



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**BIOCOMBUSTIBLES:
ANALISIS SOBRE SU APOORTE A LA MATRIZ ENERGÉTICA DE CHILE**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGISTER EN GESTION Y POLITICAS PÚBLICAS**

JOSE MIGUEL ARRIAZA HINOJOSA

**PROFESOR GUIA:
JOSÉ ANTONIO RUIZ FERNÁNDEZ**

**MIEMBROS DE LA COMISION:
MARÍA ANGÉLICA PAVEZ GARCÍA
MANUEL PANEQUE CORRALES**

**SANTIAGO DE CHILE
JUNIO 2011**

RESUMEN DE LA TESIS
PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGISTER EN GESTIÓN Y POLÍTICAS PÚBLICAS
POR: JOSÉ MIGUEL ARRIAZA HINOJOSA
FECHA DE EXAMEN: 21 DE JUNIO 2011
PROF. GUÍA: JOSÉ ANTONIO RUIZ FERNÁNDEZ

BIOCOMBUSTIBLES: ANALISIS SOBRE SU APORTE A LA MATRIZ ENERGÉTICA DE CHILE

En el mundo entero existe incertidumbre y preocupación por los altos precios de los combustibles fósiles y por los impactos ambientales negativos que se producen día a día por su uso intensivo principalmente en el sector transporte. Por esta razón, es que los biocombustibles líquidos como el bioetanol y el biodiesel han tomado un rol protagónico gracias a que cuentan con características de producto sustituto y son compatibles para ser mezclados con combustibles fósiles.

El desarrollo de los biocombustibles en Chile en relación con otros países como Brasil o Estados Unidos es reciente. Si bien nuestro país cuenta con una normativa de carácter voluntario que regula y autoriza su uso, distribución y comercialización, los biocombustibles aún no están presentes en nuestra matriz energética.

El presente estudio de caso buscó determinar cuál es el estado de desarrollo actual de los biocombustibles en Chile y profundizar respecto a las barreras que limitan su incorporación en nuestra matriz. Para esto se sistematizó la información disponible en los diferentes estudios realizados por la Comisión Nacional de Energía y el Ministerio de Energía de Chile y se aplicó una entrevista semi estructurada a los principales actores de este mercado donde se recogió su opinión sobre las acciones que hoy en día y a futuro deben tomarse para que Chile pueda tener biocombustibles en su matriz energética.

Sobre el estado actual de desarrollo es posible señalar que estos se encuentran aún en una etapa de I+D, principalmente por el camino que ha tomado nuestro país en cuanto a desarrollar biocombustibles de segunda generación. En relación a las principales barreras que afectan el desarrollo de los biocombustibles podemos destacar entre otras, la baja disponibilidad de terrenos para cultivos agrícolas tradicionales que pueden ser destinados a la producción de biocombustibles, los altos costos de inversión en infraestructura para almacenamiento distribución y comercialización de biocombustibles y la resistencia de la industria petrolera estatal (ENAP) a los cambios que significa introducir biocombustibles en su proceso productivo.

Por lo tanto, Chile requiere definir una Política de Biocombustibles que sea capaz de agrupar las diferentes visiones e iniciativas que sectorialmente y de forma aislada se encuentran en curso y que se transforme en una guía para el desarrollo futuro de esta industria a nivel nacional.

ABSTRACT

En Chile como en muchos otros países del mundo el transporte es una herramienta importante para el desarrollo económico y social. Este sector demanda importantes cantidades de energía que actualmente provienen sólo de los derivados del petróleo, una fuente no renovable que en los últimos años ha mostrado una gran volatilidad en sus precios y que es responsable importante de la generación de gases de efecto invernadero.

Como una manera de buscar alternativas energéticas a los combustibles derivados del petróleo, muchos países han apostado hacia el desarrollo y la integración de los biocombustibles en sus matrices energéticas, principalmente provenientes de cultivos agrícolas tradicionales como la Caña de Azúcar, el Maíz, el Trigo, la Maravilla y el Raps. Pero esta situación ha sido cuestionada a nivel mundial principalmente por diferentes grupos ambientalistas ya que argumentan que el uso que se le da a estos cultivos para biocombustibles compite directamente por la producción de alimentos.

Por otra parte nuestro país definió otro camino respecto al desarrollo de los biocombustibles, principalmente porque la Política Agraria busca convertirnos en “potencia alimentaria” y porque nuestro país cuenta con limitadas posibilidades de producir biocombustibles a partir de cultivos tradicionales. En este sentido, Chile esta apostando al desarrollo de biocombustibles de segunda generación que no compiten con los cultivos tradicionales.

Pero este es un camino de mediano y largo plazo, por lo que mientras tanto, se debe avanzar en crear las condiciones adecuadas para su incorporación a la matriz energética, fomentando la investigación y desarrollo, formando capital humano avanzado en estas tecnologías y desarrollando la infraestructura necesaria para permitir su incorporación en el actual sistema de suministro de combustibles.

Palabra Claves: Energía, Biocombustibles, Bioetanol, Biodiesel.

LISTA DE ABREVIATURAS

AIE: Agencia Internacional Energía

CENMA: Centro Nacional del Medioambiente

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CIEMAT: Centro de Investigaciones Energéticas y Medio Ambientales de España

CNE: Comisión Nacional de Energía

CONICYT: Comisión Nacional Científica y Tecnológica

ENAP: Empresa Nacional del Petróleo

EE.UU.: Estados Unidos

FAO: Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

OCDE: Organización para la cooperación Económica y el Desarrollo

ODEPA: Oficina de Políticas Agrarias

SII: Servicio de Impuestos Internos

TPES: Toneladas Petróleo Equivalentes

U.E.: Unión Europea

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	
Abstract	2
Introducción	5
Objetivos.....	6
Metodología	6
CAPITULO I	
El contexto energético chileno en que se desarrollan los biocombustibles	
Antecedentes generales del sector energía en Chile	9
Los hidrocarburos en nuestra matriz energética	12
CAPITULO II	
El desarrollo de los biocombustibles en el Mundo y en Chile	
Historia de los biocombustibles y su desarrollo en los últimos años.....	18
Materias primas para la elaboración de biocombustibles	22
Casos de desarrollo de biocombustibles en el Mundo	23
El caso de los biocombustibles en Brasil	23
El caso de los biocombustibles en Estados Unidos	26
CAPITULO III	
Panorama actual de los biocombustibles en Chile	
Panorama actual de los biocombustibles en Chile.....	28
CAPITULO IV	
Presentación de Resultados y Análisis	
Dimensión Política	33
Dimensión Institucional.....	35
Dimensión Normativa.....	37
Dimensión Técnica.....	38
Resumen de barreras encontradas para el desarrollo de los biocombustibles.....	41
CONCLUSIONES	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXOS	50

INTRODUCCIÓN

La energía tiene un papel esencial en la vida social y económica de los países. El funcionamiento de las sociedades modernas depende por completo de su disponibilidad. Pero el mundo hoy está enfrentando retos muy serios en relación al sector energía. La Agencia Internacional de la Energía (AIE) en su publicación “Chile Energy Policy Review 2009”, prevé que el crecimiento de la economía mundial se multiplicará por cuatro de aquí al año 2050 lo que implicaría también un aumento en el consumo de energía. Como consecuencia de este crecimiento, la presión sobre los recursos naturales y sobre el medioambiente será cada vez mayor si no se logra disociar la demanda de energía del crecimiento económico y de no reducirse la demanda de combustibles fósiles.

El petróleo en la actualidad es una de las más importantes fuentes de energía y seguirá siéndolo durante muchos años. Sin embargo, existe una alta incertidumbre respecto a su disponibilidad en el futuro que permita satisfacer la creciente demanda a nivel mundial; cuál será su costo de producción; y cuál será el precio que los consumidores deberán pagar por él en el futuro. Sin duda que su gran volatilidad y el aumento sostenido de los precios del petróleo en los últimos años que llegaron a su cúspide en el año 2008 (AIE, 2009) y precisamente hoy en día con el conflicto en Medio Oriente, ha puesto de manifiesto cuán sensibles son los precios del petróleo a los desequilibrios del mercado en el corto plazo y los riesgos que esto representa para la seguridad energética de los países.

Por otra parte, para evitar los daños catastróficos e irremediables en el clima mundial se requiere de una importante descarbonización de las fuentes energéticas en el mundo, ya que de persistir las tendencias actuales, las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía y de otros gases de efecto invernadero aumentarían inexorablemente, causando una elevación de la temperatura media mundial en largo plazo de hasta 6 °C (AIE, 2009) y una baja considerable en la competitividad de nuestros principales productos de exportación como el cobre y productos agropecuarios.

Es por este motivo que surge la necesidad de contar con fuentes energéticas alternativas y los biocombustibles son actualmente una opción que contribuye en muchos países a diversificar su matriz energética en el transporte y lograr una mayor seguridad en el suministro y sostenibilidad ambiental.

El siguiente estudio de caso busca describir la situación actual de los biocombustibles¹ a nivel mundial y nacional, y analizar cuáles son las barreras que enfrentan para que puedan ser incorporados en la matriz energética de nuestro país.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General:

Realizar un diagnóstico sobre el desarrollo de los biocombustibles en Chile, identificando los factores de éxito y barreras que afectan su implementación.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Describir el estado del arte respecto al desarrollo de los biocombustibles en Chile y el Mundo y el contexto nacional en el que desarrollan.
- Analizar las barreras de entrada y oportunidades que permitirían el desarrollo de los biocombustibles en Chile.
- Proponer elementos que permitan el desarrollo de los Biocombustibles en Chile.

1.2 Metodología

El presente estudio de caso se realizó desde una perspectiva exploratoria – analítica para profundizar en aquellos aspectos relevantes del desarrollo de los biocombustibles en Chile. Las fases involucradas, así como el instrumento utilizado se describen a continuación y el detalle descriptivo de esta herramienta se entrega en el anexo.

¹ Los biocombustibles son todos aquellos combustibles (líquidos, gaseosos o sólidos) que se obtienen a partir de biomasa (materia orgánica).

1.2.1 Etapas de Estudio de Caso

La metodología contempló el desarrollo de tres etapas. La primera de ellas, la “fase de identificación”, que consistió en recopilar información cuantitativa y cualitativa respecto al estado actual de desarrollo de los biocombustibles en Chile, así como también de las condiciones de mercado de los hidrocarburos fósiles existentes actualmente. Esta etapa se dividió en dos i) se revisaron estadísticas, reportes, estudios, y artículos de revistas especializadas sobre biocombustibles en Chile y el mundo. ii) se realizaron entrevistas pre-estructuradas a los “stakeholders²” identificados como los más relevantes en esta materia en Chile.

Para las entrevistas pre-estructuradas, el instrumento elegido fue un cuestionario con 20 afirmaciones sobre diferentes ámbitos del desarrollo de los biocombustibles. Esta herramienta fue aplicada a los “stakeholders” identificados previamente en relación a su influencia en el mercado de los combustibles tradicionales. Para la identificación de los Stakeholders se pensó en tres niveles, político, técnico y socios relevantes.

Cuadro 1: Stakeholders Identificados por nivel

Nivel	Stakeholders
Político	Funcionarios del Ministerio de Energía, Agricultura, Medio Ambiente, Transporte y Comisión Nacional de Energía.
Técnico	Profesionales de la División de Energías Renovables No Convencionales del Ministerio de Energía, Profesionales de otros Ministerios relacionados con el tema biocombustibles, INNOVA CORFO, CONAF, CONICYT, Académicos de Universidades y ONG’s.
Socio relevantes	Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), Compañías Distribuidoras de Combustibles, Empresas Tecnológicas, Mineras, Generadoras.

² El termino Stakeholders, es una palabra que no tiene traducción exacta al idioma español, se refiere a todas aquellas personas que tienen intereses, afectan o se ven afectadas por un negocio, programa o proyecto determinado

Se entrevistaron a 11 personas (ver anexo 1) y el cuestionario de percepción aplicado midió el “grado de acuerdo” en una escala de 1 a 5 para cada afirmación, donde 5 significa muy de acuerdo con la afirmación y 1 muy en desacuerdo con la afirmación. El documento se subdividió en las siguientes dimensiones.

Cuadro 2: Dimensiones del Cuestionario

Dimensiones
Política
Institucional
Normativa
Técnica

La segunda etapa, la “fase de cuantificación y análisis”, se realizó a través del análisis crítico de la información obtenida en la etapa anterior. A partir de esta información fue posible identificar las principales barreras que actualmente afectan el desarrollo de los biocombustibles en nuestro país, así como también obtener las percepciones respecto a las acciones de política pública necesarias para impulsar el desarrollo de los biocombustibles.

