alimentaria sobre cualquier sistema productivo. La producción de biocombustibles es uno de los factores que afectan el alza de los precios de los alimentos, sumado al crecimiento de la demanda, desastres naturales y la especulación financiera por lo que definir el impacto concreto hasta el momento sería una especulación más.

Para aprovechar al máximo las oportunidades y disminuir los riesgos de la producción de biocombustibles, la FAO (2006) sugiere que los gobiernos adopten:

- Políticas de desarrollo y ordenamiento territorial que garanticen la sustentabilidad ambiental de la producción de biocombustibles y la seguridad alimentaria.
- Políticas que incentiven la participación de la agricultura familiar en la producción de biocombustibles.
- Políticas de mercado que definan con claridad el marco regulatorio para el sector y las normas de comercio e incentivos a la producción.
- Políticas de mejoramiento de las relaciones contractuales en la cadena productiva, para permitir que los mayores ingresos beneficien a los trabajadores rurales y temporeros que hacen el corte de la materia prima.

Lo anterior corresponde a la responsabilidad de todos los actores de garantizar la calidad de vida por igual de todos y cada uno de los pobladores del planeta. La producción de biocombustibles constituye una encrucijada. Como cualquier sistema productivo las consecuencias se van vislumbrando en el camino. La realidad establecida a la consecución de energía los establece como una alternativa, es por esto que de acuerdo a las potencialidades y a la verdadera racionalización de la oferta y demanda local, regional y global se convierten en problema o en oportunidad. Las especies vegetales no comestibles y los excedentes de cosechas

pueden llegar a ser una verdadera alternativa, en especial cuando las necesidades fisiológicas de muchas de estas pueden satisfacerse en áreas denominadas marginales. Cabe la inquietud sobre el concepto de marginalidad, ya que como es bien sabido los organismos se han expandido y adaptado a todos los hábitats y nichos conocidos. Así que la marginalidad es un concepto antrópico dirigido al sistema productivo de interés comercial de la localidad, cuya concepción se ha extendido en muchas ocasiones a las áreas de conservación.

La relación que surge entre los componentes del sistema productivo para los biocombustibles (ver figura 4.6), son obviamente los mismos de los sistemas de producción de alimentos. El cambio climático como factor determinante en el ciclo del carbono, la disponibilidad de recursos naturales como suelo, agua y fertilizantes, se valoran como verdaderos recursos limitantes. La problemática derivada de la producción a gran escala de los biocombustibles, sería la disponibilidad de tierras de cultivo y demás recursos naturales implicados en la producción primaria. La deforestación de áreas de conservación y el uso de áreas marginales supuestas, desencadenaría en más inequidad y aumentaría los problemas ambientales en toda su expresión. Lo que igualmente se traduce en hambre para la población.

De acuerdo con lo anterior, ninguna de las fuentes, incluso ni la suma de las fuentes de energía renovable consideradas en la actualidad podría sustituir tal demanda. Si se destinara el total de la producción de maíz mundial para producción de etanol, el aumento sería de tan solo 6 veces respecto a la producción actual, lo cual supliría tan solo el 5% de la demanda energética actual. Por lo tanto, la gestión debe realizarse directamente en las costumbres, necesidades y comportamientos humanos frente al uso indiscriminado de energía, (ver figura 4.7). Lo cual incluye un crecimiento aritmético de la población y la disminución real del consumo, el cual debe estar enfocado a las necesidades creadas que son las que realmente dilapidan los recursos energéticos del planeta. No es eficiente destinar los recursos alimentarios para energía, máxime cuando no suplen ni la décima parte de la demanda generada, así pues la competencia por

adquirirlos se volvería tan restringida en términos de precios, que aquellos que los posean generarán bienes pero no abra quien los obtenga.

Los biocombustibles no son la alternativa para reemplazar los recursos energéticos convencionales. En primera instancia porque los recursos naturales utilizados en la productividad primaria son finitos y cíclicos, además que compiten directamente con los insumos para la producción de alimentos. Y en segunda instancia porque la demanda energética global es inconmensurablemente alta. Aunque la producción de estos recursos si podrían beneficiar localidades desde una perspectiva de producción moderada que permita el autosostenimiento energético y económico con los excedentes, estableciendo políticas de gestión equitativas. Estas políticas, deben ir dirigidas a potencializar los territorios con oferta ambiental y eficiencia para la producción de energía a partir de la biomasa vegetal favoreciendo a sus poblaciones, en ningún momento desplazando la producción de alimentos sino por el contrario diversificando sistemas productivos.

