



COLCIENCIAS
C O L O M B I A

Instituto Colombiano para el Desarrollo
de la Ciencia y la Tecnología 'Francisco
José de Caldas'

**Dirección
General**

**Subdirección
Programas de
Innovación y
Desarrollo
Empresarial**

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN BIOCOMBUSTIBLES (PLAN BIOCOM)

**POLÍTICA NACIONAL DE FOMENTO
A LA INVESTIGACIÓN Y LA
INNOVACIÓN:
“COLOMBIA CONSTRUYE Y
SIEMBRA FUTURO”**

Bogotá, D.C., diciembre de 2008

PROGRAMA DE INVESTIGACION, DESARROLLO E INNOVACION EN BIOCOMBUSTIBLES (PLAN BICOM)

1. OBJETIVO GENERAL

Promover en Colombia el avance científico, tecnológico y la innovación en biocombustibles, como fuentes de energía renovables para el desarrollo sostenible y su posicionamiento como sector de talla mundial.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- i) Desarrollar un sistema de investigación y desarrollo tecnológico para el sector de los biocombustibles.
- ii) Desarrollar un sistema de transferencia tecnológica para el sector de los biocombustibles, tomando en consideración conceptos de mejores tecnologías disponibles (Best Available Technologies - BAT) y de mejores prácticas ambientales (Best Environmental Practices – BEP);
- iii) Desarrollar un sistema de Propiedad Intelectual para los desarrollos realizados en el sector de biocombustibles
- iv) Implementar un sistema de laboratorios de calidad acreditado para el sector de los biocombustibles y desarrollar mecanismos de formación del recurso humano para el sector de biocombustibles
- v) Crear un fondo de capital para apoyo a la investigación en biocombustibles
- vi) Consolidar centros, grupos y redes de investigación para el sector de los biocombustibles
- vii) Consolidar una comunidad de consultores en el área de biocombustibles.

3. INTRODUCCION

El desarrollo en Ciencia Tecnología e Innovación para el sector de los Biocombustibles en Colombia se estructurará con base en los objetivos y áreas programáticas definidas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2006 - 2010 “Estado Comunitario: Desarrollo para Todos” en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) ¹, el cual está fundamentado en el Plan Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación 2007 – 2019, formulado por COLCIENCIAS y el Departamento Nacional de Planeación. ²

Estas áreas son acordes con la misión definida para el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI): “Producir, difundir y usar el conocimiento para contribuir a la transformación productiva y social del país a fin de garantizar un mayor nivel de competitividad y desarrollo humano sostenible.” ³

Con base en el diagnóstico del sector de biocombustibles y con los objetivos de política pública, se recomienda en el Documento Conpes 3510 “Lineamientos de Política para Promover la Producción Sostenible de Biocombustibles en Colombia” implementar estrategias orientadas a generar las condiciones necesarias para el mejoramiento de la eficiencia productiva de la agroindustria de los biocombustibles, de manera económica, social y ambientalmente sostenible ⁴. Se debe promover en primera instancia que las acciones gubernamentales estén orientadas a la consolidación del mercado doméstico y a generar los incentivos apropiados para que

la industria local se prepare para competir en el mercado internacional, una de estas acciones es consolidar el sistema nacional de investigación en el área.

Con base en lo anterior, el Conpes 3510 recomienda a COLCIENCIAS estructurar un plan integral de innovación, desarrollo tecnológico e investigación (I+D+I) en biocombustibles que involucre el desarrollo de las siguientes acciones: i) desarrollar un sistema de transferencia tecnológica para el sector de los biocombustibles, tomando en consideración conceptos de mejores tecnologías disponibles (Best Available Technologies - BAT) y de mejores prácticas ambientales (Best Environmental Practices – BEP); ii) desarrollar un sistema de Propiedad Intelectual para los desarrollos realizados en el sector de biocombustibles; iii) implementar un sistema de laboratorios de calidad acreditado para el sector de los biocombustibles; iv) desarrollar mecanismos de formación del recurso humano para el sector de biocombustibles; v) crear un fondo de capital para apoyo a la investigación en biocombustibles; vi) consolidar centros, grupos y redes de investigación para el sector de los biocombustibles; y vii) consolidar una comunidad de consultores en el área de biocombustibles.”⁴

Desde este marco, COLCIENCIAS estructurará el Plan de Investigación, Desarrollo e Innovación en Biocombustibles, como fuentes renovables de energía que contribuyen con la sostenibilidad ambiental, económica y social de la Nación. Es claro que sólo por la vía de creación de conocimiento, Colombia podrá reforzar la cadena de la producción de biocombustibles y ser líder mundial en el sector.

Esta creación de conocimiento no puede obedecer a un direccionamiento único y es por esta razón que COLCIENCIAS promueve la vinculación de los diferentes actores públicos, privados y académicos, quienes tienen ingerencia en la cadena de producción de los biocombustibles, en la definición de todos los aspectos que puedan impulsar en Colombia la investigación, el desarrollo científico y tecnológico y la innovación de este sector. Adicionalmente, COLCIENCIAS articula alrededor de este Plan de Investigación a los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología en: Energía y Minería; Ciencia y Tecnología Agropecuaria; Biotecnología; Ciencias del medio Ambiente; Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad; y Ciencias Básicas.

3.1 Normatividad

Adicionalmente a los objetivos descritos relacionados con el Plan Nacional de Desarrollo, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y el documento CONPES 3510, existe en Colombia un marco normativo extenso que apoya el desarrollo y apropiación del uso de biocombustibles. Algunas de estas normas se enumeran a continuación.

3.1.1 Ley 693 de 2001 (19 de septiembre): La cual establece normas sobre el uso de alcoholes carburantes, crea estímulos para su producción, comercialización y consumo. Además establece la obligatoriedad de componentes oxigenados para su uso en los combustibles en ciudades de más de 500.000 habitantes. Esta ley define un plazo de 5 años para implementar la norma de manera progresiva.

3.1.2 Ley 788 de 2002: Reforma tributaria donde se introducen las exenciones de IVA, Impuesto Global y Sobretasa al componente de alcohol de los combustibles oxigenados.