Cuadro 3: Resumen Etapas Desarrollo Metodológico

Búsqueda Bibliográfica
Diseño Instrumentos (Encuesta)
Toma de Datos
Análisis
Conclusiones y Propuestas

Finalmente se muestran las conclusiones y propuestas de acción que debiera ser implementada para comenzar un desarrollo gradual de los biocombustibles en Chile.

Capítulo I. El contexto energético chileno en que se desarrollan los biocombustibles.

1.1 Antecedentes generales del sector energía en Chile

A nivel mundial el tema energético ha cobrado gran importancia debido a los impactos ambientales que ésta actividad genera, tanto por el acelerado consumo de recursos naturales no renovables (petróleo, gas, carbón) como también por las emisiones atmosféricas producidas como consecuencia del uso intensivo de estas fuentes en la generación de energía.

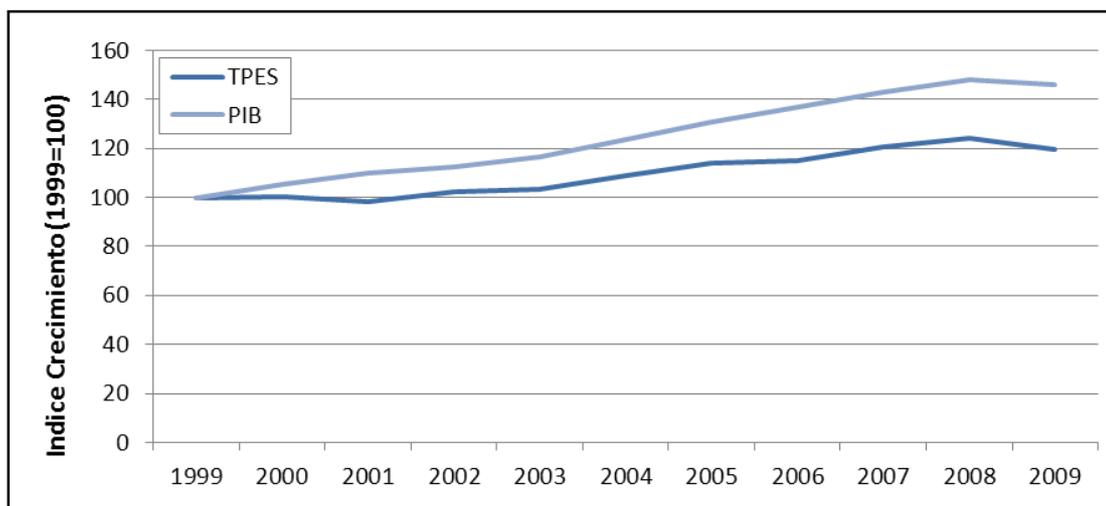
La tendencia en el consumo de energía a nivel mundial muestra una demanda creciente y sostenida y según las estimaciones realizadas por la Agencia Internacional de la Energía, el consumo se incrementará en un 57% entre 2004 y 2030, a pesar de que se espera que los precios tanto del petróleo como del gas natural sigan aumentando. Gran parte de este crecimiento será producido por los países con economías emergentes así como también por China e India.

A nivel mundial el sector industrial y transporte son los que experimentarán un crecimiento más rápido, del 2,1% por año, en ambos sectores. Así mismo, se espera que los combustibles fósiles, seguirán siendo los más utilizados en todo el mundo, básicamente por su importancia en el transporte y en el sector industrial. El consumo de petróleo en el mundo se espera que aumente de 83 millones de barriles por día en el año 2004 a 97 millones de barriles por día en el año 2015 y 118 el año 2030.

Por su parte, Chile ha experimentado un crecimiento significativo del consumo energético en las últimas décadas, particularmente marcado por el sector eléctrico. El consumo energético final ha crecido en un 2,4% promedio anual en los últimos 10 años y un 4,2% desde 1990 a la fecha, mientras que el consumo eléctrico ha aumentado en cerca de 4% promedio anual, en los últimos 10 años.

Es así como la evolución de la demanda de energía ha seguido de cerca a la evolución del PIB, como puede apreciarse en la Figura 1 (CNE, 2008). Importante también es destacar la caída de un -1,5% del crecimiento del consumo primario en el año 2009 se explica por la caída del consumo tanto a nivel mundial como en Chile, por la crisis financiera internacional.

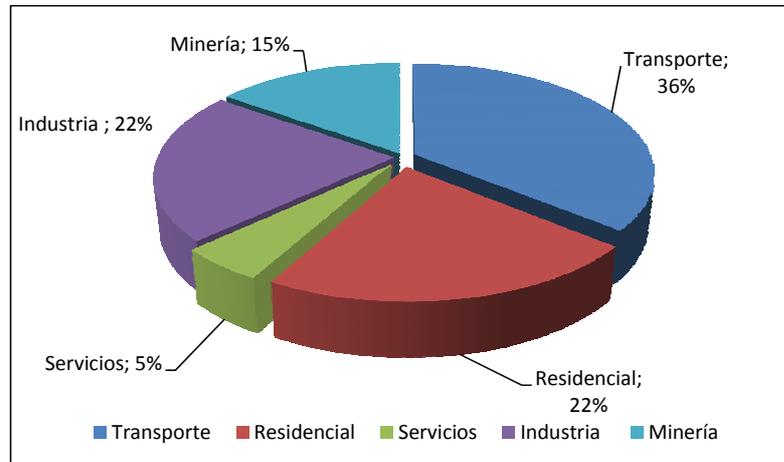
Figura 1: Evolución de Consumo Primario Energía en Chile en relación al PIB 1999 – 2009



Fuente: Comisión Nacional de Energía 2010

Como puede observarse en la Figura 2, el consumo final de energía de Chile está determinado por cuatro grandes sectores: transporte, industria, minería y comercio, público-residencial. La distribución de este consumo es relativamente equiparada entre dichos sectores, aunque la mayor parte se la lleva el sector transporte, que durante 2009 alcanzó un 36%. El sector industrial y público residencial se posiciona en segundo lugar con un 22% cada uno y el sector minero en tercera lugar con un 15%. En último lugar se sitúa el sector servicios con un 5% (Estadísticas CNE, 2010).

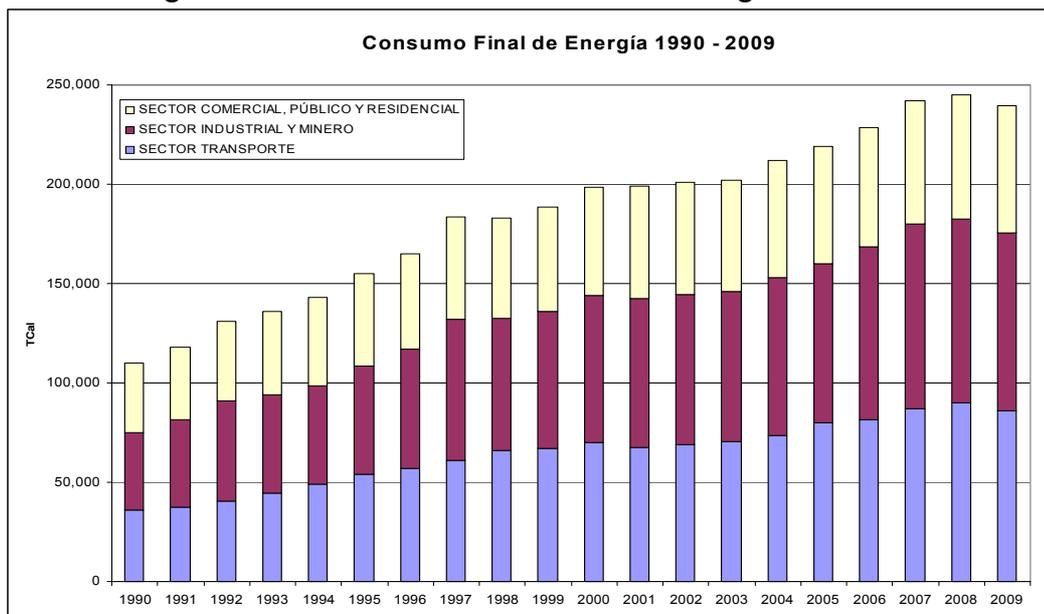
Figura 2: Distribución del Consumo Final de Energía en 2009 (Por Sector Económico)



Fuente: Balance Nacional de Energía Ministerio de Energía, 2010

La caída del consumo final del año 2009 fue de un 2,4% respecto al 2008. Los sectores que bajaron su nivel de consumo son el Industrial y Minero y el de Transporte, mientras que el sector Comercial, Público y Residencial, que incluye los Servicios, incrementó su consumo en la última medición.

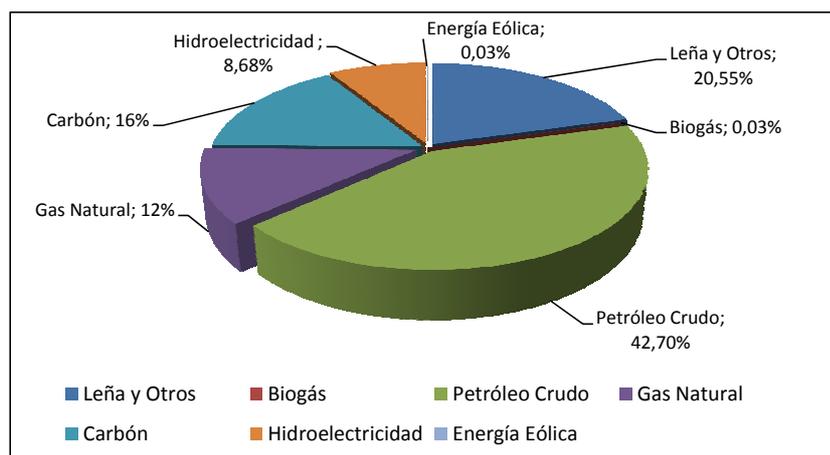
Figura 3: Evolución del Consumo Final de Energía 1990-2009



Fuente: Estadísticas - Ministerio de Energía, 2010

En cuanto a las fuentes energéticas del consumo primario nacional, considerando los recursos naturales sin incluir las importaciones netas secundarias, los hidrocarburos (petróleo, gas natural y carbón) representan más del 70% del total y, de este total, la mayor parte es importada. Para completar la oferta energética, Chile produce energía a partir de tres energéticos locales: a) la leña/biomasa (calefacción y electricidad), que representa más del 20% de la energía producida en Chile con recursos locales; b) el agua (generación de hidroelectricidad), que representa un 8%; c) y el gas natural, que alcanza al 12% del total de producción nacional. Entre 1990 y 2009, los derivados del petróleo, la biomasa y la electricidad representaron en promedio cerca del 90% del consumo de energía.

Figura 4: Consumo Primario Nacional 2009 (por fuente energética)



Fuente: Estadísticas - Ministerio de Energía, 2010

1.2 Los Hidrocarburos en nuestra Matriz Energética

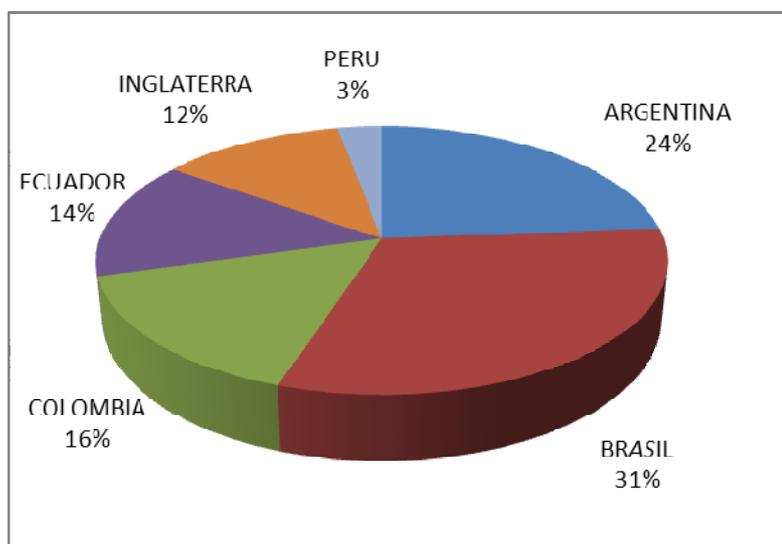
Chile es un importador neto de hidrocarburos para abastecer su demanda interna. Es así como nuestro país importa alrededor del 98% del petróleo que se consume, el que es refinado por la Empresa Nacional del Petróleo en la Región de Valparaíso (Refinería Aconcagua), Región del Biobío (Refinería Biobío) y en la Región de Magallanes (Refinería Gregorio). La refinación local

permite en Chile, cubrir entre el 75% y 85% de las necesidades normales de producción de combustibles. (Política Energética – CNE, 2008).

