

GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
FIA

**ESTUDIO:** “Valorización energética de residuos agropecuarios en la Provincia de Valdivia, integradas a un sistema de gestión de abastecimiento sostenible, para producción de biogás en unidades centralizadas de cogeneración, biofertilizantes y reducción de contaminantes”

Documento técnico de difusión Nº 3

30/11/2009



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>4</b>
1.1	Objetivo del documento .....	4
1.2	Resumen del estudio.....	4
1.3	Objetivo general del estudio .....	5
1.4	Objetivos específicos del estudio.....	5
<b>2</b>	<b>Resultados resumidos: Plan de Negocios.....</b>	<b>7</b>
2.1	Descripción de los productos.....	7
2.2	Mercados analizados.....	8
2.3	Análisis FODA .....	9
<b>3</b>	<b>Resultados resumidos: Desarrollo Organizacional.....</b>	<b>11</b>
3.1	Propuesta para un modelo organizacional: CENER.....	11
3.2	Plan temporal para el desarrollo organizacional .....	13

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Situación Regional sin modelo organizacional .....	11
Ilustración 2 Modelo Cooperativa de Energía Regional (CENER) como Public-Private Partnership .....	12
Ilustración 4 Carta Gantt de plan de acción a desarrollar .....	13

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis FODA de un proyecto Biogás.....	9
Tabla 2 Etapas del plan de acción .....	13

Noviembre de 2009

ISBN XXX – XXXX - X

Registro de Propiedad Intelectual

Inscripción N° XXX.XXX

BIOAGFO Energía Limitada.

Fundación para la Innovación Agraria

La presente publicación reúne y sistematiza un conjunto de información técnica presentada en el seminario “Biomasa y Cogeneración”, (Valdivia, Región de los Ríos, Martes 27 de Octubre de 2009), desarrollada por BIOAGFO Energía Ltda., incluyendo los resultados preliminares obtenidos en el estudio “Valorización energética de residuos agropecuarios en la Provincia de Valdivia, integradas a un sistema de gestión de abastecimiento sostenible, para producción de biogás en unidades centralizadas de cogeneración, biofertilizantes y reducción de contaminantes” , que cuenta con el apoyo financiero de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Santiago de Chile

## 1 Introducción

### **1.1 Objetivo del documento**

Presentar el estudio, sociabilizar y difundir los resultados de la segunda etapa (Plan de Negocios, Desarrollo Organizacional) del estudio a los agentes asociados a Todoagro S.A., así como al público en general.

### **1.2 Resumen del estudio.**

El estudio tiene como objetivo sistematizar información técnica y económica, con el fin de implementar un programa de inversiones para la producción de biogás en unidades centralizadas a partir de la valorización energética de residuos agropecuarios, basado en un modelo organizacional y asociativo que permita un abastecimiento descentralizado, incorporando tres nuevos productos en la cadena de valor: energía eléctrica, energía térmica y biofertilizantes.

El estudio se realiza en la Provincia de Valdivia con participación de los empresarios agrícolas asociados a TODOAGRO S.A. la cual reúne desde 1996 a 85 empresarios de esta provincia, promoviendo el desarrollo empresarial, mejoras continuas de eficiencia y prácticas comerciales, con el fin de mejorar la competitividad y rentabilidad de las empresas agrícolas a través del trabajo asociativo.

Su implementación permitirá reducir la presión de las emisiones de contaminantes a la atmósfera ( $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$ ) y a recursos de agua originadas por los agrosistemas, y aportar al desarrollo agrícola como una nueva fuente de ingresos por la venta de biofertilizantes, ahorros e ingresos por venta de energía térmica y eléctrica.

Los principales resultados esperados son:

- a. Desarrollar la cadena de valor de los residuos agropecuarios, hasta su valorización en energía eléctrica y térmica;
- b. Desarrollo de paquetes tecnológicos
- c. Desarrollar un modelo de negocio
- d. Desarrollar una guía para la implementación de unidades centralizadas de producción de biogás factible de replicar en otros agrosistemas.
- e. Desarrollar un programa de innovación a presentar a FIA, que incorpore los resultados alcanzados en este estudio.