3.1.3 Resolución 0447 de 2003 (14 de abril) del Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Minas: Regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas y en motores de combustión interna.

Además establece requisitos de calidad para etanol anhidro, gasolinas para ciudades de menos de 500.000 habitantes, gasolinas oxigenadas con etanol anhidro para ciudades de más de 500.000 habitantes, diesel corriente y extra. Según esta Resolución la proporción de agua en el alcohol anhidro no debe superar el 0.4%.

3.1.4 Resolución 180687 de 2003 (17 de Junio) del Ministerio de Minas y Energía:

La cual expide la regulación técnica prevista en la Ley 693 de 2001 en relación con la producción, acopio, distribución y puntos de mezcla de los alcoholes carburantes. Además establece que el porcentaje de etanol a utilizar en la mezcla con gasolina básica será del 10%.

3.1.5 Ley 939 de 2004: La cual estimula la producción y comercialización de biocombustibles de origen vegetal o animal para uso en Motores diesel y se dictan otras disposiciones.

3.1.6 Resolución 1289 de 2005 (7 de septiembre): Determina los criterios de calidad de los biocombustibles para su uso en motores diesel y establece el 1 de enero de 2008 como fecha de inicio de la mezcla del 5% de biodiesel con el ACPM.

3.1.7 Decreto 2629 de 2007 (10 de julio): Amplia la mezcla obligatoria de biocombustibles en 10% a partir del año 2010 y para vehículos nuevos 20% a partir de 2012.

4. ANTECEDENTES

Actualmente, Colombia cuenta con 21,5 millones de hectáreas dedicadas a la ganadería extensiva con cargas inferiores a media cabeza de ganado por hectárea y en las cuales pueden sembrarse materias primas para biocombustibles. Esto se puede lograr sin comprometer la seguridad alimentaria de los colombianos y con la posibilidad de generación de empleo cercana a 250 mil nuevos empleos por cada millón de hectáreas así aprovechadas⁵. Se evidencia de esta manera que el país tiene una gran oportunidad gracias a la disponibilidad de tierras para producción agrícola que permitirán ampliar la capacidad industrial en biocombustibles y participar en el mercado mundial en un 3 – 5 % tanto en etanol como en biodiesel⁶. Para esto será necesaria una política que promueva la producción de biocombustibles enfocada en mejorar la eficiencia productiva, de tal forma que dicha producción pueda entrar a competir con el mercado externo.

La producción de biocombustibles en el país comenzó a escala industrial desde 2005, con el montaje de cinco destilerías de alcohol carburante en el Valle geográfico del río Cauca con una producción de 1.050.000 litros de etanol/día a partir de caña de azúcar. Esta producción cubre, según el Ministerio de Minas y Energía, cerca del 68% del mercado interno para mezclas E10⁴.

En el caso del biodiesel, el desarrollo se ha dado de forma pausada y, a octubre de 2008, se cuenta con una planta de producción ubicada en el departamento del Cesar, que produce 50.000 toneladas/año de biodiesel a partir de aceite palma. Esta producción hasta ahora cubre la parte norte del país en mezcla B5. Adicionalmente, existe una planta en Santa Marta que se encuentra en estado de prueba.

Existen proyectos de inversión para el establecimiento de nuevas plantas productoras de biocombustibles, que tienen como objetivo cubrir las proyecciones del programa de mezclas del Ministerio de Minas de E20 y B20 para el año 2012. En producción de etanol, se tiene una meta de producción de 4,7 millones de litros por día a 2010 y de 15,4 millones a 2020, de los cuales 10 millones de litros estarían disponibles para

exportación si se mantiene la meta de mezcla de 20% de etanol. En lo referente a las proyecciones de biodiesel, se tienen metas de producción de 830.000 toneladas/año a 2010 y 2,8 millones de toneladas/año a 2020 ⁶.

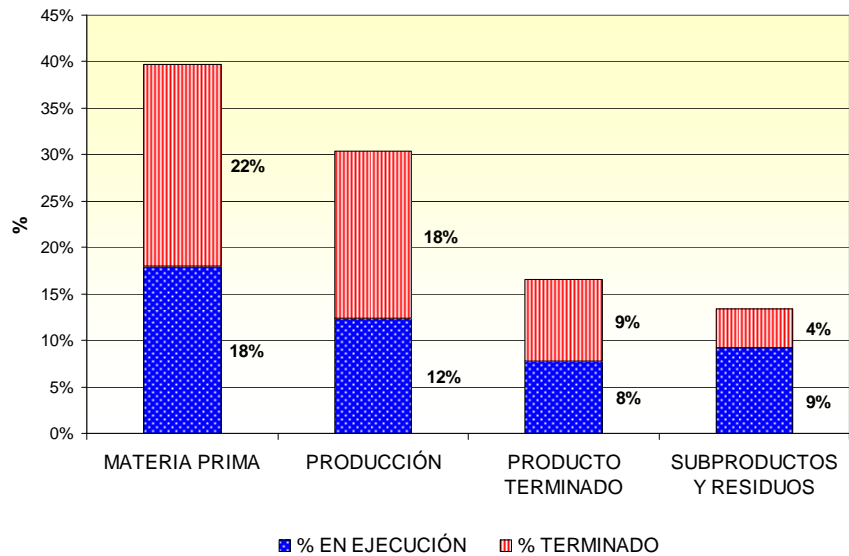
Con miras a participar en el mercado mundial, aumentar la productividad y disminuir los costos a lo largo de la cadena productiva de los biocombustibles, varios centros de investigación y universidades se encuentran formulando proyectos de investigación y desarrollo enfocados en la mejora de materias primas existentes y el establecimiento de nuevas fuentes de biomasa; el aumento de rendimiento en procesos productivos; pruebas de motor; estudios de emisiones producidas por uso de biocombustibles, y aprovechamiento de residuos y subproductos, con el objetivo de disminuir el impacto ambiental de los mismos ⁷. Así mismo, se están enfocando gran parte de los estudios a procesos de obtención de biocombustibles de segunda generación como una alternativa prometedora para los próximos 10 años, puesto que contribuyen a la disminución de la contaminación del medio ambiente y no parten de materia primas de uso alimentario ¹⁰.