Las fuentes de suministro para el abastecimiento de petróleo crudo de nuestro país son actualmente desde, Brasil, Argentina, Colombia y Ecuador, los que sumados corresponden a más del 85% de las importaciones totales de este energético.

Los precios de las fuentes convencionales importadas suelen experimentar el impacto de las variaciones en los precios internacionales. De este modo, la evolución de precios de los derivados del petróleo (gasolina, kerosén, diesel y gas licuado) han llegado a mostrar tendencias al alza muy significativas. El precio de los combustibles líquidos sufrió una baja a partir de finales de 2008, luego de una importante alza que llevó al precio del petróleo en Mayo de 2008 a más de ciento treinta y tres dólares por barril.

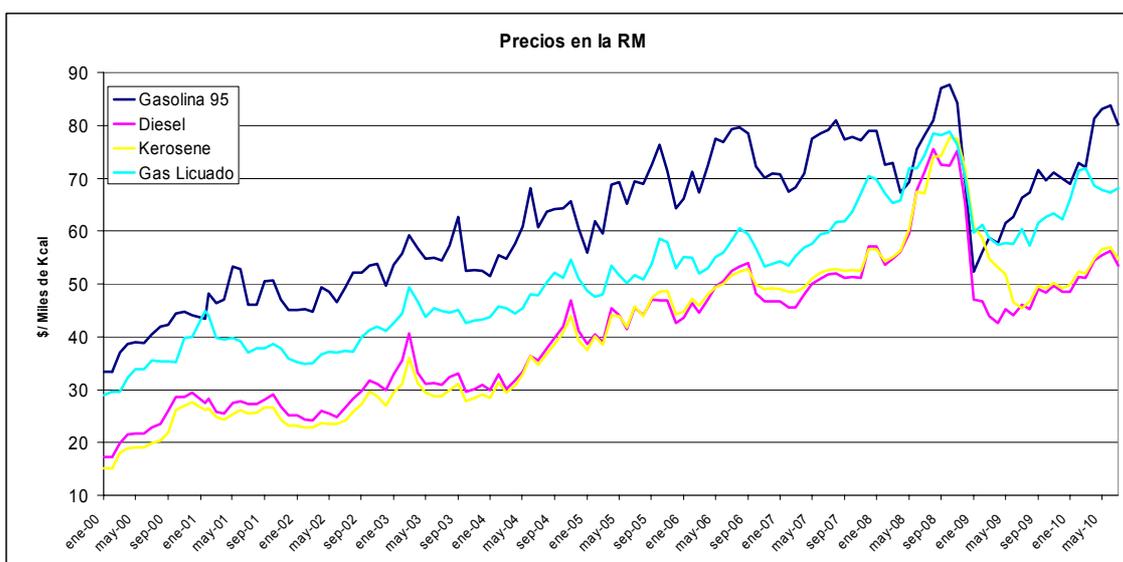
Figura 5: Importación de Crudo 2010 (por país de origen)



Fuente: Estadísticas – Comisión Nacional de Energía, 2010

Estas variaciones a nivel internacional impactan directamente en los precios de los derivados de los combustibles fósiles como la Gasolina, el Kerosene como puede apreciarse en el grafico siguiente que muestra la evolución de los precios en la Región Metropolitana en los últimos 10 años.

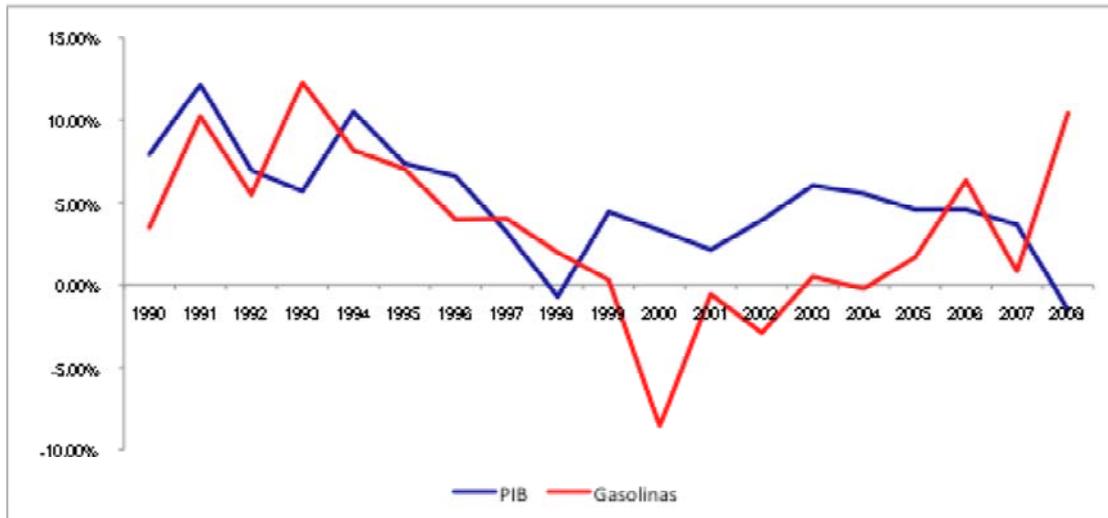
Figura 6: Evolución de los precios derivados del petróleo 2000 -2010



Fuente: Estadísticas – Comisión Nacional de Energía, 2010

Respecto al consumo de combustibles en Chile también podemos señalar que este ha experimentado una demanda creciente. En la figura 7, se muestra comparativamente el crecimiento anual del producto (PIB) y el crecimiento de la demanda de gasolina de los últimos 20 años, donde el PIB ha sido de un 5% en promedio y la gasolina ha crecido un 3,4%. Uno de los efectos que explican el desacople en el año 2000 del crecimiento de la gasolina con el PIB, es la sustitución de diesel por gasolina, por la incorporación al mercado de vehículos 4X4 y el menor impuesto específico.

Figura 7: Comparación Crecimiento del PIB/Consumo de Gasolina en Chile



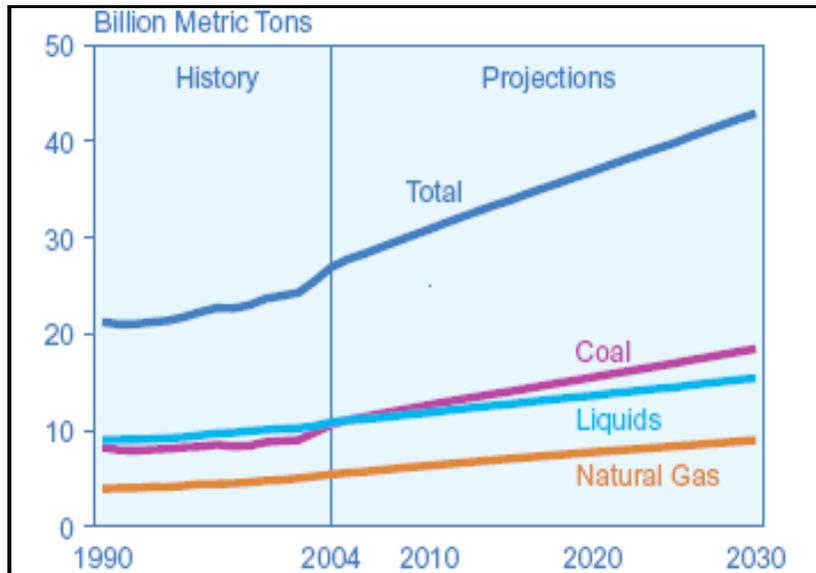
Fuente: Banco Central de Chile y Estadísticas de ENAP

Respecto a la explotación de hidrocarburos en Chile, podemos señalar que los yacimientos petrolíferos están concentrados en la Cuenca de Magallanes, en tres zonas de producción mixta de petróleo y gas. Es importante señalar que en los últimos años se ha reimpulsado la exploración y explotación de hidrocarburos, tanto directamente por ENAP mediante la modalidad de Contratos Especiales de Operación (CEOPs) con empresas privadas³, lo que le ha dado nuevo dinamismo al sector.

En relación a las emisiones de CO₂ causadas por el hombre, podemos señalar que éstas provienen principalmente de la combustión de combustibles fósiles para la producción de energía. Según una proyección realizada para el periodo 2004 – 2030 por el System for the Analysis of Global Energy Markets de 2007 de la Agencia Internacional de Energía, las emisiones de CO₂ pasarán de 26,9 billones de toneladas en 2004 a 33,9 en 2015 y 42,9 en 2030 como puede apreciarse en la figura 8.

³ Actualmente, bajo la modalidad de Contratos Especiales de Operación (CEOPs) la empresa Geopark extrae hidrocarburos en el Bloque Fell (Magallanes)

Figura 8: Emisiones de CO₂ por Tipo de Combustible Fósil



Fuente: AIE, 2007

Expuestos los antecedentes y dado el escenario actual de alta dependencia en el que nos encontramos y la importancia de lograr disminuir las emisiones de CO₂ causadas por la combustión de combustibles fósiles, Chile está desarrollando importantes esfuerzos para diversificar su matriz energética incorporando en una mayor proporción a las energías renovables, como, la eólica, la solar, y la geotermia. Así mismo, como una manera de mitigar los impactos ambientales y económicos producidos por el cada vez más alto precio de los combustibles de origen fósil, y anticipándonos a una futura escasez como consecuencia del agotamiento de este recurso, el Ministerio de Energía en conjunto con INNOVA CORFO, están fomentando a partir del modelo de Consorcio Tecnológico Empresarial, el desarrollo de la industria de los biocombustibles de “segunda generación”.

Actualmente la mayoría de los biocombustibles líquidos que son producidos en el mundo son llamados de “primera generación” es decir aquellos que se obtienen a partir de materias primas tradicionales que tienen en la mayoría de los casos uso alimentario y que son transformados a productos combustibles con tecnologías tradicionales. Las fuentes más conocidas en el mundo actualmente son la caña de azúcar, maíz, soja, semillas de girasol, raps, palma, residuos vegetales, animales y forestales.

Sin embargo, hoy en día hay un cambio en la visión que se tiene de los biocombustibles, fundamentalmente por la exigencia de preservar nuestro planeta, nuestros recursos naturales y asegurar a las próximas generaciones la energía necesaria. El mundo está exigiendo que los biocombustibles sean sustentables, y por lo tanto, no afecten, ni compitan con la producción de alimento para la población, ni perjudiquen la biodiversidad de la tierra (FAO, 2008).

Es por esta razón que con gran dinamismo se están investigando a nivel mundial, el desarrollo de los biocombustibles de “segunda generación”, es decir, aquellos combustibles que son producidos a partir de materias primas no tradicionales como la biomasa lignocelulósica y la biomasa obtenida a partir del cultivo de micro y macro algas y que no compiten con terrenos agrícolas.

Capítulo II. El desarrollo de los biocombustibles en el Mundo y en Chile

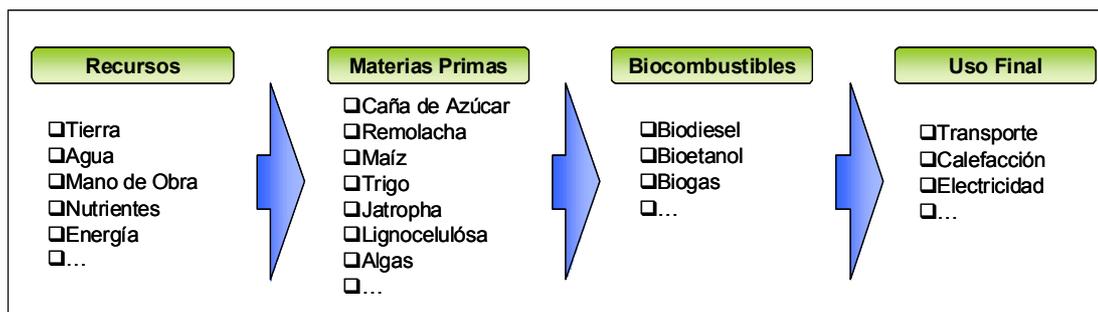
El siguiente capítulo abordará la historia de desarrollo de los biocombustibles en el mundo y su estado actual. Además, se describirán dos casos a nivel mundial donde han sido introducidos en la matriz energética y las medidas adoptadas para lograr su desarrollo.