El estudio tendrá una duración de 14 meses.

### ***1.3 Objetivo general del estudio***

Recopilar y generar antecedentes y parámetro técnicos, económicos y ambientales, que permitan llevar a cabo una valorización energética de los residuos biomásicos generados en las actividades agropecuarias de las empresas asociadas a TODOAGRO S.A. en la Provincia de Valdivia, XIV Región de Los Ríos, e integrarlas a un sistema de gestión de abastecimiento sostenible para la generación centralizada de biogás para la producción de energía térmica y/o eléctrica (cogeneración), y como subproducto biofertilizantes, que permitan obtener un incremento en la productividad, competitividad y una disminución del impacto ambiental asociado.

### ***1.4 Objetivos específicos del estudio***

1. Evaluar para los agricultores asociados a TODOAGRO S.A., las fuentes actuales y alternativas de residuos agropecuarios, utilizada, no utilizada y subutilizada, para producción de biogás y biofertilizantes.

2. Identificar las actuales estrategias de manejo de residuos para los agricultores asociados a TODOAGRO S.A., e identificar los elementos, conceptos y técnicas que limitan la productividad y su utilización alternativa.
3. Generar un conjunto de recomendaciones y prácticas de manejo de residuos sustentable, que considere la optimización de los rendimientos económicos, la protección de los recursos naturales y la población asociada.
4. Obtener el **diseño** de plantas centralizadas con biodigestores productores de biogás capaces de operar con los residuos agropecuarios generados por las empresas asociadas a TODOAGRO S.A. y de generar rentabilidad económica, beneficio social y ambiental.
5. Proponer paquetes tecnológicos que optimicen la conversión centralizada de residuos agropecuarios en biogás con fines de cogeneración, integrado a un sistema de abastecimiento sostenible.
6. Generar un modelo de negocio y gestión de producción de biogás con los actores involucrados, e identificar un nicho de mercado para la venta de biofertilizantes.

## 2 Resultados resumidos: Plan de Negocios

### 2.1 Descripción de los productos

Como producto principal del proceso se encuentra el **biogás**, una fuente de energía renovable, que consiste en un gas combustible compuesto principalmente por metano (50-70 %), dióxido de carbono (30-50 %) y trazas de otros gases, de los cuales algunos pueden ser perjudiciales para su uso final y requieren ser removidos, como el ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S).

El biogás posee un poder calorífico aproximado entre 4500-7000 kcal/m<sup>3</sup>, que puede ser aprovechado mediante su combustión directa en procesos térmicos, o por ejemplo, como en el caso de las plantas propuestas, para la alimentación de una unidad cogeneradora, mediante la cual se obtiene Energía eléctrica y Energía térmica, para su consumo directo o venta a terceros. Este proceso consiste en la quema del biogás en un motor de combustión interna, el cual tiene acoplado a su eje un generador para la producción de electricidad. Esta conversión generalmente tiene una eficiencia entre un 30 a 40 %. De este modo, mediante su conexión a la red eléctrica, la energía producida puede ser vendida a las distribuidoras o clientes directos, ya sea en su totalidad o de los excedentes al consumo propio.

Por otra parte, se cuenta con un sistema de recuperación del calor del proceso, para la producción de energía térmica (agua caliente y vapor), mejorando la eficiencia general del sistema con una recuperación total de energía útil (eléctrica y térmica) cercana al 80 %. La energía térmica producida, se ocupa en la calefacción de los digestores, y los excedentes se pueden utilizar en los procesos internos que lo requieran (calefacción o refrigeración de ambientes por ejemplo).