En el entorno internacional, actualmente la producción mundial de etanol es del orden de 150 millones de litros/día, incluyendo 60 millones/día de Brasil y 75 millones/día de USA. En el caso del biodiesel, la producción mundial es de aproximadamente 14 millones de toneladas/día, siendo los principales productores Alemania, Francia, Estados Unidos, Australia e Italia ⁷.

5. DIAGNOSTICO DE I+D+I EN BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA

El estudio de creación de la línea base del programa de investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) de biocombustibles en Colombia, contratado con Corpodib en 2008, realizó la recopilación de los proyectos de investigación que se han desarrollado en el área de biocombustibles en Colombia, gracias a la información suministrada por los diferentes centros de investigación, empresas y universidades del país ⁷.

Las diferentes entidades que participaron en esta recopilación reportaron, a abril de 2008, un total de 194 proyectos de investigación, entre terminados y en ejecución, enfocados en la mejora y optimización de procesos de obtención de biocombustibles, así como en la disminución de costos de producción. En la figura 1 se presenta la distribución de los proyectos por área de investigación.

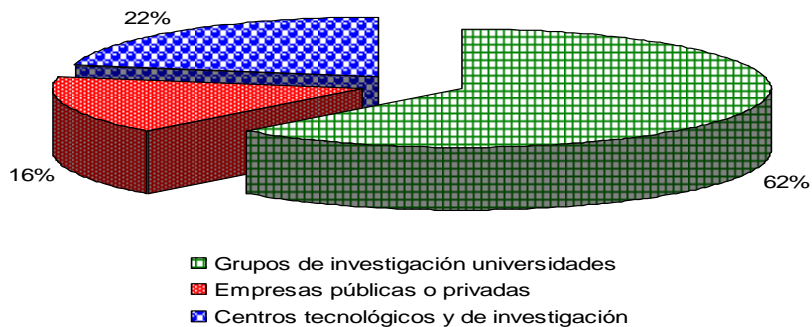


Fuente: CORPODIB, 2008

Figura 1. Distribución Proyectos en Biocombustibles por Área de Investigación.

Los recursos utilizados para llevar a cabo estas investigaciones provienen en su mayoría de capital propio y de inversión de empresas privadas pertenecientes al gremio y entidades gubernamentales.

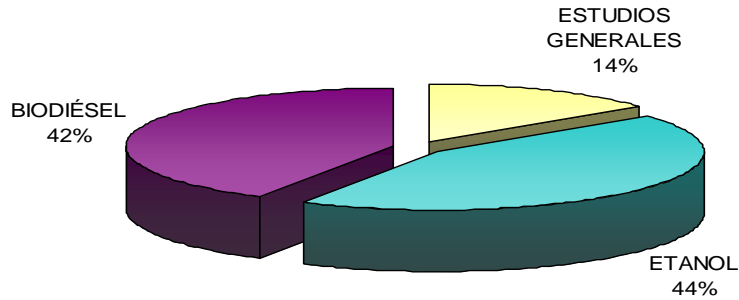
La participación de grupos de investigación, de diferentes entidades, en la realización de los proyectos se distribuye como se presenta en la figura 2.



Fuente: CORPODIB, 2008

Figura 2. Distribución de Entidades Participantes en Proyectos de Investigación de Biocombustibles en Colombia.

La mayoría de los estudios realizados en biocombustibles en Colombia se encuentran focalizados en productos específicos, como son el etanol y el biodiesel, teniendo en cuenta que son los más usados y desarrollados a nivel mundial. Otros proyectos, se encuentran dirigidos a estudios generales del presente y el futuro de los biocombustibles, así como a estudios de mercado y factibilidad del uso de los mismos (Figura 3).

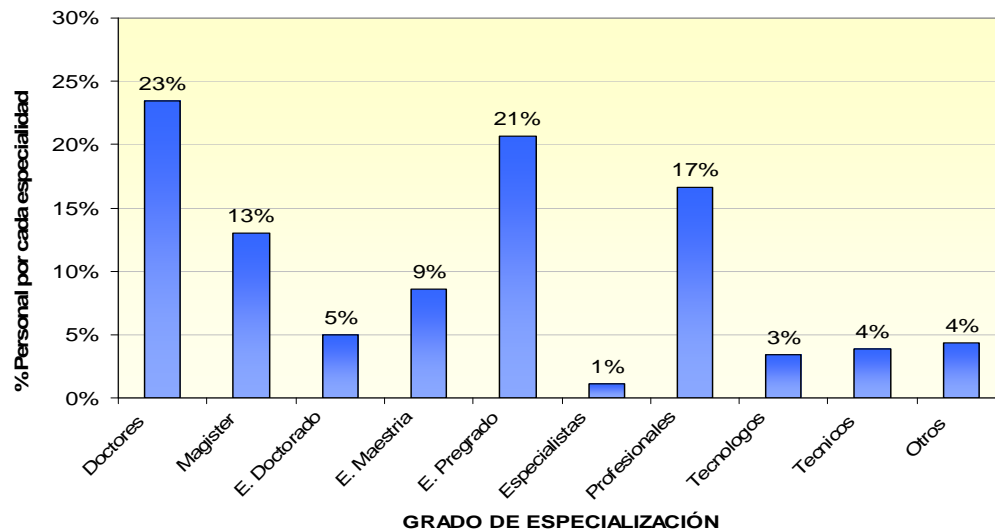


Fuente: CORPODIB, 2008

FIGURA 3. Distribución de las Investigaciones de Biocombustibles en Colombia.