2.1 Historia de los biocombustibles y su desarrollo en los últimos años

La importancia de los biocombustibles radica en que son combustibles renovables con bajo impacto ambiental. Se les adjudican características de emisión cero de CO₂, dada la condición de que el CO₂ que se emite en su combustión, es el mismo que se captura en el proceso de fotosíntesis durante el crecimiento de las especies vegetales (FAO, 2008).

Los biocombustibles más comúnmente usados y que se han incorporado como combustibles sustitutos de los derivados de la gasolina y el petróleo diesel son el bioetanol y el biodiesel respectivamente. En la figura 8 podemos observar las diferentes etapas en el desarrollo de los biocombustibles y los elementos que componen su cadena de valor.

Figura 9: Etapas de desarrollo de los biocombustibles



Fuente: FAO, 2008

La utilización de los biocombustibles es muy antigua. Es así como Henry Ford hizo el primer diseño en su automóvil modelo Ford T con un motor diseñado para funcionar con etanol. Entre 1920 a 1924, la Standard Oil Company antigua empresa petrolera de EE.UU, comercializó un 25% de etanol en la gasolina vendida en el área de Baltimore. Sin embargo, los elevados precios

del maíz, junto con las dificultades de almacenamiento y transporte de este biocombustible, hicieron abandonar el proyecto (Rossi, 2009).

A raíz de esta disminución en la utilización del etanol, Henry Ford y diversos expertos unieron fuerzas para promover su recuperación. Se construyó así una planta de fermentación en Atchinson (Kansas, EE.UU.) con un potencial para producir 38.000 litros diarios de etanol para automóviles. Fue así como durante los años treinta, más de 2.000 estaciones de servicio vendían en EE.UU. este etanol hecho de maíz. Pero la competencia de los bajos precios del petróleo obligó al cierre de la planta de producción de etanol a mediados de los años cuarenta. Como consecuencia, se acabó el negocio de los agricultores americanos y este combustible fue sustituido definitivamente por el petróleo.

Es importante señalar que durante el transcurso de la historia los biocombustibles siempre han tenido la crisis del petróleo como motor de desarrollo, así como también la presión de los grupos de poder ligados a la agricultura. En Octubre de 1973 una fuerte crisis petrolera asociada a la cuarta guerra árabe-israelí produjo que el precio de la gasolina, que se había mantenido prácticamente constante durante cinco años en los países industrializados, se doblara en cuestión de tres meses. La escasez de este recurso no renovable hizo peligrar el suministro en EEUU. y este hecho sirvió de incentivo para que el Gobierno impulsara la búsqueda de combustibles alternativos a los derivados del petróleo.

A finales de 1979, a raíz de la preocupación que desencadenó la primera crisis del petróleo, se comercializó en Estados Unidos la mezcla de gasolina y etanol. Los biocombustibles se convirtieron en la solución al posible problema que representaba el agotamiento de los recursos no renovables. Así, la American Oil Company y otras empresas del sector petrolero comenzaron a comercializar la mezcla de etanol para diluir la gasolina y aumentar el octanaje.

Por otra parte, en Brasil, la crisis del petróleo también tuvo una fuerte repercusión. En este país, en el año 1975 se comenzó a desarrollar el proyecto "Proalcohol", cuyo objetivo era la sustitución total de los combustibles de origen fósil. Esta nueva industria permitió la creación de casi un millón de empleos, repartidos en más de 700 destilerías, en instalaciones

complementarias, en redes de transporte y fabricación de motores específicos para estos combustibles (FAO, 2008).

El comienzo de una segunda crisis del petróleo a principio de los años 80 relacionada con la guerra irano-iraquí provocó una nueva caída en el consumo de petróleo. La extracción experimentó una importante baja antes de recuperarse a finales de la década gracias a la baja en los precio del crudo. Esta situación, tuvo como consecuencia el abandono de las estrategias de cambio energético encauzadas hacía ya unos años. Fue entonces cuando en la Unión Europea se tomaron algunas medidas para desacoplar el desarrollo de los biocombustibles y el precio del petróleo, como por ejemplo las que en el año 1985 planteaban la introducción de los biocombustibles en Europa. El objetivo era sustituir el 25% del combustible fósil por bioetanol. Finalmente su aplicación no se aprobó por cuestiones de rentabilidad y costos. Sin embargo, se dedicaron diversos fondos para la investigación y desarrollo de estas tecnologías (Rossi, 2009).

La década de los noventa comenzó con una nueva crisis. Esta vez derivada de la invasión de Kuwait por Irak. Nuevamente, el precio del petróleo se volvió inestable y caro y los biocombustibles volvieron a la escena energética de la mayoría de los países.

Una interesante medida adoptada en los países de la Unión Europea para dar incentivos al desarrollo de los biocombustibles fue la exención de impuestos al bioetanol , y así facilitar su competitividad en relación a los combustibles fósiles (FAO, 2008).

En los últimos años el desarrollo de los biocombustibles en el mundo ha tenido un nuevo impulso a partir de una serie de medidas que han sido adoptadas para fomentar su desarrollo. A comienzos del año 2003 la Unión Europea emitió una serie de políticas económicas, fiscales y técnicas dentro del marco integral para promocionar el bioetanol y el biodiesel en Europa. El parlamento Europeo y el Consejo Europeo aprobaron la Directiva 2003/30/CE⁴ para la promoción y uso de biocombustibles. Esta era la primera vez que una directiva permitió regular

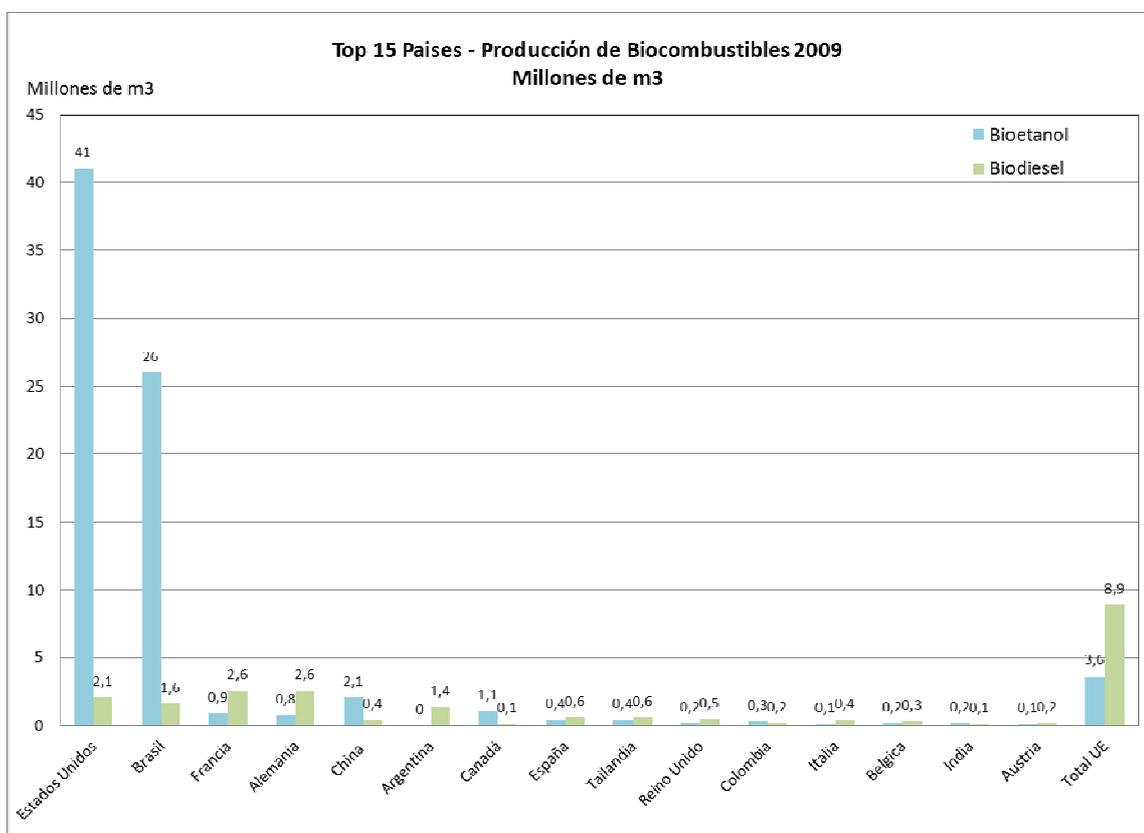
⁴ Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte

el uso mínimo de biocombustibles en cada uno de los estados miembros de la Unión Europea (Camps, 2008).

La aplicación de la directiva 2003/30/CE en las legislaciones locales busca que cada estado miembro cumpla con los objetivos de la Unión Europea, que exigían que para el 31 de diciembre de 2005, el 2% del combustible comercializado para el transporte debía ser biocombustibles. Esta cifra aumentará a un 6,76% al 31 de diciembre de 2010.

En el mundo actualmente, cerca del 85% de la producción mundial de biocombustibles líquidos esta representado por el etanol. Los dos mayores productores de etanol son Estados Unidos y Brasil, seguidos muy de lejos por Francia, Alemania y China. Por otro lado la producción de biodiesel se concentra principalmente en la Unión Europea seguidos por Estados Unidos, Brasil y Argentina (Global Status Report – REN 21, 2010)

Figura 10: Producción de Biocombustibles por países en el 2009



Fuente: Elaboración propia a partir de REN 21, Renewables 2010 Global Status Report.

2.2 Materias primas para la elaboración de biocombustibles.

En relación a las materias primas utilizadas para la producción de biocombustibles en el mundo, podemos indicar que en los últimos años las principales fuentes de materia prima han sido los cultivos agrícolas. En su mayor parte han adquirido la forma de etanol, producido a partir de cultivos de caña de azúcar en Brasil o maíz en EEUU. Para el biodiesel los principales a cultivos son de origen oleaginoso, como la colza en la Unión Europea, la soja en EEUU, Argentina y Brasil y los aceites de palma y de coco en los países tropicales y subtropicales, como Colombia.

Pero dado el cambio de visión que existe en torno a los biocombustibles y su competencia con los alimentos, es que en la actualidad se encuentran en proceso de desarrollo tecnologías que permitan la obtención de etanol a partir de biomasa lignocelulósica⁵ y biodiesel a partir del cultivo de algas. Estos son denominados biocombustibles de segunda y tercera generación.

La biomasa lignocelulósica es el material biológico que más abunda en la tierra. El desarrollo exitoso de los biocombustibles de segunda generación comercialmente viables, elaborados a partir de celulosa, podría redundar en un aumento considerable del volumen y la variedad de materias primas factibles de ser usadas en la producción de esos biocombustibles. Entre los cultivos posibles de este tipo figuran las plantas leñosas de rotación corta, como el sauce, los aromos, los álamos y los eucaliptos y especies gramíneas⁶ como el miscanto.

Por otra parte, para la producción de biodiesel, el mundo avanza con fuerza en el desarrollo que permita el cultivo, manejo y producción de biodiesel en forma industrial a partir de algas. Se requieren microalgas con alto contenido de aceite y de desarrollo rápido. Al contrario de los cultivos terrestres, las microalgas no requieren suelos agrícolas, y su producción de biomasa por unidad de superficie, es hasta 100 veces mayor que la de cultivos agrícolas. (Reijnders, 2007)

⁵ Biomasa forestal con alto contenido de celulosa, hemicelulosa que mediante procesos bioquímicos y/o termoquímicos, pueden liberar azúcares para la producción de etanol.

⁶ Plantas herbáceas. En general son hierbas de ciclo de vida anual o bianual, como el trigo y la avena.

2.3 Casos de desarrollo de biocombustibles en el Mundo.

Un aspecto fundamental para impulsar la producción y el consumo de biocombustibles son las acciones que adopten los gobiernos en esa materia, es decir, las reglas del juego que se establezcan y el papel que asuma en la promoción de una actividad que en la mayoría de los países es relativamente nueva. Se destacan a continuación dos casos exitosos en el desarrollo de biocombustibles.

2.3.1 El caso de los Biocombustibles en Brasil.

Brasil ha sido uno de los primeros países en impulsar y establecer reglamentos nacionales en el sector de los biocombustibles y ha acumulado una considerable experiencia y conocimientos especializados en esta materia, particularmente en lo que se refiere al uso del etanol como combustible para el transporte.