Como segundo producto se tiene un lodo rico en nutrientes y materia orgánica, denominado **Bioabono**, que contiene el material no degradado y la materia estabilizada, conteniendo prácticamente la totalidad de los nutrientes presentes en el residuo

alimentado (N,P,K, etc.), generalmente con un contenido de sólidos entre 5- 8 % (aunque en algunos sistemas podrían obtenerse valores sobre el 20%), lo cual luego de un periodo de maduración final aerobia, podría ser aplicado a los cultivos mediante aspersión o a través de los sistemas de riego, para el mejoramiento de los terrenos, reemplazando o complementando el uso de fertilizantes o abonos como compost o guano.

Mediante la incorporación de algunos elementos al proceso, el bioabono puede ser separado en una fracción líquida, conocida como **Biol**; y una fracción sólida, denominada **Biosol**, ambas con excelentes propiedades fertilizantes y estimulantes del crecimiento y desarrollo de las cultivos; y de mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Estas propiedades los convierten en productos muy atractivos para los productores agrícolas, lo cual ofrece un gran potencial para el desarrollo de toda un área negocios a través de su comercialización.

## **2.2 Mercados analizados**

- a) Mercado Primario: Energía eléctrica a partir de Biogás**
- b) Mercado Secundario: Bioabono y derivados**
- c) Mercado Opcional: Producción Biometano o uso de Biogás como combustible primario**

### 2.3 Análisis FODA

Tabla 1 Análisis FODA de un proyecto Biogás

FORTALEZAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tecnología Limpia.</li><li>• Tecnología probada a nivel mundial. En funcionamiento a distintas escalas. Gran acumulación de experiencia en su desarrollo.</li><li>• Si se utilizan materiales residuales para la producción de biogás, no es necesario el cultivo de otros materiales para la alimentación.</li><li>• Obtención de productos útiles valorizables: Energía y biofertilizantes.</li><li>• Generación de beneficios ambientales y otras externalidades positivas.</li><li>• Desarrollo técnico actual, permite operación sencilla. No se requiere grandes medios para capacitar a los operarios.</li><li>• Generación de energía descentralizada (muchos puntos de generación). Potenciándose aprovechamiento local de esta.</li><li>• Mitigación del cambio climático, por reducción de gases de efecto invernadero.</li><li>• Uso flexible de las plantas, en términos del tipo de sustrato (admite distintas combinaciones). Generación energética como calor, electricidad o ambos. Adaptable a las condiciones de cada productor.</li><li>• Fase de construcción y funcionamiento relativamente corta, en comparación a otras fuentes de generación energética.</li><li>• Impactos negativos mínimos. Mediante una buena gestión no existe prácticamente generación de residuos., ni malos olores.</li><li>• Obtención in situ de la materia prima para alimentación del digestor, evitando costos en transporte.</li></ul>
------------	---

<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendencias mundiales a nivel político y social por la implementación y uso de ERNC</li> <li>• Aumento continuo de los precios de la energía convencional.</li> <li>• Nuevo marco legal, de apoyo y fomento de las ERNC. Obligación de distribuidoras eléctricas de alcanzar niveles de uso de ERNC durante los próximos años.</li> <li>• Instauración de nuevas normas y marco legal sobre generación de residuos sólidos.</li> <li>• Posibilidad de comercialización y obtención de ingresos mediante la venta de bonos de carbono.</li> <li>• Generación de organizaciones locales que apoyen el funcionamiento de la planta para su beneficio.</li> <li>• Crecimiento del mercado agrícola orgánico, que requiere proveedores para la utilización de biofertilizantes de procedencia natural.</li> <li>• Necesidad de diversificación de la matriz energética y generación de autonomía energética local.</li> <li>• Necesidad de electrificación de zonas rurales.</li> <li>• Contribución al desarrollo de conciencia ambiental</li> <li>• Existencia de programas de fomento y apoyo técnico y transferencia tecnológica por parte de países desarrollados.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de experiencia local en el manejo de biodigestores o desarrollo de experiencias piloto exitosas.</li> <li>• Estacionalidad y variabilidad en producción de sustratos.</li> <li>• Altos costos de inversión asociados.</li> <li>• Falta de decisión en la implementación de sistemas de ERNC.</li> <li>• Altos costos de inversión para transmisión eléctrica.</li> <li>• Condiciones climáticas poco favorables, que encarecen los costos de inversión y operación (por utilización de sistemas de calefacción interna).</li> <li>• Necesidad de disponibilidad constante de sustratos. Necesidad de generación centralizada de sustratos o grandes generadores.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">AMENAZAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de subvenciones y fomento a los proyectos de ERNC para lograr viabilidad de los proyectos</li> <li>• Competición directa con los sistemas de generación eléctrica convencionales, sin considerar las particularidades de los sistemas ERNC</li> <li>• Preferencia por implementación de megaproyectos eléctricos</li> <li>• Dificultades logísticas para comercializar Bioabono</li> </ul>