Según el Representante Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, “la producción de biocombustibles debe considerar su impacto ambiental. Los biocombustibles sólo cumplirán su promesa de ayudar a mitigar los efectos del cambio climático si su producción es sustentable y si se desarrollan con respeto al medio ambiente”. En este sentido, Colombia ha estado en el desarrollo de políticas que apuntan a la producción eficiente, limpia y sostenible de biocombustibles y en las que orienta la producción nacional al cubrimiento de la demanda interna y, a mediano plazo, los excedentes, al mercado internacional. Se hacen esfuerzos para el fortalecimiento de la coordinación institucional público-privado e intergubernamental promoción de la reducción gradual de los costos de producción y transformación de biomásas aplicando criterios de sostenibilidad, apoyo a la innovación e investigación, incentivo a la producción eficiente y sostenible de biocombustibles en áreas con vocación, siempre y cuando no afecten a los ecosistemas estratégicos que aportan beneficios socio-ambientales (Castello, 2008).

El escenario presente resultante para el abastecimiento de biocombustibles en el mundo ha implicado desinformación y especulación por parte de gobiernos y entes institucionales y administrativos. Hasta el momento la atención se ha centrado en la producción de alimentos versus producción de biocombustibles, ya que se atribuye a estos últimos el incremento de los precios a nivel mundial de los recursos alimenticios básicos. Es por esto, que el escenario futuro planteado en este escrito es la necesidad de establecer políticas de gestión sobre el desarrollo y consumo energético, el cual es realmente el que presiona sobre la producción de biocombustibles ya que a pesar de ser recursos renovables y poderse producir con recursos renovables, la demanda supera considerablemente la oferta. Esto conlleva en términos numéricos a la incapacidad productiva de biomasa para suplir las necesidades energéticas humanas actuales.

“Es impensable en cualquier instancia sostener el sistema antrópico actual con los recursos energéticos renovables, ya que la capacidad productiva del sistema natural, no satisface el ritmo de la producción humana”

BIBLIOGRAFIA

ARIAS, A, F. 2008. Perspectivas y oportunidades Del sector agropecuario em Colômbia. En: http://www.minagricultura.gov.co/06docypresent/06_presenta.aspx. Revisado: 07/12/08

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, BID. _____. Gestión ambiental: factores críticos. En: <http://www.iadb.org/publications/search.cfm?query=gestion%20ambiental%20factores%20criticos&context=&docType=&topic=&country=&searchLang=&lang=es&page=2>. Revisado: 05/07/08

CASTELLO, L. 2008. Biocombustibles y seguridad alimentaria. En: <http://www.fao.org.co/articbiocomb.pdf>. Revisado: 07/12/08

EMBRAPA. 2008. Desarrollo de la producción de biocarburantes, azúcar y sus relaciones con el medio ambiente en Iberoamerica. Seminario. En:

<http://www.etsia.upm.es/INFORMACION/cursos/documentos/SeminarioBiocarburantes.pdf>.

Revisado: 06/12/08

HUAMANI, W. 2008. Aspectos ambientales en la promoción de biocombustibles. En: <http://www.hechoenperu.org.pe/cober2008/Foro5/Walter%20Huamani.pdf>. Revisado: 06/12/08

INTERAMERICAN DEVELOPMENT BANK, BID. _____. La gestión ambiental: factores críticos. En: <http://www.iadb.org/sds/doc/Capitulo2.pdf>. Revisado: 19/05/08

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION, FAO. 2006. Plataforma internacional de bioenergía. En: http://www.fao.org/sd/dim_en2/en2_060501_es.htm. Revisado: 18/05/08

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION, FAO. 2008. Oportunidades y desafíos de la producción de biocombustibles para la seguridad alimentaria y Del medio ambiente en América Latina y el Caribe. En: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/013/k1481s.pdf>. Revisado: 21/05/08

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION, FAO. 2008. El estado mundial de la agricultura y La alimentación. En: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0100s/i0100s.pdf>. Revisado: 07/12/08.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, MADR. 2008. Biocombustibles. En: http://www.agrocadenas.gov.co/biocombustibles/documentos/MADR/MADR_Biocombustibles.pdf. Revisado: 08/12/08.

ANEXO 1 MAIZ

1.1 Producción mundial de maíz.

	1995	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008
Estados Unidos	187.968.992	251.854.000	241.490.000	228.810.000	254.872.800	297.536.400	280.022.400	265.482.000	332.090.000
China	94.222.300	65.201.900	114.090.000	125.000.000	113.097.600	124.992.000	132.930.000	141.876.000	145.000.000
Brasil	36.266.952	31.879.392	35.540.000	36.000.000	39.690.000	52.063.200	42.159.600	41.655.600	53.000.000
Unión Europea	ND	37.820.000	39.690.000	38.440.000	30.265.200	43.570.800	47.098.800	43.570.800	22.500.000
México	18.352.856	17.556.900	20.400.000	19.000.000	18.849.600	20.840.400	20.336.400	21.823.200	23.800.000
Argentina	11.404.041	16.781.400	14.400.000	13.500.000	15.398.400	16.808.400	16.657.200	18.849.600	21.500.000
India	9.534.000	12.043.200	13.510.000	11.000.000	13.885.200	13.885.200	13.381.200	14.389.200	16.100.000
Colombia	1.037.628	1.204.470	1.191.901	1.173.844	1.208.595	1.398.723	1.559.382	ND	ND
Otros	158.52.6087	153.368.738	132.388.099	117.606.156	119.271.600	127.184.400	125.470.800	134.013.600	158.180.000
TOTAL MUNDO	517.312.856	587.710.000	598.300.000	590.530.000	602.330.400	705.096.000	678.081.600	681.760.800	772.170.000