La experiencia de Brasil en el uso del etanol como aditivo de la gasolina se remonta a la década del 1920, aunque no fue hasta 1931 que el combustible producido a partir del azúcar comenzó a mezclarse oficialmente con gasolina en ese país. En 1975, tras la primera crisis del petróleo, el Gobierno del Brasil puso en marcha el Programa Nacional sobre Etanol (ProAlcohol), creando así las condiciones para un desarrollo a gran escala de la industria azucarera y del etanol.

Este programa estaba encaminado a reducir las importaciones de energía y fomentar la independencia energética y sus principales objetivos consistían en introducir en el mercado una mezcla de gasolina y etanol anhidro⁷ y crear incentivos para el desarrollo de vehículos alimentados exclusivamente por etanol.

Tras la segunda crisis causada por el aumento de los precios del petróleo, en 1979, se puso en marcha un programa más ambicioso y amplio para promover el desarrollo de nuevas plantaciones de caña de azúcar y una flota de vehículos alimentados exclusivamente por etanol.

⁷ El etanol anhidro es aquel que contiene 0.01% de agua

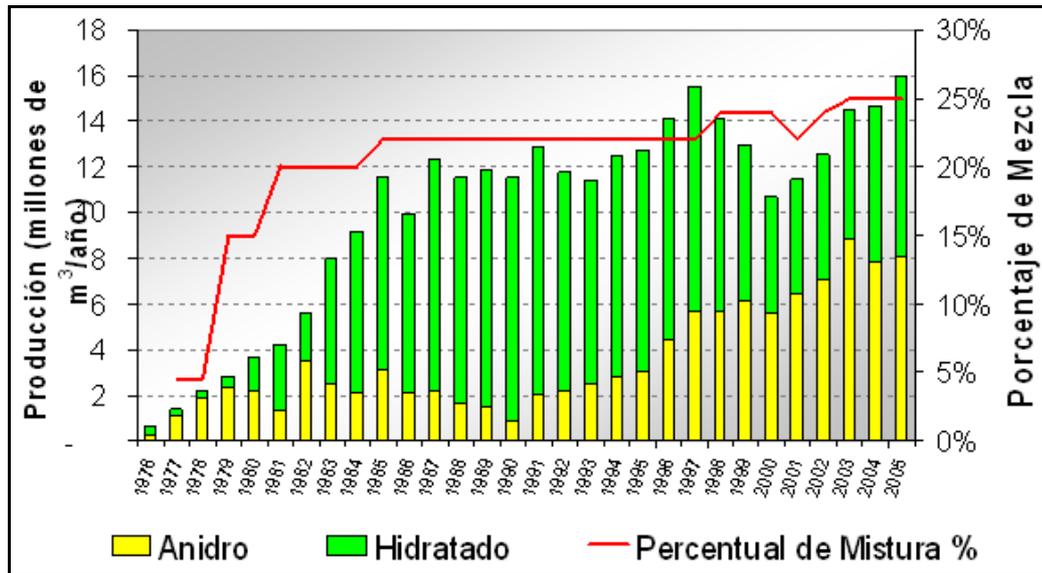
Se introdujeron una serie de incentivos fiscales y financieros, lo que provocó una fuerte respuesta y la producción de etanol aumentó rápidamente, al igual que el número de vehículos alimentados exclusivamente por este combustible.

En un principio se pensó en que los subsidios ofrecidos por el programa serían temporales, en la misma medida en que a largo plazo los altos precios del crudo redundarían en una mayor competitividad del etanol respecto de la gasolina. Sin embargo, tras la caída de los precios internacionales del petróleo en 1986, se volvió problemática la eliminación de los subsidios. Por otro lado, el aumento de los precios del azúcar provocó una escasez de etanol, y en 1989 en varios de los principales centros de consumo tuvieron déficits, lo que provocó una serie de problemas de abastecimiento y la credibilidad del programa.

El período de 1989 a 2000 se caracterizó por el desmantelamiento del conjunto de incentivos económicos que el Gobierno Brasileño ofrecía al programa de etanol, como parte de un proceso más amplio de desregulación que llegó a afectar la totalidad del sistema de suministro de combustible del Brasil. En 1990, el Instituto de Azúcar y Alcohol, que durante más de seis décadas había regulado la industria azucarera y del alcohol del Brasil dejó de ser un actor protagónico, con lo que la planificación y ejecución de la producción, la distribución y las ventas de la industria se fueron transfiriendo de manera gradual al sector privado (Poole, 2001)

Una vez eliminados los subsidios disminuyó drásticamente el uso del etanol como combustible. No obstante, la mezcla de etanol con gasolina se vio fomentada por el establecimiento en 1993 de un requisito obligatorio de mezcla en el que se especificaba que se debía añadir un 22% de etanol anhidro a toda la gasolina distribuida en las estaciones de servicio. La fase más reciente de la experiencia de Brasil en la esfera de la producción de etanol se inició en 2000 con la revitalización del etanol como combustible, y estuvo marcada por la liberalización de los precios en la industria en 2002 (Fernández, 2006)

Figura 11: Evolución de la Producción de Etanol en Brasil



Fuente: FAO, 2008

La dinámica de la industria del azúcar y el etanol empezó a depender mucho más de los mecanismos de mercado, particularmente en los mercados internacionales. Un factor importante del desarrollo del mercado interno en los últimos años ha sido la inversión de la industria automovilística en autos alimentados por biocombustibles a base de etanol y gasolina, también conocidos como autos de combustible flexible, capaces de funcionar con una mezcla de gasolina y etanol. (FAO, 2008)

En relación a la industria del biodiesel se puede señalar que está se encuentra aun en periodo de desarrollo. Las medidas adoptadas para el uso de biodiesel en Brasil son mucho más recientes. En la ley sobre biodiesel de 2005 se establecieron requisitos mínimos de mezcla del 2% y del 5% para 2008 y 2013, respectivamente. En respuesta a preocupaciones sobre la inclusión social y el desarrollo regional, se estableció en pequeñas explotaciones agrícolas familiares de las regiones norte y noreste del país un sistema de incentivos fiscales a la producción de materias primas para el biodiesel. (FAO, 2008)

2.3.2 El caso de los Biocombustibles en Estados Unidos

Los orígenes en el uso oficial de los biocombustibles en EE.UU. se remontan al año 1978 cuando se dictó la Ley del Impuesto sobre la Energía⁸, producto de la crisis provocada por los precios del petróleo en 1970. Esta situación representa el punto de partida para los incentivos financieros en la producción de biocombustibles en EE.UU.

Posteriormente, la Ley de Política Energética de 2005 amplió la bonificación fiscal para que se incluyera también el biodiesel y la prolongó hasta 2010. Según este decreto a los productores de biodiesel que utilizan materias primas agrícolas se les otorga una bonificación fiscal equivalente a 1 USD por galón⁹, mientras que a los que utilizan aceites usados reciben sólo 0,50 USD por galón.

Por otra parte, la Ley de Política Energética de 2005 también fijó objetivos cuantitativos para los biocombustibles. Por ejemplo, estableció las normas para biocombustibles que resolvían que en el año 2012 el volumen de venta de gasolina para motores en los Estados Unidos de América debía alcanzar los 7.500 millones de galones y que, a partir de ese año, debía mantenerse dicha cantidad.

Esta ley además asignó recursos financieros por más de 500 millones de dólares para financiar y fortalecer el denominado Programa de Biomasa. Los objetivos de este programa tienen que ver con el fomentar el uso de la biotecnología y otros métodos nuevos para generar biocombustibles obtenidos a partir de biomasa lignocelulósica y que sean competitivos en función de los costos con la gasolina y el diésel; aumentar la producción de bioproductos que reduzcan el uso de combustibles fósiles en las fábricas; y finalmente demostrar la aplicación comercial de las biorefinerías integradas que usan biomasa lignocelulósica para producir biocombustibles de transporte líquidos, sustancias químicas de alto valor, electricidad y calor (Biofuel Journal, 2008).

⁸ Esta Ley otorgaba una exención de impuestos sobre la venta de mezclas de bioetanol de un 100% del impuesto sobre la gasolina.

⁹ Un galón equivale a 3,785 litros

La Ley de Independencia y Seguridad Energética del año 2007 fijó objetivos más ambiciosos. En particular estipuló que en el año 2008, 9.000 millones de galones del total de combustibles deberían ser de origen renovable y que a partir de entonces debería producirse un incremento progresivo de dicha cantidad hasta llegar a los 36.000 millones de galones en 2022. De estos últimos, 21.000 millones deberán proceder de nuevos combustibles¹⁰ (desglosados en 16.000 millones de origen celulósico y los 5.000 millones restantes de origen no diferenciado).

Por último, el proyecto de ley agrícola de 2007, aprobado en el Congreso en mayo de 2008, redujo la bonificación fiscal para el etanol producido a partir de maíz de 51 a 45 centavos por galón e introdujo una bonificación fiscal de 1,01 USD por galón para el etanol producido a partir de material lignocelulósico. Con todos estos incentivos, EE.UU. ha logrado posicionarse a nivel mundial como el segundo productos de etanol en el mundo. (FAO, 2008)

Podemos apreciar claramente que el desarrollo de los biocombustibles en ambos países se ha dado de manera diferente, pero con objetivos similares. Es así como en Brasil además de desarrollar un mercado de biocombustibles, lo que se buscaban los incentivos realizados por el gobierno eran también fortalecer el desarrollo en las zonas rurales y aumentar la cantidad de empleos, pero también de buscar independencia energética frente a los combustibles fósiles. Por otro parte el desarrollo de los biocombustibles en EE.UU. ha estado centrado en dar incentivos para que el mercado se desarrolle vigorosamente, pero sin tener como objetivo de fondo el desarrollo de empleo, sino más bien, buscar la independencia gradual de los combustibles de origen fósil para aumentar los niveles de seguridad en el suministro de este país.

¹⁰ Actualmente en los Estados Unidos la producción de etanol a partir de maíz constituye la mayor parte de las producciones de biocombustibles con un volumen de producción de 30.000 millones de litros en 2007; el segundo lugar lo ocupan los biocombustibles derivados de la soja, cuya producción alcanzó los 2.000 millones de litros el mismo año. Además, se están dedicando considerables recursos financieros al desarrollo y la aplicación de tecnologías de producción de biocombustibles de segunda generación.

Capítulo III. Panorama actual de los biocombustibles en Chile

El desarrollo de los biocombustibles en Chile es más bien reciente. Podríamos decir que este proceso comienza formalmente el año 2006. En esa oportunidad, la Presidenta Michelle Bachelet Jeria anunció que se trabajaría en una política para biocombustibles como medida activa para avanzar en la implementación de alternativas a la dependencia energética de los combustibles fósiles y fortalecer de esta manera la seguridad energética del país.

“...Quiero aprovechar la invitación a participar en este seminario, en el cual tengo cifradas muchas esperanzas, para remarcar frente a ustedes la importancia que posee para Chile el hecho de avanzar en la búsqueda de soluciones relacionadas con la agroenergía y los biocombustibles en Chile...” “...La agroenergía y los biocombustibles constituyen un ámbito de la mayor relevancia, se trata de un tema país, donde debemos evitar caer en cálculos mezquinos y por el contrario, avanzar todos en una misma dirección...” “...Chile a resuelto definir una política en relación a los biocombustibles en particular, y hacia las energías renovables en general, con realismo y eficiencia...”¹¹

A partir de ese momento se comienzan con la elaboración de una serie de estudios orientados a establecer y definir los requerimientos que el país necesitaba para la introducción gradual de los biocombustibles. La primera tarea fue determinar las posibilidades del país para el desarrollo de biocombustibles de primera generación. Fue así como la Oficina de Políticas Agrarias (ODEPA) en conjunto con la Comisión Nacional de Energía, contrataron un estudio denominado “Evaluación del Potencial Productivo de Biocombustibles en Chile con Cultivos Agrícolas Tradicionales”¹². Los resultados de este primer estudio indicaron que el potencial para la producción de biocombustibles en Chile, no pasaba por la utilización como materia prima de los cultivos agrícolas tradicionales, ya que los terrenos disponibles para estos fines sin desplazar a otros cultivos agrícolas orientados al mercado alimentario son limitados. Esta situación además

¹¹ Palabras de su excelencia la Presidenta de la República de Chile, Sra. Michelle Bachelet Jeria , en la inauguración del Seminario Internacional “Agroenergía y Biocombustibles” en CEPAL, 27 de julio de 2006

¹² Estudio realizado por la Universidad Federico Santa María a fines del año 2006 y cuyo objetivo central era la recopilación y generación de antecedentes energéticos, económicos y logísticos que permitieran analizar el potencial de Chile para producir bioetanol y biodiesel a partir de cultivos agrícolas tradicionales.

iría en contra de la Política Agrícola de Chile, que busca transformar al país en una potencia alimentaria¹³.