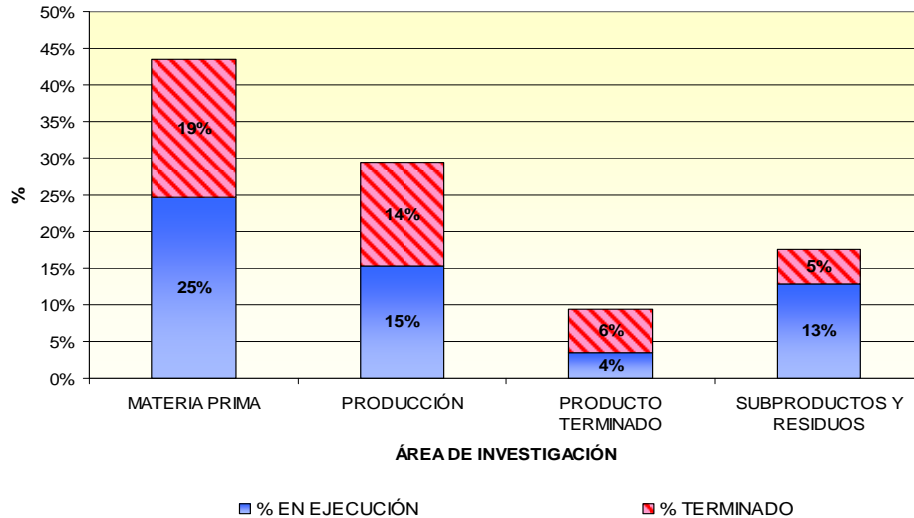
En la ejecución de los proyectos participa un total de 644 investigadores con diversos grados de especialización (figura 4) mostrando una amplia distribución, y teniendo en cuenta que algunos de ellos participan en varios proyectos a la vez.

Las investigaciones realizadas acerca del etanol en las diferentes áreas de su cadena de producción constituyen un 44% (85 proyectos) del total de investigaciones en biocombustibles realizadas en el país. Dentro de las etapas del proceso productivo de etanol, la materia prima presenta la mayor cantidad de investigaciones con un 44%; seguida por la producción (29%); subproductos y residuos (18%); y estudios realizados respecto al producto terminado (9%), como se presenta en la figura 5. Estas investigaciones han sido realizadas por 279 investigadores especializados en el tema de los biocombustibles, de diferentes universidades, centros de investigación, y empresas privadas o públicas.



Fuente: CORPODIB, 2008

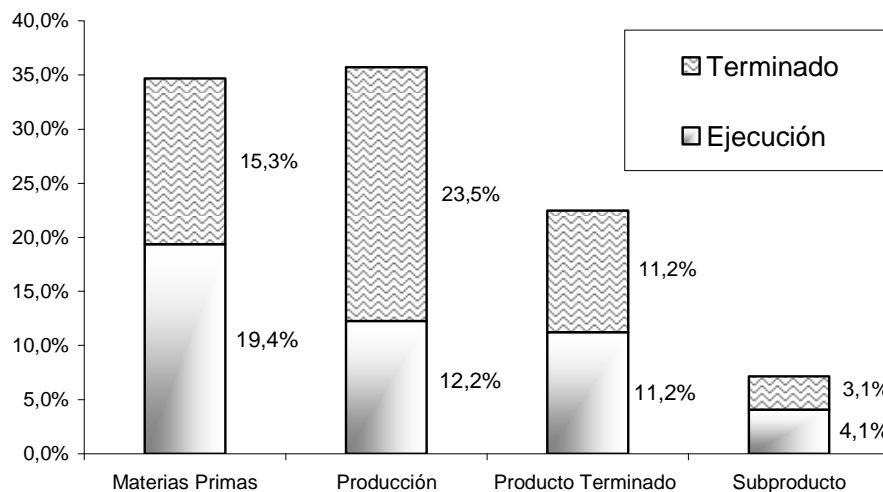
Figura 4. Grado de Especialización, Personal Involucrado en Proyectos de Investigación en Biocombustibles.



Fuente: CORPODIB, 2008

FIGURA 5. Estado de Proyectos de Alcohol Carburante en Colombia.

El 42% de las investigaciones dirigidas a los biocombustibles van enfocadas al biodiesel. La figura 6 nos muestra la distribución de estas investigaciones en las diversas áreas, como: materias primas; producción; producto terminado; y subproductos. Los proyectos de investigación del biodiesel están dirigidos principalmente a la producción y a las materias primas, necesarias para la obtención de dicho biocombustible, en un 34.7% y 35.7%, respectivamente.



Fuente: CORPODIB, 2008

FIGURA 6. Distribución de las Investigaciones de biodiesel en Colombia para cada Área.

6. AREAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACIÓN EN BIOCOMBUSTIBLES EN COLOMBIA

COLCIENCIAS reconoce que, con el objeto de promover la independencia energética del país, la Nación necesita un portafolio diverso que aumente sustancialmente la oferta eléctrica, de gas y de combustibles para el transporte. COLCIENCIAS revisará periódicamente todas las actividades en investigación, desarrollo e innovación en el país, dentro de un marco estratégico que tenga en cuenta los avances científicos y tecnológicos a nivel internacional, y las necesidades del país en materia energética.

Consciente de la necesidad de establecer un portafolio energético diverso, el cual debe originarse en las capacidades tecnológicas y de desarrollo actuales y su expansión a través de la innovación y la creación de conocimiento, COLCIENCIAS ha organizado y participado en una serie de actividades académicas en las cuales se ha promovido la participación de diferentes actores de la cadena de los biocombustibles en Colombia. Como resultado de estas reuniones, se han estructurado unas líneas de acción a partir de las cuales se proyecta el desarrollo futuro de la investigación en Colombia. El objetivo principal de este desarrollo siendo fortalecer la cadena de los biocombustibles en Colombia como un sector de talla mundial, no solo en la producción, sino también en la generación de conocimiento y desarrollo tecnológico.