Periodo de octubre a septiembre. Millones de toneladas. Fuentes: USDA, National Corn Growers Association, Fenalce.

1.2 Área de producción y rendimiento de maíz en el mundo.

	2000/20001		2001/2002		2002/2003		2003/2004		2004/2005		2005/2006		2006/2007		2007/2008	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Estados Unidos	29.32	8.59	27.85	8.67	28.05	8.16	28.79	4.42	29.67	4.88	30.40	9.29	28.59	9.36	35.02	9.48
China	23.06	4.60	24.28	4.70	24.50	5.10	24.07	4.81	24.50	5.14	26.36	5.29	26.97	5.39	28.00	5.18
Brasil	12.97	3.20	11.99	2.96	11.80	3.05	12.44	3.8	12.60	3.33	12.90	3.23	14.00	3.64	14.50	3.66
México	7.15	2.51	7.78	2.62	7.70	2.47	7.69	2.83	7.95	2.64	6.64	2.94	7.38	3.03	7.40	3.04
Argentina	2.82	5.46	2.45	5.88	2.44	5.92	2.10	6.07	2.50	6.20	2.44	6.48	2.80	8.04	3.10	6.94
India	6.56	1.84	6.87	1.97	6.2	1.77	7.00	2.10	6.80	2.06	7.60	1.94	7.8	1.94	8.3	8.3
Colombia	0.57	ND	0.57	ND	0.55	ND	0.56	ND	0.61	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Otros	55.01	ND	56.43	ND	55.37	ND	57.79	ND	57.37	ND	59.51	ND	60.59	ND	60.78	ND
TOTAL MUNDO	136.89	4.29	136.14	4.35	136.07	4.35	140.44	4.42	142.00	4.88	145.85	4.78	148.33	4.76	157.10	4.89

1. Área de producción (Millones de hectáreas). 2. Cosecha (Toneladas /hectárea). Fuentes: USDA, National Corn Growers Association, Fenalce.

ANEXO 2 CAÑA DE AZÚCAR

2.1 Producción mundial de caña de azúcar.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Brasil	32.7704.992	345.942.016	364.391.008	396.012.000	415.205.835	422.956.646	455.291.462
India	299.230.016	295.956.000	297.200.000	287.383.200	233.861.800	237.088.400	281.170.000
China	69.298.730	77.965.653	92.202.611	91.930.679	90.978.372	87.513.458	100.684.000
Pakistán	46.332.600	43.606.300	48.041.600	52.055.800	53.419.000	47.244.100	44.665.500
México	44.100.000	47.250.000	45.635.300	45.126.500	48.372.892	45.195.108	50.596.694
Tailandia	54.052.124	49.562.888	60.012.976	74.259.000	64.995.741	49.586.360	47.658.097
Cuba	36.400.000	32.100.000	34.700.000	22.100.000	23.800.000	11.600.000	11.060.000
Colombia	33.400.000	33.000.000	36.950.000	38.148.184	39.205.282	39.849.240	39.849.240
Otros	337.843.360	325.724.988	325.358.690	336.251.767	337.059.204	336.924.556	360.456.030
TOTAL MUNDO	1.248.361.822	1.251.107.845	1.304.492.185	1.343.267.130	1.306.898.126	1.277.957.868	1.391.431.023

Millones de toneladas. Fuente: FAO.

2.2 Área de producción y rendimiento de caña de azúcar en el mundo.