La información entregada por este estudio, fue fundamental para definir las estrategias de desarrollo para los biocombustibles en Chile. A partir de esta información, se determinó que las posibilidades de nuestro país están en el desarrollo de los biocombustibles de segunda generación. Se determinó por lo tanto que los esfuerzos debían focalizarse en esa dirección, aprovechando las condiciones y tipo de recursos naturales renovables existentes a lo largo de nuestro territorio¹⁴.

Respecto a este punto es importante destacar que si bien hay importantes avances en el desarrollo de biocombustibles de segunda generación a nivel mundial, es necesario llevar acabo adaptaciones y optimizar procesos de producción en función de las características de nuestros recursos naturales¹⁵ y de las condiciones específicas de Chile.

En paralelo se realizaron otros estudios orientados principalmente para determinar si el marco legal existente era el adecuado para el desarrollo de los biocombustibles¹⁶ en nuestro país. Este estudio determinó que el marco legal existente se constituía en una barrera para el desarrollo de los biocombustibles dado que estos no estaban normados ni en origen ni en calidad, lo que no hacía posible su comercialización. A partir de este diagnóstico se presentó un proyecto de ley al Congreso con el objetivo de perfeccionar el marco normativo en esta materia a fin de facilitar el mercado y el desarrollo de los biocombustibles en nuestro país. Se promulga así el año 2008 el Decreto Supremo N°11/2008 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que define las especificaciones de calidad para biodiesel y bioetanol y autoriza las mezclas del 2% y

¹³ Según el estudio de la Universidad Técnica Federico Santa María, la producción máxima de etanol a partir de trigo sería de 104.894 m³, que no alcanzaría a satisfacer la demanda del 5% de sustitución en el primer año. Para el biodiesel a partir de raps la producción máxima sería de 396.514 m³ que podría satisfacer la sustitución del 5% de diesel hasta el año 2014.

¹⁴ El potencial de Chile está concentrado especialmente en material lignocelulósico y en algas, además de algunos cultivos exóticos como la *Jatropha* y la *Higuerilla* que no compiten con los alimentos.

¹⁵ Principalmente Material Lignocelulósico y Algas

¹⁶ Estudio Marco Normativo y de los Procedimientos que se debe cumplir en la cadena de producción-consumo de los biocombustibles, para el inicio y desarrollo de sus actividades dentro de la República de Chile, Barros y Errázuriz 2008.

5% con petróleo diesel y gasolina respectivamente. Por otra parte se desarrolló el estudio “Requerimientos de Infraestructura para el Suministro de Biocombustibles en la actual Red de Distribución de Combustibles Líquidos en el País”, cuyo objetivo fue determinar si la actual infraestructura existente para combustibles fósiles era adecuada para recibir también biocombustibles. Los resultados del estudio indicaron que si bien para Biodiesel no existían mayores inconvenientes, si los había para Bioetanol, principalmente en la etapa de almacenamiento y transporte.

Paralelo a lo anterior, se buscó fortalecer la institucionalidad en torno a los biocombustibles, creándose el año 2008 la Comisión Asesora Interministerial para los biocombustibles mediante Decreto Supremo N°128/2008 del Ministerio de Minería, cuyo objetivo es fortalecer la coordinación interministerial para el logro de los objetivos en el desarrollo de la cadena de valor de los biocombustibles en Chile.

En materia impositiva, el Ministerio de Hacienda y el Servicio de Impuestos Internos (SII), en la búsqueda de contribuir desde sus campos de acción al desarrollo de la industria de los biocombustibles implementaron como medida tributaria, la exención del impuesto que grava a los combustibles fósiles¹⁷. Con esta medida se buscó dar una ventaja competitiva frente al resto de los derivados del petróleo que si están gravados por impuestos.

En materia de investigación, desarrollo e innovación, varias son las iniciativas que se han llevado adelante y es la línea de acción más concreta y con la mayor cantidad de recursos involucrados. Se destacan el desarrollo de dos concursos para la formación de Consorcios Tecnológicos Empresariales de Investigación para la obtención de Biocombustibles a partir de Material Lignocelulósico¹⁸. Por otra parte se aprobaron otros fondos para el desarrollo de tres Consorcios Empresariales de Investigación para la obtención de Biocombustibles a partir de Micro y Macro algas. Así mismo, la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT) ha desarrollado una serie de programas temáticos específicos para el desarrollo de energías renovables, donde

¹⁷ Circular N°30/2007 del Servicio de Impuestos Interno

destaca el Primer Concurso de Bioenergía, el Programa de Pasantías en Energía en el Extranjero y los Cursos de Formación de Capacidades en el Ámbito Energético.

Cuadro 4: Resumen Consorcios Tecnológicos Empresariales.

Consortio		Tipo	Integrantes	Financiamiento
2010	ALGAEFUEL S.A.	Micro algas	E-CL (Edelnor), COPEC, Rentapack, Bioscan y U. Católica de Chile	19 MMUS Total proyectos 31 MMUS
	DESERT BIOENERGY S.A.	Micro algas	U. Antofagasta, U. de la Frontera, E-CL (Electroandina), Prodelmar Ltda, Molinera Gorbea Ltda y CICITEM	
	BAL BIOFUELS S.A.	Macro algas	BAL Chile, Bio Architecture Lab y U. de los Lagos	
2008	BIOCOMSA S.A.	Lignocelulosa	ENAP Refinerías, U de Chile y Consorcio Maderero	7 MMUS. Total proyectos 13 MMUS
	BIOENERCEL S.A.	Lignocelulosa	U de Concepción, U Católica de Valparaíso, Fundación Chile, CMPC Celulosa S.A. y Masisa S.A.	

Fuente: Elaboración propia con datos entregados por MINENERGIA

Actualmente se encuentran en desarrollo el estudio “Emisiones Atmosféricas del Parque Vehicular de la Región Metropolitana asociadas al Uso de Biocombustibles” que busca determinar los efectos ambientales por el uso de biocombustibles en el parque automotriz. Los resultados preliminares de este estudio han mostrado que si bien existen algunos componentes que disminuyen con las mezclas como es el caso del Material Particulado y el Monóxido de Carbono, en otros aumenta como es el caso de las Óxidos Nitrosos y aldehídos que son precursores de ozono troposférico (CENMA, 2010)

Cuadro 5: Emisiones Atmosféricas por el Uso de Biocombustibles en el Transporte

Emisiones reguladas	E5	E10	B5	B20
MP10	-	-	-3,1%	-20%
CO	-7%	-22,3%	-3,2%	-9%
Nox	21,2%	5,6%	0,5%	4%
HC	-8,4%	-12,0%	-5,4%	-15%

Especies de HC	E5	E10	B5	B20
Benceno	-	-16,7%	0,2%	0,8%
1,3 Butadieno	-	-7,3%	-0,1%	-0,3%
Formaldehido	-	31%	-0,8%	-3,4%
Acetaldehido	-	174%	-0,8%	-3,2%

Fuente: Estudio Emisiones Atmosféricas del Parque Vehicular de la Región Metropolitana asociadas al uso de Biocombustibles. CENMA, 2010

En el año 2009, la Comisión Nacional de Energía inició una serie de coordinaciones con otras políticas públicas sectoriales existentes, con el objetivo de utilizar sus marcos normativos y potenciar así el desarrollo de los biocombustibles. Destacan en este sentido el programa “Grandes Territorios, Nuevas Oportunidades” del Ministerio de Bienes Nacionales para utilizar terrenos fiscales con la finalidad de investigar y producir materias primas para el desarrollo de biocombustibles y la renovación y modificación del DFL N° 701/74 Ley de Fomento Forestal del Ministerio de Agricultura para fomentar el desarrollo de plantaciones dendroenergéticas¹⁹ como base para la obtención de biomasa lignocelulósica para el desarrollo de diferentes biocombustibles.

¹⁹ Plantaciones con especies forestales de rápido crecimiento (entre 2 a 3 años promedio) y rotación corta. Estas plantaciones buscan generar en un breve plazo de tiempo gran cantidad de biomasa forestal.

Capítulo IV. Presentación de resultados entrevistas y análisis

Para indagar respecto al nivel de desarrollo de los biocombustibles en Chile y saber cuál es la opinión de los principales actores en esta materia, se realizaron una serie de entrevistas pre-estructuradas que permitió recabar importantes opiniones y recomendaciones respecto al desarrollo de los biocombustibles en nuestro país.

A continuación se presentan los resultados de la investigación que permiten profundizar en el análisis respecto al desarrollo de los biocombustibles en Chile.

4.1 Dimensión Política

Respecto a la Dimensión Política, se buscó abordar la opinión de los entrevistados en relación a diferentes elementos que en su conjunto son importantes de considerar para el buen desarrollo de los biocombustibles.

El primero de ellos tiene que ver con la necesidad que el país cuente con una Política de Biocombustibles. En este sentido a la afirmación **“Chile debería contar con una Políticas de Biocombustibles”**, la mayor parte de los entrevistados expresaron estar muy de acuerdo respecto a que nuestro país debiera contar con una Política de Biocombustibles. Así mismo, ninguno de los entrevistados respondió que no era necesario que Chile contase con una Política de Biocombustibles, lo que demuestra la importancia que le entregan los actores del mercado a esta herramienta de desarrollo.

En relación a la afirmación **“En Chile existe “apoyo político” para el desarrollo de los biocombustibles”**, las respuestas tendieron al equilibrio en términos de que la mitad de los entrevistados, respondió que estaban de acuerdo o muy de acuerdo. Sin embargo, la otra mitad de los entrevistados respondió la alternativa indiferente y en desacuerdo. Esto muestra una tendencia relativa en términos de que efectivamente parte de los actores vislumbra ciertas acciones que los hacen “pensar” en que existe cierto “apoyo político” para abordar este tema. Por otra parte el resto de los actores principalmente del sector privado no ven directrices políticas claras en esta línea y por lo tanto tienden a señalar su desacuerdo con la afirmación.

Respecto a la coordinación de las acciones que se lleva adelante en materia de biocombustibles y la coherencia con otras políticas públicas, se les preguntó a los entrevistados si estaban de acuerdo con la afirmación **“las acciones que desarrolla el Ministerio de Energía en materia de biocombustibles tienen coordinación con otras políticas públicas sectoriales como agricultura, transporte o ciencia y tecnología”**. Las respuestas recibidas en relación a esta afirmación señalan que la mitad de los entrevistados creen que existe coordinación con otras políticas públicas, sin embargo, la otra mitad de los entrevistados señalan que esta situación no se da y que más bien cada Ministerio formula e implementa sus políticas públicas sin considerar al resto. Estas opiniones divergentes quedan de manifiesto en las opiniones dadas por algunos encuestados.

“...en mi opinión la principal dificultad en la implementación de una política pública de consumo de biocombustibles esta asociada con la coordinación con los organismos medioambientales y las organizaciones ligadas a la economía agraria...” (Consultor, Área Petrolera).

Respecto a las acciones que el Ministerio de Energía realiza en esta materia se consultó a los entrevistados acerca de su opinión sobre si **“las acciones que desarrolla el Ministerio de Energía en materia de biocombustibles, tienen impacto positivo en su desarrollo”**. Al respecto, los entrevistados respondieron en su gran mayoría que las acciones realizadas si tienen un impacto positivo en el desarrollo de los biocombustibles, argumentando que se ve cierto movimiento sobre todo a nivel de investigación y desarrollo. Una menor proporción de los entrevistados indicaron que era más bien indiferente. En este aspecto es importante destacar tal como lo han señalado profesionales del Ministerio de Energía, que las acciones que se han emprendido en esta materia, apuntan principalmente al desarrollo e investigación de biocombustibles de segunda o tercera generación y que su horizonte de desarrollo comercial no estaría disponible antes de 10 años.

En esta misma línea, algunos entrevistados señalan que falta proactividad por parte de las instituciones involucradas en el desarrollo de los biocombustibles y que falta mayor dinamismo para que esto finalmente ocurra.

“...falta mayor agresividad del Gobierno y aceptar un mayor costo en el presente a fin de activar la industria...” (Gerente, Empresa Distribuidora de Combustibles).