El resultado de estas interacciones se ha comparado con el entorno internacional con el propósito de posicionar el sector de biocombustibles colombiano competitivamente en el mercado global. Esto se logrará gracias a aquellos avances biotecnológicos que apoyen la reducción de costos dentro de los procesos de transformación, en combinación con esfuerzos de los gobiernos en asuntos de políticas de apoyo a la comercialización que aseguren la penetración del mercado frente a la competencia proveniente del de combustibles fósiles^{9, 10}. Tomando en consideración todos estos factores, para el caso de apoyo a la investigación e innovación en Colombia, se han identificado tres componentes principales de la cadena de producción de los biocombustibles que son: 1) la producción agroindustrial; 2) la transformación de materias primas a biocombustibles y, 3) la optimización del uso final de los productos y subproductos. Las principales áreas de investigación que pueden ser analizadas en estas etapas son:

PRODUCCION AGROINDUSTRIAL

- Proyección del conocimiento actual sobre caña de azúcar y palma de aceite para adaptar la producción a las diferentes regiones potenciales de cultivo en Colombia.
- Estudiar los aspectos asociados con la producción agrícola de nuevas materias primas con alto potencial en Colombia para la obtención industrial de biocombustibles.
- Desarrollo y fortalecimiento de bancos de germoplasma para las diferentes especies a emplear en producción de biocombustibles.
- Desarrollo de cultivos de rotación en la producción de biocombustibles.
- Utilización de desechos agroindustriales para la obtención de biocombustibles.
- Desarrollo de cultivos de algas y microalgas a partir de cepas nativas.
- Identificación y desarrollo de sistemas microbiológicos para la producción de biocombustibles.
- Aplicación de proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).
- Desarrollo de proyectos de genómica y bioinformática para el análisis y mejoramiento de cultivos existentes y promisorios para producción de biocombustibles.

Se plantea realizar investigaciones basadas en la evaluación del desempeño de las especies que más favorezcan al país en la producción de biocombustibles. Igualmente, se deben realizar estudios de suelos, manejo de agua, y condiciones de cultivo de las materias primas para poder implementar tecnologías a nivel industrial que sean limpias, sostenibles y competitivas. En este contexto, se debe tener en cuenta estructurar programas de manejo agronómico sostenible, incluyendo el manejo integrado de plagas y enfermedades.

TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA PARA OBTENCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

- Optimización de procesos productivos de primera, segunda, tercera y cuarta generación con miras al incremento de productividad y disminución de impactos ambientales. Algunos ejemplos son los procesos fermentativos para la obtención de alcohol, la degradación lignocelulósica, los subproductos de la glicerina y las vinazas y las alternativas de obtener productos de mayor valor agregado de estas.
- Desarrollo de procesos de segunda generación para la producción de biocombustibles como procesos enzimáticos para producción de etanol, procesos de BTL (del inglés *biomass to liquid*) para producción de biodiesel, gasificación y Fisher-Tropsch, entre otros.
- Desarrollo de sistemas para la obtención de resinas alquílicas a partir de glicerina.
- Desarrollo de transesterificación in situ para producción de biodiesel.
- Producción de biobutanol a partir de materias primas colombianas.
- Diseño de biorrefinerías para generación de compuestos orgánicos y biocarburantes a partir de materias primas colombianas.
- Producción de biodiesel a partir de algas y microalgas.
- Producción de hidrógeno utilizando bacterias como bioreactores.
- Desarrollo de sistemas microbiológicos de producción de biocombustibles utilizando emisiones de dióxido de carbono.
- Desarrollo de aplicaciones de análisis y modelos computacionales para apoyar el avance rápido de la I+D+I en biocombustibles.

Se propone la implementación de proyectos de transformación y nuevas tecnologías con miras a la implementación a escala semi-industrial e industrial. De igual forma, es importante conocer y mejorar los procesos de transformación de las materias primas actuales con el fin de aprovechar al máximo las inversiones hechas en tecnología en el país. Así mismo, se debe dar mayor importancia al manejo de efluentes y obtención de subproductos de valor agregado en la cadena de biocombustibles.

USO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

- Desarrollo de la infraestructura biotecnológica para apoyar el aprovechamiento de subproductos de la producción de biocombustibles.
- Estudio de mezclas de bioetanol y biodiesel como combustible.
- Desarrollar los protocolos de operación y actualización tecnológica de la flota automotor colombiana para mezclas superiores a E10 y B5.
- Adaptación de los vehículos para el uso de 100 % etanol carburante o 100% biodiesel.
- Estudio de los aspectos relacionados con la purificación del biogás obtenido de la biomasa.

Se plantea al país el desarrollo de capacidades tecnológicas que permitan el máximo aprovechamiento de las materias primas utilizadas en la cadena de producción de

biocombustibles. Desde este punto de vista, el apoyo a las aplicaciones derivadas de la industria oleoquímica a través de herramientas innovadoras a partir de la biotecnología moderna, podrán ser impulsadas a través de proyectos de investigación financiados a través de capitales emprendedores. Similarmente, se plantea el apoyo por parte de las universidades a las necesidades de adaptación de los vehículos nacionales para que sean compatibles con las nuevas fuentes de energía a partir de biocombustibles.

7. AREAS TRANSVERSALES

Con el fin de cumplir con las metas propuestas a nivel nacional y prepararnos para impulsar los biocombustibles como sector de talla mundial a nivel internacionalmente competitivo, es importante involucrar a todos los actores y sectores que de una u otra forma contribuyen al desarrollo del sector en Colombia y promover la realización de convenios universidad–empresa que permitan un trabajo conjunto entre investigadores y empresarios, con el fin de diseñar soluciones innovadoras a las problemáticas reales que enfrenta el sector.

El gobierno servirá de garante para que la innovación sea la base del desarrollo científico y tecnológico a través de programas de estímulo a las universidades y centros de investigación. La transferencia tecnológica y los programas de comercialización y propiedad intelectual deben ser impulsados en todos los centros académicos e investigativos del país. El trabajo coordinado entre el gobierno, las empresas y gremios y las instituciones académicas debe terminar en la estructuración de un Sistema Nacional de Transferencia Tecnológica que articule la comercialización de los avances en I+D+I con las necesidades del sector productivo.

COLCIENCIAS continuará impulsando las actividades de formación de recurso humano, a través de becas de estudios en instituciones de educación avanzada nacionales y extranjeras, financiación de proyectos de investigación, programas de movilidad científica y todas aquellas actividades de capacitación e internacionalización que se identifiquen como prioritarias para el apoyo al sector de biocombustibles.

Igualmente prioritario es el aspecto ambiental, en donde se debe hacer un minucioso seguimiento de emisiones atmosféricas, tratamiento de aguas y manejo de tierras cultivadas. La tecnología que se desarrolle debe buscar enmarcarse en las normas internacionales de minimización de emisiones de dióxido de carbono y otros gases invernadero.