	2000		2001		2002		2003		2004	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Brasil	48.459.990	67.623	4.957.590	69.780	5.100.480	71.442	5.371.020	73.731	5.631.741	73.726
India	4.219.700	70.912	4.315.700	68.576	4.411.600	67.367	4.520.300	63.576	3.938.400	59.379
China	1.188.589	58.303	1.281.008	60.862	1.421.000	64.885	1.431.800	64.206	1.392.300	65.343
Pakistán	1.009.800	45.882	960.800	45.385	999.700	57.894	1.099.600	47.340	1.074.500	49.715
México	618.282	71.326	623.739	75.752	632.215	72.183	639.061	70.613	640.000	75.582
Tailandia	913.639	59.161	877.023	56.512	1.011.169	59.350	1.139.289	65.180	1.111.166	58.493
Cuba	1.040.900	34.969	1.007.100	31.873	1.041.200	33.326	643.800	34.327	16.000	36.006
Colombia	408.048	81.853	402.961	81.893	416.002	88.821	422.325	90.328	428.519	91.490
Otros	5.221.810	ND	5.226.120	ND	5.280.773	ND	5.281.089	ND	5.783.241	ND
TOTAL MUNDO	19.466.758	56.860	19.652.041	57.183	20.141.339	58.547	20.548.284	58.155	20.015.867	57.944

1. Área de producción (Miles de hectáreas). 2. Cosecha (Kilogramos/hectárea). Fuente: FAO

Continuación

	2005		2006	
	1	2	1	2
Brasil	5.805.518	72.854	6.152.929	73.995
India	3.661.500	64.751	4.200.000	66.945
China	1.364.600	64.131	1.220.000	82.527
Pakistán	966.400	48.886	907.300	49.229
México	ND	69.530	668.293	75.710
Tailandia	1.035.227	47.899	936.227	50.904
Cuba	517.200	22.428	397.100	27.851
Colombia	425.734	93.601	425.734	93.601
Otros	4.975.457	ND	5.464.147	ND
TOTAL MUNDO	18.751.636	57.838	20.371.730	58.729

1. Área de producción (Miles de hectáreas). 2. Cosecha (Kilogramos/hectárea). Fuente: FAO.

ANEXO 3 ARROZ

3.1 Producción mundial de arroz.

	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Estados Unidos	7.88	8.65	9.74	9.57	9.06	10.53	10.12	7.87
China	187.29	189.81	179.30	176.34	162.30	180.52	181.99	184.07
India	115.44	127.40	139.90	107.73	132.78	124.69	137.62	136.51
Tailandia	22.01	25.84	26.52	26.05	27.03	28.53	30.29	29.26
Brasil	11.22	11.08	10.18	10.45	10.33	13.27	13.19	11.50
Colombia	1.74	2.28	2.38	2.34	2.86	3.01	2.50	2.25
Otros	201.90	233.78	229.83	236.48	239.82	246.76	255.79	263.13
TOTAL MUNDO	547.51	598.87	597.90	568.99	584.18	607.31	631.50	634.59

Periodo de octubre a septiembre. Millones de toneladas. Periodo de octubre a septiembre. Fuentes: USDA.

3.2 Área de producción y rendimiento de arroz en el mundo.

	1995		2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Estados Unidos	1.25	7.03	1.23	7.03	1.34	7.27	1.29	7.37	1.21	7.47	1.34	7.83	1.36	7.43	1.14	7.69
China	31.10	6.26	30.30	4.80	29.14	6.15	28.50	6.85	26.78	6.06	28.61	6.30	29.11	6.25	29.38	6.26
India	42.80	2.84	44.71	2.84	44.90	3.11	41.17	2.61	42.59	3.11	41.90	2.97	43.66	3.15	43.70	3.12
Tailandia	9.11	2.61	9.89	2.61	10.12	2.61	9.98	2.60	10.19	2.65	9.99	2.85	10.22	2.96	10.07	2.90
Brasil	4.37	3.01	3.65	3.03	3.14	3.24	3.14	3.32	3.18	3.24	3.73	3.55	3.91	3.36	2.97	3.86
Colombia	0.40	4.80	0.47	4.80	0.48	4.95	4.68	5.00	0.52	5.41	0.54	5.54	0.46	5.32	0.43	5.16
Otros	60.56	ND	63.90	ND	62.70	ND	63.02	ND	63.66	ND	64.07	ND	65.75	ND	66.63	ND
TOTAL MUNDO	149.59	3.15	154.16	3.15	151.83	3.22	147.60	3.28	148.13	3.34	150.18	3.46	154.47	3.48	154.32	3.54

1. Área de producción (Millones de hectáreas). 2. Cosecha (Millones toneladas /hectárea). Fuentes: USDA.

ANEXO 4 TRIGO

4.1 Producción mundial de trigo.

	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Canadá	24.98	26.53	20.03	16.19	23.55	25.86	26.77	27.27
Estados Unidos	59.40	60.75	53.00	43.70	63.81	58.73	58.74	57.29
Rusia	30.11	34.45	46.98	50.60	34.10	45.41	47.69	45.00
Francia	30.88	37.35	31.54	38.93	30.47	39.69	36.88	35.36
China	102.21	99.63	93.87	90.29	86.49	91.95	97.44	104.47
Colombia	0.74	6.42	0.27	0.38	0.14	0.43	0.43	0.32
India	65.76	76.36	69.68	72.76	65.76	72.15	68.63	69.35
Otros	228.58	250.57	273.72	261.83	255.96	299.08	292.11	264.61
TOTAL MUNDO	542.66	586.06	589.69	574.68	560.28	633.30	628.69	603.67

Periodo de octubre a septiembre. Millones de toneladas. Periodo de octubre a septiembre. Fuentes: Fuentes: USDA.