4.2 Dimensión Institucional

En cuanto a la dimensión institucional, se buscó recabar antecedentes relativos a si el actual diseño institucional contribuye y es apropiado para permitir el desarrollo de los biocombustibles en Chile. Es importante señalar que actualmente quien lidera el desarrollo de este tema es la División de Energías Renovables No Convencionales del Ministerio de Energía.

Al respecto se consultó a los entrevistados en primer lugar su opinión sobre si **“Chile tiene una institucionalidad apropiada para el desarrollo de los biocombustibles”**. Las respuestas en su mayoría apuntaron a señalar que sí existe una institucionalidad adecuada y distinguen al Ministerio de Energía y/o a la Comisión Nacional de Energía como la entidad responsable del tema. Sólo en algunos casos las respuestas indicaron no estar de acuerdo con esta afirmación, argumentado que no se ve claramente o que algunos actores del mercado no ven una institucionalidad definida.

Esto se complementa con la siguiente afirmación planteada a los entrevistados sobre si **“Existe en Chile una institución fácilmente identificable que lidera el desarrollo de los biocombustibles”**. Al respecto los entrevistados indicaron en una leve mayoría que existía una institución fácilmente identificable argumentando que era el Ministerio de Energía. Sin embargo, menos de la mitad de los encuestados indicó que esto se diluía y aparecían también otras instituciones como el Ministerio de Agricultura o de Medioambiente como actores importantes en el tema lo que finalmente se traducía en que no era posible identificar un actor líder en la materia.

En relación a la coordinación que debería existir entre las instituciones con competencias en el tema y duplicidad de tareas, se consultó a los stakeholders sobre si estaban de acuerdo con las afirmaciones **“las instituciones encargadas del desarrollo de los biocombustibles se encuentran coordinadas entre si”** y si **“existe duplicidad en las tareas entre las diferentes**

instituciones para lograr el desarrollo de los biocombustibles”. Las respuestas recibidas apuntan a señalar que dentro de los entrevistados existe divergencia por cuanto la mitad de ellos estima que las instituciones se encuentran bien coordinadas entre si, pero la otra mitad opina lo contrario. Sobre los argumentos esgrimidos por los entrevistados sobre este punto podemos destacar aspectos como, mejorar las coordinaciones existentes, y que el Ministerio de Energía asuma un rol más protagónico liderando y poniendo el tema en la agenda de los demás Ministerios.

“...todavía no se alcanza una coordinación interinstitucional con un liderazgo claro para posicionar este tema en la sociedad. Existen las instituciones potencialmente competentes como para ello, pero ha faltado la voluntad política para hacerlo...” (Profesional, Ministerio de Agricultura).

Respecto a la duplicidad de tareas es posible señalar que las respuestas fueron también divididas en relación a que menos de la mitad de las respuestas estaba orientadas a señalar que existe duplicidad de las tareas que se desarrollan en este ámbito y el resto de los entrevistados se mostró indiferente y en desacuerdo respecto a esta afirmación, argumentando principalmente que pudieran existir alguna duplicidades en algunas líneas de trabajo como el área de investigación y desarrollo, pero que en general se veía una coherencia respecto al trabajo que cada institución aportaba para el desarrollo de los biocombustibles.

“...Existen proyecto de investigación aplicada, que abordan las mismas temáticas (por ejemplo, en los Consorcios BIOENERCEL y BIOCOTSA, se abordan cultivos energéticos). Sería posible coordinar los esfuerzos de investigación mediante consensos entre los académicos que desarrollan estos temas, para evitar la competencia, estimular las sinergias y el trabajo entre distintas instituciones académicas...” (Investigador, Universidad de Chile)

4.3 Dimensión Normativa

La siguiente dimensión buscó indagar respecto a si el marco regulatorio actual que es aplicable a los combustibles tradicionales y biocombustibles, es el adecuado para el desarrollo de este sector. Para esto se preguntó a los entrevistados acerca de si **“Chile cuenta con un marco regulatorio adecuado para el desarrollo de los biocombustibles”** Las respuestas a esta pregunta fueron divididas ya que un poco más de la mitad de los entrevistados dijo estar de acuerdo con esta afirmación y el resto de mostró en desacuerdo, argumentado principalmente que si bien existe una normativa que regula el uso de biocombustibles en Chile, esta no ha sido capaz de incentivar su desarrollo.

Así mismo, varios de los entrevistados argumentaron que si bien existen un marco normativo que da la posibilidad en Chile de producir, distribuir, comercializar biocombustibles y utilizarlos en mezclas con combustibles fósiles, estos requieren una mejora y adecuación para incentivar su uso, como por ejemplo aumentar las mezclas de etanol con gasolina hasta un 10%²⁰ y/o apuntar a una obligatoriedad en el uso de biocombustibles.

“...Existe un marco regulatorio claro, sin embargo, el actual uso optativo de biocombustibles impiden su comercialización a escala país y tampoco se han introducido tecnologías como los automóviles Flex Fuel...” (Gerente, Empresa Distribuidora de Combustibles)

Respecto a la afirmación acerca de si **“existen barreras normativas que dificulten el desarrollo de los biocombustibles”**, la mayoría de los entrevistados respondió estar muy de acuerdo y de acuerdo con esta afirmación y sólo un pequeño grupo de entrevistados se manifestó indiferente o en desacuerdo. A juicio de los entrevistados, estas barreras normativas tienen que ver con que por ejemplo la actual ley que permite el uso de biocombustibles es demasiado específica, lo que implica no poder cumplir con los requerimientos de calidad de los combustibles actualmente normados.

²⁰ En Chile actualmente el D.S. 11/2008 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, permite mezclas de biocombustibles con combustibles fósiles en 2% y 5% y sólo de forma voluntaria.

Esto se complementa con las opiniones realizadas por los entrevistados respecto a si **“es necesario fortalecer el marco regulatorio actual que afecta a los biocombustibles”** donde la mayoría de los encuestados respondió estar muy de acuerdo o de acuerdo con esta afirmación.

“...hay varios ámbitos que requieren revisión y mejora como las especificaciones de los biocombustibles muy estrictas, los bajos porcentajes de mezcla que no hacen atractiva la importación, o la poca definición de incentivos al uso de biocombustibles en el transporte público, ya que si bien el precio sería mayor, presenta beneficios importantes por el lado de reducción de emisiones, mejorar la imagen y diversificar la matriz...” (Profesional, Ministerio de Energía).

4.4 Dimensión Técnica

En cuanto a la dimensión técnica, se buscó recoger la opinión de los actores en relación a diferentes elementos que influyen en la incorporación de los biocombustibles en la matriz energética del transporte.

Se preguntó a los entrevistados respecto a si **“el país cuenta con la infraestructura adecuada para el desarrollo de los biocombustibles”**. Al respecto la gran mayoría respondió estar en desacuerdo con esta opinión, y esto se ve reflejado además el estudio realizado por Pares y Álvarez, sobre “Requerimientos de Infraestructura para Biocombustibles” realizado para la Comisión Nacional de Energía el año 2007, donde se señala que Chile, no cuenta con la infraestructura adecuada para los biocombustibles²¹ y que se requieren importantes inversiones en las diferentes etapas de la cadena de valor.

Respecto a si **“el país cuenta con un nivel tecnológico adecuado para el desarrollo de los biocombustibles”**, la mayoría de los entrevistados se manifestaron como indiferentes. El

21 Requerimientos de Infraestructura para el Suministro de Biocombustibles en la actual Red de Distribución de Combustibles Líquidos en el País. Abril 2007. Pares & Álvarez Ingenieros Asociados.

resto de los entrevistados, dividieron sus respuesta en de acuerdo y desacuerdo, lo que finalmente implicaría que se están desarrollando esfuerzos en esta línea de trabajo.

Un aspecto relevante que fue preguntado a los stakeholders tuvo que ver con que si **“el país cuenta con los recursos naturales importantes para el desarrollo de biocombustibles de segunda y tercera generación (lignocelulosa y algas)”**. Al respecto la totalidad de los entrevistados se manifestaron muy de acuerdo y de acuerdo con esta afirmación. Esto implica que existe conciencia y conocimiento de que las oportunidades de nuestro país para el desarrollo de biocombustibles van por este camino y que los esfuerzos que se están realizando en investigación y desarrollo, así lo confirman.

Como complemento a esta afirmación se consultó a los entrevistados respecto a si **“el país cuenta con un buen diagnóstico respecto a su potencial de recursos naturales para el desarrollo de biocombustibles”**, donde la gran mayoría se manifestó de acuerdo con esta afirmación. Es importante destacar respecto a este punto que si bien existen diagnósticos preliminares sobre la cantidad de recurso naturales presentes en el país, estos deben ser actualizados y profundizados para lograr una mayor certeza respecto al potencial existente.

Otro aspecto donde se produjo consenso entre los entrevistados fue respecto a si **“los biocombustibles contribuyen a la diversificación de la matriz energética”**. En este sentido todos los entrevistados se manifestaron muy de acuerdo o de acuerdo con esta afirmación lo que demuestra la importancia que le dan los stakeholders a estos productos frente a los combustibles tradicionales. Cabe recordar que Chile depende en un 100% de los combustibles fósiles para uso vehicular, por lo que el contar con una producción nacional de productos sustitutos como son los biocombustibles, favorece la independencia energética y diversificación de la matriz y es así como lo consideran los entrevistados.

En la misma línea, los entrevistados se manifestaron en su totalidad muy de acuerdo y de acuerdo en relación a que los biocombustibles son ambientalmente favorables para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Según estadísticas entregadas por Centro de Investigaciones Energéticas y Medio Ambientales de España (CIEMAT) el biodiesel por ejemplo es capaz de reducir entre un 25% y 80% la cantidad de emisiones de CO₂ producida

por los combustibles derivados del petróleo. Esto tiene importantes aplicaciones a nivel industrial sobre todo en la industria minera, donde el uso de biocombustibles colabora a generar mejores condiciones ambientales dentro de los túneles de las faenas mineras.

Por último se quiso indagar sobre si **“el país cuenta con instrumentos de fomento y líneas de crédito para propiciar el desarrollo de los biocombustibles”**. Al respecto, al menos de la mitad de los entrevistados se manifestó de acuerdo con esta afirmación. El resto de los entrevistados se manifestó indiferente y en desacuerdo. Respecto a este punto es importante señalar que existe también un desconocimiento por parte de algunos actores del mercado sobre instrumentos de fomento y líneas de crédito para propiciar el desarrollo de los biocombustibles, como se ve reflejado en la opinión del siguiente entrevistado.

“...Deben existir pero la verdad no conozco ninguno, deberían hacer mas difusión de los instrumentos existentes...” (Gerente, Empresa Distribuidora de Combustibles).

Cabe señalar que si existen algunos instrumentos de fomento como son los Consorcios Empresariales de Investigación en Biocombustibles, donde se han destinado recursos del Estado por más de 26 millones de dólares para su ejecución, o los concursos regulares de FONDEF donde cada año se presentan varios investigadores con diferentes líneas de desarrollo para biocombustibles. Esto se ve reflejado también en las opiniones de los encuestados respecto a si **“existe en Chile fomento a la Investigación, desarrollo e innovación en materia de biocombustibles”**, donde la gran mayoría de los entrevistados respondió estar de acuerdo con esta afirmación, pero señalando que siempre podrían crearse nuevos instrumentos de fomento o perfeccionamiento de los ya existentes.

4.5 Resumen de Barreras identificadas para el desarrollo de biocombustibles en Chile

A partir de la revisión bibliográfica y de las entrevistas pre-estructuradas fue posible identificar una serie de barreras tanto técnicas, normativas y económicas que afectan el desarrollo de esta industria. A continuación se describen las principales barreras identificadas.

Barreras Técnicas

- Baja disponibilidad de materias primas agrícolas para producción nacional de biocombustibles debido a que existen dos importantes restricciones relacionadas con la superficie cultivable y el costo de producción nacional. Chile es un importador neto de granos debido a que el costo de producción nacional es más alto que en otros países como Estados Unidos o Argentina. Por otra parte si uno considerará el total de superficie cultivable con Raps y Maravilla en Chile, y la destinará exclusivamente para biodiesel, sólo abastecería el 5% de la demanda el año 2010.
- Falta de Infraestructura apropiada a nivel nacional para la recepción, almacenamiento y distribución de biocombustibles. Esto afecta más al Etanol que al Biodiesel.
- Resistencia de la Industria petrolera chilena al cambio que significa introducir biocombustibles en su negocio. Esta barrera es más crítica para el caso del Etanol porque Chile es un país excedentario en producción de Gasolina. Al reemplazar una fracción de Gasolina por Etanol, se genera una mayor sobreoferta de Gasolina. Además se necesita de un “combustible base” para la mezcla que requiere de cambios importantes a nivel de refinería.
- Falta de Recursos Humanos capacitados con conocimiento técnico específico en la producción y manejo de biocombustibles, tanto a nivel de la industria como a nivel de investigación.