Otras áreas transversales de análisis identificadas son la equidad social, competitividad y sostenibilidad en la obtención de los biocombustibles. Estudiar los impactos sociales, incluyendo la generación de empleo, seguridad alimentaria, y el acceso a infraestructura de servicios. Asegurar la protección, uso y conservación de la biodiversidad a través de los proyectos sobre biocombustibles en el país. Es fundamental para el desarrollo resolver aspectos de orden social (conflicto armado) en áreas de potencial uso en la producción de materias primas para la obtención de biocombustibles.

8. PLAN DE ACTIVIDADES

COLCIENCIAS en su plan estratégico “Colombia construye y siembra futuro” ha establecido la necesidad de determinar prioridades de tal manera que se concentre el flujo de inversiones en investigación e innovación que sea social y localmente

pertinente e internacionalmente competitiva. Con base en éste, el Plan de Investigación, Desarrollo e Innovación en Biocombustibles, ha priorizado algunas actividades con el fin de dinamizar aquellas acciones que tendrán gran impacto para el sector, las cuales se enumeran a continuación:

8.1 Convenio de Cooperación Técnica con el Banco Interamericano de Desarrollo

Se estructuró un convenio de Cooperación Técnica de financiación no reembolsable, con el Fondo Coreano de Alianza para el Conocimiento en Tecnología e Innovación administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Programa Especial del BID sobre Energía Sostenible y Cambio Climático con un aporte de US\$ 830.000 y un aporte del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas”- COLCIENCIAS por US\$350.000.

El objeto básico del convenio es promover el nuevo desarrollo tecnológico y la transferencia de tecnología en el área de biocombustibles, a partir del diseño de un Fondo de Investigación, Desarrollo e Innovación para Biocombustibles (FIDIB).

Este convenio tiene como metas:

1. Identificar los ámbitos más importantes de investigación e innovación en la cadena de producción de biocombustibles para promover la ulterior expansión e inversión en el sector.
2. Diseñar y poner en práctica proyectos piloto para la promoción de asociaciones estratégicas entre universidades, industrias e instituciones financieras en el desarrollo de líneas de trabajo e investigación sobre innovación en materia de biocombustibles
3. Promover la transferencia de tecnología y el fortalecimiento de capacidades dentro de la cadena de producción de biocombustibles.

Duración: 3 años

Valor Convenio: US\$1.180.000

8.2 Proyectos de investigación prioritarios para el sector

Con base en el análisis de los sectores prioritarios de investigación, se propone emprender acciones inmediatas de financiación de proyectos de investigación en cuatro temas de investigación que se enmarcan en las áreas descritas en la sección 6 de este documento. Estas acciones se enmarcan en las estrategias de apoyo a la investigación e innovación en el sector, a bienes de capital y tecnología, y en la transferencia tecnológica y de conocimiento.

Se propone para la ejecución de estos proyectos, realizar una convocatoria en la cual deberán participar en consorcio con centros de investigación y universidades con grupos de investigación con trayectoria en el área, en alianza con gremios o empresas del sector de los biocombustibles.

Proyecto 1

Área: SECTOR AGROINDUSTRIAL – MATERIAS PRIMAS-

Tema: Estudiar los aspectos asociados con la producción agrícola de nuevas materias primas potenciales en Colombia para la obtención de biocombustibles.

Subtema: Materias primas lignocelulósicas para biocombustibles de segunda generación.

Duración: 3 años

Valor Convenio: \$2.000.000.000

Desarrollo de un proyecto de investigación para la evaluación, adaptación y mejoramiento de especies de materia prima lignocelulósica con alto potencial para la producción de biocombustibles de segunda generación. El proyecto debe producir la definición de protocolos de siembra y manejo de cultivos, al igual que estrategias de mejoramiento de productividad.

Proyecto 2

Área: TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA PARA OBTENCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

Tema: Desarrollar procesos de segunda, tercera y cuarta generación para la producción de biocombustibles.

Subtema: Procesos enzimáticos para producción de etanol, procesos de BTL (del inglés *Biomass-to-liquid*) para producción de biodiesel, gasificación y Fisher-Tropsch, uso de microalgas, entre otros.

Duración: 3 años

Valor Convenio: \$2.000.000.000

Promover la investigación, el diseño, la evaluación y la transferencia de tecnologías para la producción de biocombustibles de segunda, tercera y cuarta generación con reducido impacto ambiental, altos índices de productividad y minimización de subproductos o estrategias para el aprovechamiento de estos con alto valor agregado.

Proyecto 3

Área: TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA PARA OBTENCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

Tema: Optimización de procesos productivos de primera y segunda generación con miras al incremento de productividad y disminución de impactos ambientales.

Subtema: Optimización y valoración de los subproductos de la glicerina y las vinazas.

Duración: 2 años

Valor Convenio: \$2.000.000.000

Desarrollar investigación e innovación tecnológica que resulte en la disminución de volúmenes de subproductos en la producción de biocombustibles y/o a la generación de valor agregado en estos, con miras al menor impacto al medio ambiente y al incremento productivo del sector de los biocombustibles.

Proyecto 4

Área: USO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

Tema: Adaptación de los vehículos para el uso de 100 % de etanol carburante o 100% de biodiesel.

Duración: 2 años

Valor Convenio: \$1.500.000.000

Desarrollar la investigación e innovación tecnológica que conlleve a la utilización de mezclas altas de biocombustibles en los vehículos que operan en Colombia.

En el anexo 1 se presenta la Matriz de Investigación, Desarrollo e Innovación en Biocombustibles que incorpora de manera global los principales aspectos a financiar en la cadena de los biocombustibles. En esta matriz se incorporan como estrategias para el desarrollo del Plan BIOCOCOM: 1) la formación de recurso humano; 2) el desarrollo de bienes de capital y tecnología; 3) la transferencia tecnológica y de conocimiento; 4) la protección de la propiedad intelectual; y 5) el apoyo a la creación de ofertas de capital de riesgo. Las estrategias desarrolladas en esta matriz deben ser

aplicadas en las áreas de investigación presentadas en la sección 6 de este documento. La apropiación de propiedad intelectual y la transferencia tecnológica deben ser aplicadas a los diferentes productos que se deriven de las estrategias propuestas.