4.2 Área de producción y rendimiento de trigo en el mundo.

	1995		2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Canadá	11.12	2.24	10.85	2.44	10.60	1.94	8.83	1.83	10.46	2.25	9.86	2.62	9.82	2.72	10.53	2.58
Estados Unidos	24.68	2.40	21.50	2.82	19.61	2.70	18.54	2.35	21.47	2.97	20.23	2.90	20.24	2.92	20.28	2.82
Rusia	21.59	1.34	21.34	1.61	22.83	2.57	24.47	2.07	20.00	1.70	22.91	1.98	24.68	1.93	23.04	1.95
Francia	4.74	6.50	5.24	7.11	4.76	6.61	5.22	7.44	4.87	6.24	5.23	7.57	5.27	6.98	5.24	6.74
China	28.86	3.54	26.65	3.73	24.66	3.80	23.90	3.77	21.99	3.93	21.62	4.25	22.79	4.27	23.45	4.45
Colombia	0.34	2.11	0.19	2.14	0.14	1.85	0.17	2.15	0.23	1.94	0.23	1.88	0.19	2.29	0.16	2.00
India	25.70	2.55	27.48	2.77	25.73	2.70	26.34	2.76	25.19	2.61	26.59	2.71	26.38	2.60	25.48	2.61
Otros	99.34		102.22		106.25		106.35		103.71		110.55		112.06		104.32	
TOTAL MUNDO	216.37	2.56	215.47	2.67	214.58	2.75	213.82	2.79	207.82	2.68	217.22	2.93	221.43	2.89	213.50	2.86

1. Área de producción (Millones de hectáreas). 2. Cosecha (Millones toneladas /hectárea). Fuentes: USDA.

ANEXO 5 SOYA

5.1 Producción mundial de soya.

	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Canadá	2.293.000	2.703.000	1.635.200	2.335.700	2.268.300	3.048.000	3.161.300	3.532.800
Estados Unidos	59.174.000	75.055.288	78.671.472	75.010.000	66.777.820	85.012.800	85.035.280	87.669.860
Argentina	12.133.000	20.200.000	26.864.000	30.180.000	34.800.000	31.500.000	38.300.000	40.467.100
Brasil	25.682.636	32.734.958	39.058.000	42.769.000	51.919.440	49.549.941	51.182.074	52.355.976
China	13.512.901	15.413.690	15.409.501	16.507.541	15.395.992	17.407.042	16.803.352	15.500.250
India	5.096.000	5.275.800	5.962.700	4.558.100	4.654.700	7.818.900	6.876.300	8.270.000
Paraguay	2.212.109	2.980.060	3.511.050	3.300.000	4.204.865	3.583.680	3.988.000	3.800.000
Colombia	94.993	37.829	55.656	61.660	91.980	73.440	61.600	70.000
Otros	6.798.979	7.000.001	6.755.984	7.093.724	7.401.715	8.296.151	9.501.763	9.822.646
TOTAL MUNDO	126.997.618	161.400.626	177.923.563	181.815.725	187.514.812	206.289.954	214.909.669	221.488.632

Millones de toneladas. Fuente: FAO.

5.1 Producción mundial de aceite de soya.

	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Canadá	215.800	294.600	309.000	317.300	305.800	252.900	296.600	274.700
Estados Unidos	7.082.000	8.355.000	8.572.000	8.360.000	7.748.000	7.876.300	8.859.700	9.261.500
Argentina	1.599.500	3.112.800	3.387.600	3.973.100	4.558.800	4.569.700	5.395.700	6.161.300
Brasil	3.875.376	4.036.000	4.430.000	4.937.000	5.347.000	5.545.000	5.736.000	5.428.000
China	1.262.999	3.204.100	3.772.400	4.112.600	4.901.600	5.171.700	5.853.800	6.345.500
India	814.000	845.000	954.000	745.000	1.258.000	1.202.000	1.709.348	1.709.348
Paraguay	107.100	138.400	176.700	218.500	251.200	263.100	231.900	269.000
Colombia	37.800	50.580	78.300	103.100	93.800	85.300	68.000	70.100
Otros	4.772.515	5.217.184	5.704.483	5.954.720	5.909.681	5.360.343	5.593.219	5.567.384
TOTAL MUNDO	19.767.090	25.253.664	27.384.483	28.711.320	30.373.881	30.326.343	33.744.267	35.086.832

Miles de toneladas. Fuente: FAO.

5.3 Área de producción y rendimiento de soya en el mundo.