### 3 Resultados resumidos: Desarrollo Organizacional

#### 3.1 Propuesta para un modelo organizacional: CENER

Ilustración 1 Situación Regional sin modelo organizacional



Fuente: Elaboración propia

Un modelo viable para integrar los productores de residuos agropecuarios de la región al mercado de la bioenergía y de los biocombustibles, es el desarrollo y la implementación de una Cooperativa de Energía Regional (CENER) como Public-Private Partnership<sup>1</sup> que debe expandir la cooperación existente en TODOAGRO S.A. generando aun más asociaciones. Su finalidad es coordinar la interrelación entre: 1) productores agrícolas / proveedores de biomasa y residuos agropecuarios, 2) pequeñas centrales de bioenergía y/o biocombustibles, 3) clientes de la energía eléctrica, térmica y biofertilizantes, 4) bancos e inversionistas, así como también con: 5) empresas proveedoras e 6) instituciones investigadoras.

<sup>1</sup> Una entidad que surge de la alianza y cooperación entre el sector público y privado

Ilustración 2 Modelo Cooperativa de Energía Regional (CENER) como Public-Private Partnership



Fuente: Elaboración propia

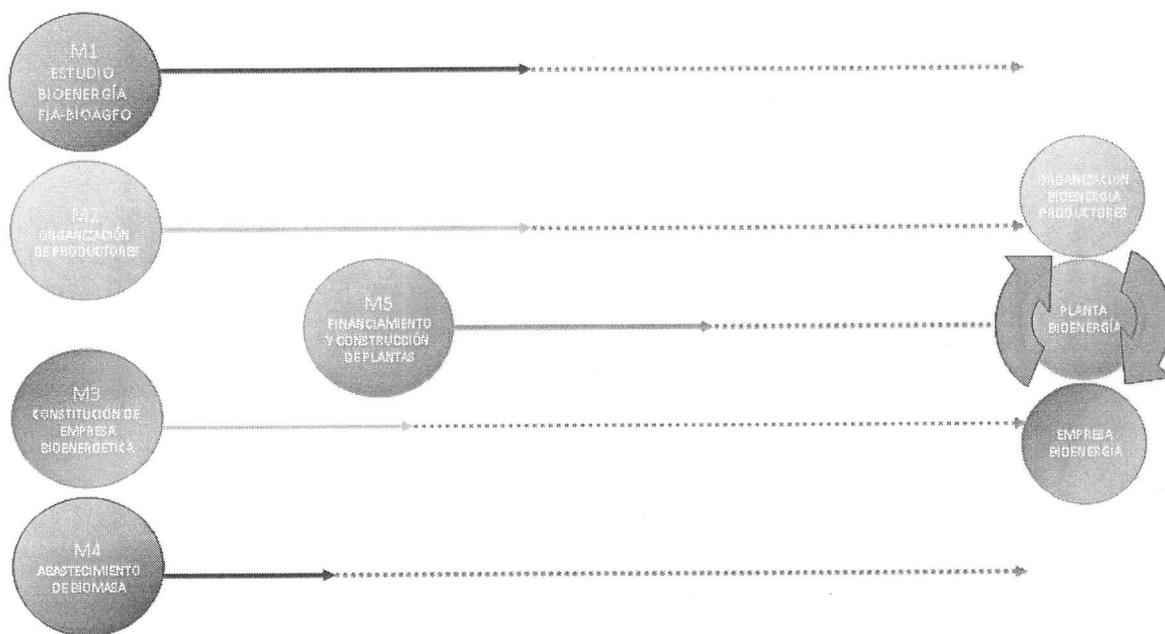
CENER es una organización sin fines de lucro, con un directorio que incluye dos representantes de cada sector integrante. Su misión es:

- La creación de una **red cooperativa** para servir las necesidades energéticas y asegurar la independencia en la obtención de energía, por medio de su generación y distribución en la Provincia Valdivia
- La organización de **grupos de acción locales** para la creación de una marca regional de energía, en donde se ajustará el concepto logístico tanto para la materia prima como también para ubicación física de las instalaciones.
- La **coordinación** de los planificadores, inversionistas, constructores y rubros productivos mediante la formación de sociedades o entidades organizacionales para tal objeto; lo mismo por el lado de los consumidores de energía (comunidades, industrias, etc.).
- El **financiamiento** para constituir pequeñas unidades productoras como empresas bioenergéticas.
- El desarrollo de un **modelo de gestión para agricultores** de la provincia, el cual será compatible con los estándares para una administración rural y el empleo de criterios económicos transparentes.
- El **diseño y planeación de las plantas de energía** para satisfacer las necesidades de la provincia

- g. La **construcción y puesta en marcha** de pequeñas plantas generadoras de bioenergía.
- h. Una intensa **interacción** con universidades e institutos de investigación nacional y con empresas tecnológicas de Europa.

### 3.2 Plan temporal para el desarrollo organizacional

Ilustración 3 Carta Gantt de plan de acción a desarrollar



Fuente: Elaboración propia

Etapas para cada módulo:

Tabla 2 Etapas del plan de acción

Módulo 1	ESTUDIO PARA LA INSTALACIÓN DE PLANTAS DE BIOENERGÍA EN LA PROVINCIA DE VALDIVIA
	ETAPA 1. Catastro de recursos ETAPA 2. Análisis técnico ETAPA 3. Estudio técnico y Evaluación de impactos ambientales ETAPA 4. Estudio Económico ETAPA 5. Plan de Negocios ETAPA 6. Desarrollo Organizacional ETAPA 7. Plan de negocios
Modulo 2	CONSTITUCIÓN DE COOPERATIVA DE PRODUCTORES
	ETAPA 1. Diagnostico e Identificación de proveedores y recursos ETAPA 2. Modelo asociativo ETAPA 3. Constitución de Organización ETAPA 4. Análisis de impacto bioenergía-alimentación.

ETAPA 5. Programa de reconversión agrícola. ETAPA 6. Proyecto Campo Piloto	
<b>Módulo 3</b>	<b>CONSTITUCIÓN DE EMPRESA BIOENERGÉTICA</b>
ETAPA 1. Formación de consorcio. ETAPA 2. Constitución legal. ETAPA 3. Cumplimiento del marco legal ETAPA 4. Planeamiento estratégico ETAPA 5. Organización del área marketing ETAPA 6. Recursos para la operación del negocio ETAPA 7. Recursos humanos ETAPA 8. Presupuestos ETAPA 9. Auditoría cultural ETAPA 10. Diagnóstico de la situación ETAPA 11. Adaptación de los sistemas y métodos ETAPA 12. Desarrollo organizacional ETAPA 13 Sistema de información, seguimiento y control de resultados	
<b>Módulo 4</b>	<b>ABASTECIMIENTO DE BIOMASA</b>
ETAPA 1. Comité Técnico BioEnergético ETAPA 2. Programa Biomasa Contracting	
<b>Módulo 5</b>	<b>FINANCIAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS</b>
ETAPA 1. Selección de emplazamiento. Microlocalización ETAPA 2. Construcción de plantas	