Barreras Legales

- Rigidez del actual marco normativo para biocombustibles lo que limita su desarrollo. Las especificaciones de combustibles actualmente vigentes en Chile son difíciles de cumplir

cuando se realizan mezclas con biocombustibles (por ejemplo presión de vapor en el caso de la mezcla etanol – gasolina)

- Cumplimiento voluntario de las mezclas de combustibles tradicionales con biocombustibles. Esta condición no fomenta el desarrollo de los biocombustibles ya que genera una “demanda forzada” aunque sea mínima para ir sentando las bases de un desarrollo gradual de esta industria.
- Falta de especificaciones para biocombustibles de segunda generación. Actualmente Chile sólo se encuentran normados los biocombustibles de primera generación principalmente provenientes de cultivos agrícolas. Si bien en lo inmediato no constituye una barrera, de desarrollarse este tipo de biocombustibles en el mediano plazo, se deberá avanzar en normar sus especificaciones.

Barreras Económicas

- Alto precio de las materias primas para la producción de biocombustibles de primera generación. Ya sea a partir de su producción a nivel nacional como considerando importar el grano de los principales mercados internacionales los valores no hacen rentable este negocio en Chile. Una Biorefinería en base a maíz, requiere de un precio de grano de US\$250 por tonelada, cuando el costo de producción en Chile es de US\$450 y de importación de US\$350 por tonelada.
- Infraestructura requerida para descarga, almacenamiento, y transporte de biocombustibles con altos costos de inversión. Como indica el estudio de Parez y Álvarez, si se considerará realizar mezclas en las estaciones de servicio, habrá que invertir más de 77 mil millones de dólares.
- Si bien, la exención tributaria al pago del impuesto específico a los combustibles resulta ser positivo para el caso del etanol que logra ser competitivo con la gasolina, sin embargo, no se cumple para el caso del biodiesel que sigue teniendo un costo mayor que el diesel.

CONCLUSIONES

Chile cuenta con limitadas posibilidades de producción de biocombustibles de primera generación, es decir aquellos que provienen de materias primas agrícolas, sin embargo, existen ventajas comparativas para el desarrollo de biocombustibles de segunda generación. Dado este potencial, nuestro país debe seguir invirtiendo en materia de investigación y desarrollo, destinando mayor cantidad de recursos para lograr dar respuesta a las interrogantes que aun plantea el uso de esta tecnología y que permita escalar este tipo de desarrollo a nivel comercial, así como también en la formación de profesionales capacitados para abordar los desafíos que esto plantea.

El desarrollo de los biocombustibles en Chile, requiere de un marco de acción claro y con metas específicas. Una política para el desarrollo de los biocombustibles que incorpore líneas de acción orientadas al levantamiento de las barreras detectadas y con presupuesto destinado para llevar adelante estas tareas. Debe ser una política que incorpore las bases esenciales del desarrollo energético de Chile como lo son la búsqueda de independencia energética, la seguridad en el suministro y la sustentabilidad ambiental y enfocada en la eliminación de barreras en la dimensión normativa, técnica, económica e institucional.

Desde el punto de vista de las emisiones de gases efecto invernadero, los biocombustibles contribuyen a mejorar la “huella de carbono” de nuestros productos. Incorporando mezclas de biocombustibles al transporte logramos que parte de nuestra cadena productiva sea más limpia lo que se traduce en que nuestros productos pueden competir de mejor manera en los mercados internacionales.

En relación al marco normativo y especificaciones técnicas que regulan el uso de los biocombustibles en Chile, es necesario que se realice una revisión de los parámetros que se consideran para cada componente normado de los biocombustibles y para las especificaciones que deben cumplir las gasolinas en el mercado chileno (Ej. Presión de Vapor), esto para permitir que los biocombustibles se incorporen en la matriz energética del transporte. Así mismo se debe avanzar en normar los biocombustibles de segunda generación y evaluar la posibilidad de hacer obligatorio su uso de manera gradual. Esta

obligatoriedad, permitiría crear una demanda forzada como lo han realizado aquellos países que cuentan con biocombustibles en su matriz energética.

CUADROS

Cuadro 1 Stakeholders identificados por nivel.....	9
Cuadro 2 Dimensiones del Cuestionario	10
Cuadro 3 Resumen etapas de desarrollo metodológico	10
Cuadro 4 Resumen Consorcios Tecnológicos Empresariales	33
Cuadro 5 Emisiones Atmosféricas por el uso de biocombustibles.....	34

FIGURAS

Figura 1 Evolución del Consumo Primario de Energía en Chile.....	12
Figura 2 Distribución del consumo final de energía en 2009	13
Figura3 Evolución del consumo final de energía 1990-2009	13
Figura 4 Consumo primario nacional 2009 (por fuente energética).....	14
Figura 5 Importación de crudo 2010 (por país de origen)	15
Figura 6 Evolución de los precios derivados del petróleo 200-2010	16
Figura 7 Comparación crecimiento del PIB/Consumo de Gasolina en Chile.....	17
Figura 8 Emisiones de dióxido de carbono por tipo de combustible fósil	18
Figura 9 Etapas de desarrollo de los biocombustibles	20
Figura 10 Producción de biocombustibles por países 2009	23
Figura 11 Evolución de la producción de Etanol en Brasil.....	27

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almada, Miguel. “Análisis de la producción de materias primas para la elaboración de etanol y biodiesel, y de estos biocombustibles, presente y esperada hasta 2020, en países potencialmente proveedores de Chile” FAO, 2006

Barros y Errázuriz. “Estudio del Marco normativo y de los procedimientos que se deben cumplir en la cadena de producción – consumo de los biocombustibles, para el inicio y desarrollo de sus actividades dentro de la Republica de Chile, 2007

Calos Zegers. Determinación de los precios de paridad de biocombustibles. Informe encargado por el Ministerio de Energía. Noviembre 2010.

Centro Nacional del Medioambiente - CENMA. Emisiones Atmosféricas del Parque Vehicular de la Región Metropolitana asociadas al uso de Biocombustibles. Estudio encargado por el Ministerio de Energía. Octubre de 2010.

CEPAL, Seminario Internacional de Alto Nivel: Visión Estratégica de las Energías Sostenibles en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, 25 y 26 de junio de 2007

CNE (2008), “Política energética: nuevos lineamientos. Transformando la crisis energética en una oportunidad”, Santiago de Chile, Comisión Nacional de Energía.

CONAMA, 2006. Aplicación de Análisis de Ciclo de Vida para evaluar impactos ambientales de biocombustibles en Chile.

DOE (U.S. Department of Energy) Annual Energy Outlook 2011, dec. 2010

Fernández, Marcela. 2006. Informe de Consultaría para FAO: “Análisis comparativo de Políticas y Legislaciones Referentes a Bioenergía”, documento de trabajo.

Hepp, Josefina & Vildósola, Alejandra “Producción de biomasa para biocombustibles líquidos: el potencial de América Latina y el Caribe”, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), noviembre. Serie Desarrollo Productivo, 181. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.07.II.G.136. 2007.

IICA, Argentina. “Perspectivas de los Biocombustibles en la Argentina y en Brasil”. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2006

Maggi, Claudio “Innovación para el fomento de las energías renovables en Chile: Consorcios tecnológico-empresariales para el desarrollo de los biocombustibles de segunda generación”, Seminario Internacional de Biocombustibles de Algas, Antofagasta (Chile) 2009.

ODEPA, Ministerio de Agricultura, “Contribución de la Política Agraria al desarrollo de los Biocombustibles en Chile”, 2007.

OLADE, “Análisis de la legislación sobre biocombustibles en América Latina” 2007.

Reijnders, Lucas. “Biofuels for Road Transport” Green Energy and Technology. Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics (IBED) Faculty of Science, University of Amsterdam.

Pares & Álvarez Ingenieros Asociados. Requerimientos de Infraestructura para el Suministro de Biocombustibles en la actual Red de Distribución de Combustibles Líquidos en el País. Abril 2007.

Rossi A. Carlos, “La finalización de la Era del Petróleo” 2009. Nova Science Publishers. 229 pages.

STRATEGOS, Estudio “Producción, logística y comercialización de biocombustibles en el país”. Estudio encargado por el Ministerio de Energía Enero, 2010.

Universidad Técnica Federico Santa María, 2006. Departamento de Industrias, Centro Avanzado de Gestión, Innovación y Tecnología para la Agricultura. (CATA). “Evaluación socioeconómica y balance energético de la cadena productiva desde la producción de materia prima hasta la elaboración de biodiesel y bioetanol en Chile, a partir de los cultivos agrícolas tradicionales”

ANEXO 1

ENTREVISTA PRE ESTRUCTURADA

Entrevista Pre Estructurada para Estudio de Caso

BIOCOMBUSTIBLES: ANALISIS SOBRE SU APORTE A LA MATRIZ ENERGÉTICA DE CHILE

En el marco del Estudio de Caso para la obtención del título de Magíster en Gestión y Políticas Públicas de la Universidad de Chile se presenta a continuación un conjunto de preguntas tendientes a indagar respecto a su opinión en cuanto al desarrollo de los Biocombustibles en Chile.

Para responder asigne una X en el recuadro que usted considere más adecuado según su opinión.

Al final de cada Dimensión existe un espacio en el cual se le solicita realizar algún comentario respecto a las afirmaciones hechas en el presente cuestionario.

Por último la información proporcionada será manejada con absoluta confidencialidad.

#	Dimensión Política	Muy de Acuerdo	De Acuerdo	Indiferente	En Desacuerdo	Muy en Desacuerdo
1	Chile debiera contar con una Política Pública de Biocombustibles					
2	En Chile existe "Apoyo Político" para el desarrollo de los Biocombustibles					
3	Las acciones que se desarrolla el Ministerio de Energía en materia de Biocombustibles tienen impacto positivo en su desarrollo					
4	Las acciones que desarrolla el Ministerio de Energía en materia de Biocombustibles tienen coordinación con otras Políticas Públicas Sectoriales (Ej: Energía, Agricultura, Ciencia y Tecnología, etc.)					
5	Existe voluntad política para impulsar una política de biocombustibles					
6	Comentarios					
#	Dimensión Institucional	Muy de acuerdo	De Acuerdo	Indiferente	En Desacuerdo	Muy en desacuerdo
1	Chile tiene una institucionalidad apropiada para el desarrollo de los Biocombustibles					

2	Existe en Chile una institución fácilmente identificable que lidera el desarrollo de los Biocombustibles					
3	Las instituciones encargadas del desarrollo de los Biocombustibles se encuentran coordinadas entre si					
4	Existe duplicidad en las tareas entre las diferentes instituciones para lograr el desarrollo de los Biocombustibles					
5	Comentarios					
#	Dimensión Normativa	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En Desacuerdo	Muy en desacuerdo
1	Chile cuenta con un marco normativo adecuado para el desarrollo de los Biocombustibles					
2	Existen barreras normativas que dificultan el desarrollo de los Biocombustibles					
3	Es necesario fortalecer el marco regulatorio actual que afecta a los Biocombustibles					
4	Comentarios					
#	Dimensión Técnica	Muy de acuerdo	De Acuerdo	Indiferente	En Desacuerdo	Muy en desacuerdo
1	El país cuenta con la infraestructura adecuada para el desarrollo de los Biocombustibles					
2	El país cuenta con un nivel tecnológico adecuado para el desarrollo de los Biocombustibles					
3	El país cuenta con las capacidades de recursos humanos suficientes para el desarrollo de los Biocombustibles					
4	El país cuenta con recursos naturales importantes para el desarrollo de Biocombustibles de Segunda y Tercera					

	Generación (linocelulosa y algas)					
5	Los Biocombustibles contribuyen a la diversificación de la Matriz Energética					
6	El país cuenta con un buen diagnostico respecto a su potencial de recursos naturales para el desarrollo de Biocombustibles					
6	Los Biocombustibles son ambientalmente favorables para disminuir las emisiones de gases efecto invernadero					
7	El país cuenta con instrumentos de fomento y líneas de crédito para propiciar el desarrollo de los Biocombustibles					
8	Existe en Chile fomento a la I+D+i en materia de Biocombustibles					
9	Comentarios					