	1995		2000		2001		2002		2003	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Canadá	824.000	2.782	1.060.700	2.548	1.068.900	1.529	1.023.800	2.281	1.046.600	2.167
Estados Unidos	24.906.000	2.375	29.302.790	2.561	29.532.250	2.663	29.339.000	2.556	29.330.310	2.276
Argentina	5.934.160	2.044	8.637.503	2.338	10.400.778	2.582	11.414.000	2.644	12.421.000	2.801
Brasil	11.675.000	2.199	13.640.026	2.399	13.974.300	2.794	16.365.400	2.613	18.524.769	2.802
China	8.130.844	1.661	9.306.913	1.656	9.481.968	1.625	8.719.669	1.893	9.312.955	1.653
India	5.035.000	1.012	6.416.600	822	6.343.100	940	5.865.900	2.777	6.105.500	762
Paraguay	735.503	3.007	1.176.460	2.533	1.350.000	2.600	1.445.360	2.283	1.474.148	2.852
Colombia	45.074	2.107	18.367	1.595	23.658	2.352	26.907	2.292	42.000	2.190
Otros	5.227.984	ND	4.763.158	ND	4.564.489	ND	4.538.691	ND	4.937.926	ND
TOTAL MUNDO	62.513.565	1.610	74.322.717	1.595	76.739.443	1.658	78.738.727	1.759	83.195.208	1.602

1. Área de producción (Miles de hectáreas). 2. Cosecha (Kilogramos/hectárea). Fuente: FAO

Continuación

	2004		2005		2006	
	1	2	1	2	1	2
Canadá	1.177.500	2.588	1.169.300	2.703	1.225.800	2.882
Estados Unidos	29.930.060	2.840	29.952.000	2.839	28.983.680	3.024
Argentina	14.320.000	2.190	14.037.000	2.728	15.097.388	2.680
Brasil	21.538.990	2.300	22.948.874	2.230	22.006.677	2.379
China	9.589.135	1.815	9.593.100	1.750	9.100.140	1.703
India	6.554.700	1.192	7.571.200	908	7.710.000	1.072
Paraguay	1.870.000	1.919	1.970.000	2.024	2.200.000	1.727
Colombia	48.000	1.530	30.800	2.000	35.000	2.000
Otros	5.553.960	ND	6.118.664	ND	6.619.421	1.596
TOTAL MUNDO	90.582.351	1.561	93.390.938	1.664	92.978.106	1.596

1. Área de producción (Miles de hectáreas). 2. Cosecha (Kilogramos/hectárea). Fuente: FAO

ANEXO 6 COLZA

6.1 Producción mundial de colza.

	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Alemania	3.103.300	3.585.661	4.160.099	3.848.696	3.633.936	5.276.589	5.051.700	5.336.500
Australia	557.054	1.775.000	1.756.000	871.000	1.703.000	1.542.319	1.441.000	440.000
Canadá	6.435.400	7.205.300	5.017.100	4.407.100	6.771.200	7.728.100	9.660.200	9.105.100
Francia	2.789.000	3.476.819	2.877.672	3.320.213	3.361.199	3.993.484	4.532.871	4.144.485
Reino Unido	1.234.000	1.157.000	1.157.000	1.468.000	1.770.800	1.608.800	1.902.100	1.870.000
China	9.777.014	11.380.579	11.331.466	10.552.254	11.420.006	13.182.010	13.052.010	12.649.010
India	5.758.000	5.788.400	4.187.200	5.082.600	3.879.800	6.291.400	7.593.100	8.130.000
Argentina	21.316	5.000	15.400	2.300	10.450	20.000	26.000	9.140
Otros	4.509.490	16.521.981	5.413.865	4.718.334	4.141.376	6.725.495	6.611.573	7.289.751
TOTAL MUNDO	34.185.574	39.515.161	35.915.802	34.270.497	36.691.767	46.350.197	49.870.554	48.973.986

Miles de toneladas. Fuente: FAO

6.2 Producción mundial de aceite de colza.

	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Alemania	349.225	1.834.900	1.779.194	1.860.400	1.717.173	1.905.874	2.109.891	2.201.372
Australia	72.000	153.600	150.400	145.000	139.000	171.000	204.000	193.000
Canadá	1.152.800	135.200	1.139.366	896.775	1.103.028	1.383.705	1.286.575	1.546.400
Francia	340.000	548.000	508.000	608.000	634.000	730.100	912.200	982.000
Reino Unido	557.300	615.607	588.512	609.300	597.800	607.000	675.900	754.300
China	2.695.000	3.569.999	3.675.000	4.162.600	3.814.800	4.252.400	4.645.100	4.749.800
India	1.761.000	1.794.000	1.299.000	1.576.000	1.203.000	1.921.000	2.590.000	2.590.000
Argentina	620	75	3.000	7.100	5.900	4.500	8.300	7.700
Colombia	10	21	28	28	25	30	30	30
Otros	3.740.582	4.839.566	3.374.017	3.276.882	1.164.146	3.538.055	3.798.794	4.287.672
TOTAL MUNDO	10.668.527	13.490.968	12.516.517	13.142.085	12.378.872	14.513.664	16.230.790	17.312.274

Miles de toneladas. Fuente: FAO

6.3 Área de producción y rendimiento de colza en el mundo.