Anexo 1. Matriz de Investigación, Desarrollo e Innovación en Biocombustibles

Política	Líneas de Acción	Estrategias	Meta e Indicador	Presupuesto	Mecanismos e instrumentos
	Agroenergía: biocombustibles, biomasa y biogas. Desarrollo de la cadena de producción de la agroenergía en Colombia (agrícola, transformación y usos) con base en el aprovechamiento de los recursos adaptables a cada región y la integración de procesos y cadenas de valor.	Recurso Humano Formación de recurso humano a nivel profesional y de posgrado para el fortalecimiento de la cadena agroenergética en áreas como ciencias básicas e ingenierías.	Formación de 40 Doctores en 5 años Formación de 40 magíster en 5 años	o \$ 15.984 millones para formación doctoral: 24 internacionales y 16 en Colombia o \$ 7.200 millones para formación de Master en Colombia	o Convocatorias de apoyo a la comunidad científica Nacional de COLCIENCIAS
		Bienes de capital y tecnología Promover el desarrollo de bienes de capital locales para el sector y la integración de nuevas tecnologías, a través de la investigación y la innovación tecnológica. (anexo 2)	Financiación de 34 programas de investigación a financiar en los próximos 6 años	\$153.700 millones a invertir en 6 años	o Líneas de financiación en innovación y desarrollo tecnológico de COLCIENCIAS. o Incentivos fiscales por el apoyo a proyectos de Ciencia y Tecnología en Colombia. o Aplicación de fondos no reembolsables para proyectos estratégicos. o Alianzas y convenios con actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.
		Transferencia tecnológica y de conocimiento Promover la transferencia de conocimientos y tecnologías que permitan reducir las brechas de la información en el sector, mediante la promoción de eventos de difusión y divulgación, la financiación de suscripciones y publicaciones, la promoción de	Financiación de 2 eventos de difusión y divulgación anuales (5 años) Formación de 60 consultores en 3 años en sistemas agroindustriales, y en nuevas tecnologías y prácticas de	\$ 300 millones (\$30 millones por evento) \$ 240 millones (\$4 millones cada uno)	o Alianzas y convenios con actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. o Aplicación de fondos no reembolsables para proyectos estratégicos. o Alianzas y convenios con actores del

		asistencia técnica y la transferencia de innovaciones y nuevas tecnologías en el área, el fortalecimiento e interacción con redes de conocimiento e innovación en agroenergía locales e internacionales, fortalecimiento de los laboratorios de pruebas básicas y técnicas en el sector.	transformación de biocombustibles.		Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.
			Financiar 5 investigadores pasantes en industria para proyectos de asistencia técnica para la puesta en marcha de nuevas metodologías de producción en el sector industrial.	\$550 millones	<ul style="list-style-type: none"> ○ Líneas de financiación en innovación y desarrollo tecnológico de COLCIENCIAS.
			Financiación de 10 programas de interacción con redes y grupos de investigación en el área a nivel internacional	\$500 millones	<ul style="list-style-type: none"> ○ Financiación de misiones tecnológicas. ○ Apoyo a redes de conocimiento e innovación en agroenergía.
			Apoyo para la acreditación de pruebas técnicas de laboratorio para el sector	\$2500 millones	<ul style="list-style-type: none"> ○ Líneas de financiación en innovación y desarrollo tecnológico de COLCIENCIAS. ○ Aplicación de fondos no reembolsables para proyectos estratégicos. ○ Alianzas y convenios con actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.
		Propiedad Intelectual Promover la protección intelectual de los desarrollos tecnológicos e innovaciones y la certificación de obtentor de los nuevos desarrollos realizados en el sector agroenergético.	Capacitación en protección de la propiedad intelectual para el sector	\$40 millones	<ul style="list-style-type: none"> ○ Financiamiento para el registro de propiedad intelectual. ○ Aplicación de fondos no reembolsables para proyectos estratégicos.

					<ul style="list-style-type: none"> o Alianzas y convenios con actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.
			Financiación de un programa de valoración tecnológica y licenciamiento para el sector. 5 entidades de investigación, 20 investigadores capacitados y 80 tecnologías evaluadas.	\$280 millones	<ul style="list-style-type: none"> o Aplicación de fondos no reembolsables para proyectos estratégicos.
Apoyar la innovación, el desarrollo tecnológico y la generación de conocimiento para el incremento de la productividad y la competitividad en el sector minero y energético garantizando la sostenibilidad ambiental y en busca de la agregación de valor y del incremento del bienestar social en el sector		Capital de Riesgo Coordinar el desarrollo de ofertas de capital de riesgo para el financiamiento de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico en empresas y sistemas productivos del sector agroenergético.	Creación de un fondo de capital de riesgo para el sector, que apoye los proyectos de investigación e innovación tecnológica y que hayan desarrollado la apropiación intelectual y de valoración para la constitución de empresas semillas a través del programa Finbatec de Colciencias		<ul style="list-style-type: none"> o Promover un fondo de capital de riesgo mixto para la financiación de proyectos en agro energía.

Anexo 2. Programas Estratégicos de Investigación, Desarrollo e Innovación en Biocombustibles a Financiar

Área Investigación		Tiempo	Valor (millones)	
PRODUCCION AGROINDUSTRIAL				
Proyección del conocimiento actual sobre caña de azúcar y palma de aceite para adaptar la producción a las diferentes regiones potenciales de cultivo en Colombia.		3	3.500	
Estudiar los aspectos asociados con la producción agrícola de nuevas materias primas con alto potencial en Colombia para la obtención industrial de biocombustibles.	Investigación en Pastos para segunda generación	2	1.900	
	Investigación en Jatropha	2	1.900	
	Investigación en Higerilla	2	1.900	
Desarrollo y fortalecimiento de bancos de germoplasma y mejoramiento genético para las diferentes especies a emplear en producción de biocombustibles.	en Pastos para segunda generación	5	5.000	
	en Jatropha	5	5.000	
	en Higerilla	5	5.000	
Desarrollo de cultivos de rotación en la producción de biocombustibles. Utilización de desechos agroindustriales para la obtención de biocombustibles.		2	1.900	
Desarrollo de cultivos de algas y microalgas a partir de cepas nativas.		5	5.000	
Identificación y desarrollo de sistemas microbiológicos para la producción de biocombustibles.	Etapas 1. Bioprospección de microorganismos de diferentes ecosistemas para producción de biocombustibles	2	3.000	
	Etapas 2 Ingeniería metabólica para diseño y optimización de rutas bioquímicas de producción de biocombustibles	4	6.000	
Aplicación de proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).		2	800	
Desarrollo de proyectos de genómica y bioinformática para el análisis y mejoramiento de cultivos existentes y promisorios para producción de biocombustibles.		6	8.000	

TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA PARA OBTENCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES				
Optimización de procesos productivos de primera, segunda, tercera y cuarta generación con miras al incremento de productividad y disminución de impactos ambientales	Valoración de los subproductos de la glicerina	4	5.000	
	Optimización de procesos fermentativos para la obtención de alcohol	3	3.000	
	Valoración de los subproductos de las vinazas	4	4.500	
Desarrollo de procesos de segunda generación para la producción de biocombustibles hasta Planta piloto de 5000 litros día	Procesos enzimáticos para producción de etanol	4	7.000	
	Procesos de BTL (del inglés biomass to liquid) para producción de biodiesel	4	9.000	
	Proceso de Gasificación y Fisher-Tropsch para producción de biodiesel	4	13.000	
Desarrollo de sistemas para la obtención de resinas alquílicas a partir de glicerina.		3	3.800	
Desarrollo de transesterificación in situ para producción de biodiesel.		3	3.500	
Producción de biobutanol a partir de materias primas colombianas.		3	4.000	
Diseño de biorrefinerías para generación de compuestos orgánicos y biocombustibles a partir de materias primas colombianas.		5	13.000	
Producción de biodiesel a partir de algas y microalgas.		4	6.000	
Producción de hidrógeno utilizando bacterias como bioreactores.		4	4.500	
Desarrollo de sistemas microbiológicos de producción de biocombustibles utilizando emisiones de dióxido de carbono.		4	4.000	
Desarrollo de aplicaciones de análisis y modelos computacionales para apoyar el avance rápido de la I+D+I en biocombustibles.		3	1.700	
USO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES				
Desarrollo de la		4	4.800	

infraestructura biotecnológica para apoyar el aprovechamiento de subproductos de la producción de biocombustibles.				
Estudio de mezclas de bioetanol y biodiesel como combustible.		3	3.000	
Desarrollar los protocolos de operación y actualización tecnológica de la flota automotor colombiana para mezclas superiores a E10 y B5.		3	4.500	
Adaptación de los vehículos para el uso de 100 % etanol carburante o 100% biodiesel		5	7.000	
Estudio de los aspectos relacionados con la purificación del biogás obtenido de la biomasa		2	3.500	
TOTAL			153.700	

REFERENCIAS

1. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2006 - 2010 "Estado Comunitario: Desarrollo para Todos". Departamento Nacional de Planeación, Junio 2007.
2. Visión Colombia II Centenario: 2019. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, COLCIENCIAS; Departamento Nacional de Planeación, 2006.
3. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. (<http://www.colciencias.gov.co/portalcol/index.jsp?ct5=73&ct1=5&ct=1&nctd=Presentación&cargaHome=3>), Octubre, 2008.
4. Documento CONPES 3510, Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia. Departamento Nacional de Planeación, marzo 31 de 2008.
5. Perspectivas Agropecuarias, primer semestre de 2008. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008.
6. Arturo Infante, Coordinador Nacional de Biocombustibles. Taller infraestructura para biocombustibles, marzo 2008.
7. Línea base del sector biocombustibles en Colombia. CORPODIB, abril de 2008.
8. Perspectivas de la investigación en biocombustibles en Colombia. John R. Agudelo S.; Investigador, Grupo GIMEL Universidad de Antioquia. Primer taller de Investigación en Biocombustibles, Febrero 2008.
9. Implementing biofuels on a global scale. Alain A. Vertès, Masayuki Inui & Hideaki Yukawa. Nature Biotechnology, 2006.
10. What is (and is not) vital to advancing cellulosic ethanol. Charles E. Wyman. Trends in Biotechnology, 2007.
11. ADITAL, "Brasil Inagura Primer Ingenio Integrado de Biodiésel y Alcohol en el Mundo". Noviembre 22, 2006.
12. AutoblogGreen, "Biodiésel to finally come to Japan". Agosto 20, 2006
13. Ecnicaña, Asocaña- II Seminario Internacional de Etanol Carburante, "Una Perspectiva Integral". Cali, Colombia. (Julio, 2006)
14. Fedepalma. Agroindustria de la palma de aceite. Vol. 28 año 2007
15. Fedepalma. Estrategia para el desarrollo competitivo del sector palmicultor colombiano. 2006
16. Fedepalma. Foro biocombustibles, potencia de Colombia. 2007
17. GNECCO MANCHENO, José. Situación de la producción de etanol en Colombia. Sucromiles. 2006
18. INCONTEC Norma Técnica Colombiana "Biodiésel para el uso de motores diésel" 2004. 13 p. (NTC 5444).
19. INCONTEC. Norma Técnica Colombiana. "Etanol Anhidro Combustibles Desnaturalizado Obtenido a partir de biomasa, para mezclar con gasolina motor, empleado como combustible en vehículos con motores de combustión interna de encendido por chispa". 2004. 11p. (NTC 5308)
20. Marco Normativo y Desarrollo de una metodología de formación de precios de los biocombustibles. Informe Final, Unidad de planeamiento minero energético (UPME). Enero 2008
21. The Trade Priorities for European Bioethanol Fuel Producers". Ramón de Miguel. President European Bioethanol Fuel Association. International Conference on Biofuels. 5 & 6 July 2007 – Brussels.
22. Diseño De Una Política Integral de Precios de Los Energéticos para El Caso Colombiano". Fundación Bariloche – UPME. Bogotá, 30 de enero de 2006.
23. Bio-Fuels Policies in the EU and Other Countries - Argentina's Biofuels Policy". M. Javier de Urquiza. Secretary of Agriculture, Livestock, Fishery and Food Argentina. International Conference on Biofuels. Brussels, July 5-6, 2007.