	1995		2000		2001		2002		2003	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Alemania	973.886	3.186	1.078.010	3.326	1.137.962	3.655	1.296.648	2.968	1.265.608	2.851
Australia	376.558	1.479	1.459.000	1.216	1.332.000	1.318	1.298.000	671	1.211.000	1.406
Canadá	5.273.000	1.220	4.859.200	1.482	3.785.200	1.325	3.425.600	1.286	4.689.200	1.444
Francia	864.000	3.228	1.186.255	2.930	1.083.000	2.657	1.036.000	3.204	1.081.858	3.106
Reino Unido	439.000	2.810	402.000	2.878	451.000	2.565	432.000	3.398	542.000	3.267
China	6.907.012	1.415	7.494.360	1.518	7.094.792	1.597	7.143.304	1.477	7.221.005	1.581
India	6.060.000	950	6.026.800	960	4.476.700	935	5.073.000	1.001	4.544.000	853
Argentina	15.750	1.353	3.000	1.666	8.700	1.770	2.200	1.045	7.680	1.360
Otros	2.906.381	ND	3.324.808	ND	3.189.996	ND	3.001.555	ND	2.848.447	ND
TOTAL MUNDO	23.815.587	1.608	25.833.433	1.733	22.559.350	1.805	22.708.307	1.734	23.410.798	1.663

1. Área de producción (Miles de hectáreas). 2. Cosecha (Kilogramos/hectárea). Fuente: FAO

Continuación

	2004		2005		2006	
	1	2	1	2	1	2
Alemania	1.283.357	4.111	1.343.900	3.758	1.429.000	3.734
Australia	1.377.061	1.120	962.000	1.497	913.000	481
Canadá	4.937.800	1.565	5.282.600	1.828	5.322.000	1.710
Francia	1.125.370	3.548	1.231.585	3.680	1.405.603	2.948
Reino Unido	557.600	2.885	592.700	3.209	575.000	3.252
China	7.271.610	1.812	7.278.010	1.793	6.740.010	1.876
India	5.428.100	1.159	7.316.400	1.037	7.280.000	1.176
Argentina	16.000	1.250	17.000	1.529	6.160	1.483
Otros	3.271.935	ND	3.587.678	ND	4.125.455	ND
TOTAL MUNDO	25.268.833	2.051	27.611.823	1.948	27.796.228	1.860

1. Área de producción (Miles de hectáreas). 2. Cosecha (Kilogramos/hectárea). Fuente: FAO

ANEXO 7 RICINO

7.1 Producción mundial de ricino.

	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Brasil	33.149	100.732	99.941	170.897	83.682	138.745	168.802	92.327
China	170.000	300.000	260.000	265.000	258.000	250.000	250.000	240.000
India	780.000	882.800	652.700	428.000	801.000	793.000	991.000	730.000
Etiopia	14.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Paraguay	16.639	11.074	12.682	7.004	9.739	10.800	11.500	10.500
Otros	62.106	50.190	52.180	51.853	52.397	49.955	42.869	52.588
TOTAL MUNDO	1.0758.894	1.359.796	1.092.503	937.754	1.219.818	1.257.500	1.479.171	1.140.415

Miles de toneladas. Fuente: FAO

7.2 Área de producción y rendimiento de ricino en el mundo.

	1995		2000		2001		2002		2003	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Brasil	76.427	433	195.045	516	171.618	582	136.109	1.255	133.879	625
China	190.000	894	290.000	1.034	270.000	962	270.000	981	267.000	966
India	789.000	988	1.079.700	817	716.700	910	583.000	734	732.000	1.094
Etiopia	13.900	1.007	14.500	1.034	14.500	1.034	14.500	1.034	14.500	1.034
Paraguay	12.000	1.386	9.847	1.124	10.353	1.224	5.760	1.215	8.019	1.214
Otros	115.896	ND	102.196	ND	108.704	ND	101.605	ND	104.377	ND
TOTAL MUNDO	1.197.223	611	1.691.288	598	1.291.875	617	1.110.974	634	1.259.775	607

1. Área de producción (Miles de hectáreas). 2. Cosecha (Kilogramos/hectárea). Fuente: FAO

Continuación

	2004		2005		2006	
	1	2	1	2	1	2
Brasil	172.704	803	230.911	731	137.555	671
China	260.000	961	260.000	961	250.000	960
India	800.000	991	860.000	1.152	750.000	973
Etiopia	14.500	1.034	14.500	1.034	14.500	1.034
Paraguay	9.000	1.200	10.000	1.150	10.000	1.050
Otros	90.771	ND	57.633	ND	102.041	ND
TOTAL MUNDO	1.346.975	631	1.433.044	662	1.264.096	640

1. Área de producción (millones de hectáreas). 2. Cosecha (Kilogramos/hectárea). Fuente: FAO

ANEXO 8 ACEITES

8.1 Producción mundial de aceite de palma.

	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
China	200.000	213.000	217.000	220.000	223.000	225.000	225.000	230.000
Colombia	387.646	524.001	547.771	528.400	526.634	630.400	672.576	711.000
Ecuador	179.933	217.864	227.830	263.252	220.945	261.237	290.568	290.568
Indonesia	4.479.670	6.855.000	7.775.000	9.370.000	10.530.000	12.080.000	14.070.000	15.900.000
Malasia	7.810.546	10.842.095	11.804.000	11.909.300	13.354.800	13.976.200	14.961.700	15.880.000
Nigeria	860.000	899.000	903.000	961.000	1.022.000	1.094.000	1.170.000	1.287.000
Tailandia	370.000	525.000	625.000	600.000	640.000	668.000	685.000	685.000
Otros	1.623.186	1.977.586	1.946.570	2.009.113	2.106.119	2.103.430	2.205.064	1.952.774
TOTAL MUNDO	15.910.981	22.053.546	24.045.971	25.861.065	28.623.498	31.038.267	34.279.908	36.936.342

Miles de toneladas. Fuente: FAO

8.2 Producción mundial de aceite de girasol.

	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Alemania	204.017	151.000	151.000	81.900	98.000	76.500	33.700	39.800
España	512.732	485.330	485.330	449.900	460.000	327.292	147.302	140.000
Ucrania	696.200	972.800	972.800	980.100	1.336.000	1.340.900	1.299.000	1.939.000
Argentina	1.974.800	2.158.300	2.158.300	1.268.500	1.399.800	1.208.500	1.523.400	1.579.600
China	421.243	645.649	645.649	205.700	239.100	215.400	203.300	220.100
Colombia	19	61	61	70	170	355	355	355
India	416.000	215.000	215.000	288.000	327.000	404.000	472.200	472.200
Turquía	456.287	481.370	481.370	353.844	478.796	502.117	520.547	520.547
Otros	4.083.724	4.847.503	4.847.503	4.132.033	4.885.608	5.125.443	5.534.692	5.734.592
TOTAL MUNDO	8.765.022	9.057.013	9.957.013	7.760.047	9.224.474	9.200.507	9.734.496	10.646.194

Miles de toneladas. Fuente: FAO

8.3 Producción mundial de algodón.

	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Estados Unidos	595.000	384.000	398.000	329.000	396.000	399.100	446.100	411.200
Argentina	64.902	26.200	30.300	13.100	7.000	10.100	8.600	6.800
China	979.999	1.022.000	1.120.000	1.383.500	1.292.800	1.345.400	1.544.800	1.570.000
Colombia	13.607	7.500	9.000	9.500	7.100	8.900	12.800	10.600
India	400.000	460.000	470.000	430.000	430.000	430.000	743.700	743.700
México	39.600	40.300	40.200	34.700	33.200	37.500	49.800	52.700
Paquistán	295.600	395.100	377.800	378.800	367.000	356.400	356.400	356.400
Turquía	221.833	249.871	234.096	256.886	221.932	250.652	243.668	243.668
Otros	1.181.914	1.287.785	1.349.363	1.294.615	1.301.068	1.443.600	825.216	1.432.646
TOTAL MUNDO	3.792.455	3.872.756	4.019.759	4.130.101	4.056.100	4.281.652	4.231.084	4.827.714

Miles de toneladas. Fuente: FAO

8.4 Producción mundial de copra.

	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Filipinas	1.708.958	1.358.239	1.741.640	1.300.707	1.541.000	1.525.000	1.482.000	1.380.000
India	383.000	420.000	426.000	432.000	414.000	420.000	396.000	470.000
Indonesia	730.000	778.000	780.000	748.700	707.095	657.585	670.000	670.000
México	136.000	125.000	123.500	126.000	114.700	113.400	114.700	108.400
Vietnam	128.640	144.000	147.456	148.502	148.502	154.901	155.541	155.541
Otros	568.319	515.504	482.787	422.777	414.388	492.696	476.143	430.158
TOTAL MUNDO	3.655.017	3.340.743	3.701.383	3.178.686	3.339.685	3.363.582	3.294.384	3.214.099

Miles de toneladas. Fuente: FAO

