

ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIODIESEL EN CHILE

Pablo Morales Peillard

Dr. Ingeniero Agrónomo

Departamento de Economía Agraria

pamorale@uchile.cl

Situación del biodiesel en Chile

En el último tiempo y en un contexto de altos precios, incertidumbre energética y preocupación por el medioambiente, surge con fuerza en el país la necesidad de desarrollar fuentes de energía renovable alternativas al petróleo. Estos recursos energéticos renovables, presentan diversas ventajas pues permiten diversificar la matriz energética nacional, reducen la dependencia del petróleo importado y generan menores emisiones de gases con efecto invernadero¹.

Se denomina biocombustible a cualquier combustible que derive de material vegetal, animal o sus subproductos metabólicos; es una forma de energía renovable, lo que lo distingue de otras fuentes de energía como el petróleo. Entre los biocombustibles, destaca el biodiesel, el cual se puede elaborar a partir de los aceites vegetales que producen oleaginosas tales como el girasol, soya y raps. Si bien algunas experiencias a nivel nacional han confirmado de manera preliminar la posibilidad de producir biodiesel, desde un punto de vista técnico,

¹ Los principales contaminantes emitidos producto de la combustión del petróleo corresponden a monóxido de carbono (CO), material particulado (PM), carbonos orgánicos volátiles (COV) y azufre (SO₂).

no se cuenta con estudios que permitan determinar la viabilidad económica de producirlo.

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio de prefactibilidad de la implementación en Chile de una planta productora de biodiesel de tamaño medio (312.000 litros /año) utilizando como materia prima semilla de raps. Se optó por ésta capacidad debido a que corresponde a procesadores de biodiesel cotizados con fabricantes establecidos en Argentina (ABATEC S.A.) y Suecia (AGERATEC AB).

El estudio consideró además, evaluar la factibilidad de implementar este sistema para lograr el autoabastecimiento de comunidades agrícolas o empresas del rubro de tamaño mediano que posean un considerable consumo de diesel, o bien, para que agentes externos puedan proveer de este insumo a dichas organizaciones.

La metodología usada en el trabajo se ajustó a aquella que se aplica a la evaluación de proyectos de inversión a nivel de prefactibilidad, lo que permitirá sentar las bases para potenciales proyectos de inversión e implementación.

La información utilizada para la elaboración de este artículo fue obtenida de fuentes primarias y secundarias, prin-

cipalmente comunicaciones personales con potenciales proveedores de insumos y materias primas, datos de precios del mercado local, publicaciones en boletines y cotizaciones a empresas proveedoras de equipamiento especializado.

2. Factibilidad económica financiera del proyecto

La primera fase del estudio comprende la evaluación de la adquisición de activos fijos tales como el terreno, obras civiles (galpón, bodega), maquinaria de la línea de producción, muebles de oficina e instalaciones pertinentes. En este sentido se solicitaron presupuestos de precios a varias empresas, de los cuales se adoptaron como precios los de aquellos proveedores que, en igualdad de condiciones de venta y calidad, ofrecieron los precios más bajos. El cuadro 1 detalla el monto de inversión en activos fijos requeridos para la puesta en marcha del proyecto. Para cada uno de estos activos se consideró una vida útil específica para el cálculo de la cuota de depreciación anual².

En relación a los ingresos del proyecto, la venta de biodiesel puro (B100) y de subproductos del proceso (glicerina y afrecho de raps), presenta los supuestos

² La cuota de depreciación anual fue calculada utilizando el método de depreciación lineal.

Cuadro 1. Inversión inicial en activos fijos (en \$ de Diciembre del año 2000)

Item	Cantidad requerida	Valor unitario	Valor total	Vida útil (años)	Cuota de depreciación anual
Planta 1.200L/d	1	15.441.596	15.441.596	10	1.544.160
Prensa 200kg/h	1	2.082.889	2.082.889	10	208.289
Estanque plástico 3.000L	20	327.600	6.552.000	3	2.184.000
Tambor plástico 228L	105	24.560	2.578.800	3	859.600
Tambor metálico 200L	7	9.500	66.500	3	22.166,67
Camioneta	1	7.180.650	7.180.650	10	718.065
Galpón 200 m ² (incluyendo obras para desagüe)	1	13.209.000	13.209.000	10	1.320.900
Bodega 10 m ²	1	347.490	347.490	10	34.749
Instalación eléctrica	1	4.300.000	4.300.000	10	430.000
Manguera para el biodiesel	1	165.060	165.060	3	55.020
Manguera para el metanol	1	482.510	482.510	3	160.836,67
Manguera para el glicerol	1	482.510	482.510	3	160.836,67
Computador	2	482.000	964.000	10	96.400
Impresora	1	45.000	45.000	10	4.500
Escritorio	2	60.000	120.000	10	12.000
Sillas PC	2	14.990	29.980	10	2.998
Sillas	3	15.000	45.000	10	4.500
TOTAL			54.092.985		7.819.021

sobre los cuales se basó la proyección de precios para cada uno de ellos.

a) **Biodiesel:** El biodiesel debería tener un precio a consumidor igual o inferior al diesel, para que pueda ser viable su comercialización en el mercado chileno. Otro supuesto importante establecido en este estudio es que el biodiesel producido no estaría afecto al impuesto específico aplicado a los combustibles. Este es uno de los incentivos principales para la producción de energías alternativas propuesto en los lineamientos para una política nacional de biocombustibles presentado por el gobierno en junio del año 2006. Por las razones mencionadas anteriormente, el precio utilizado en el análisis es 450 pesos por litro de biodiesel, el cual corresponde al precio promedio del diesel en la actualidad sin considerar el impuesto específico para este combustible. En cuanto al modelo de comercialización, se estima que los futuros

clientes, en su primera compra, adquirirán biodiesel y un tambor para transportarlo y almacenarlo (al precio que le costaría a la planta adquirir este envase), para que una vez desocupado, éste sea reemplazado por otro nuevo, retirando el antiguo para ser relleno y revendido posteriormente. Esta forma de comercializar es similar a la que posee actualmente el gas licuado residencial y el etanol. De esta forma, el ingreso por la venta de los tambores se considera sólo para el primer año, ya que después sólo habrá una recirculación de los mismos que no significarán ingresos para la planta.

b) **Afrecho de raps:** Este subproducto es cada vez más requerido en el mercado nacional para el consumo animal, gracias a que contiene un alto porcentaje de proteína de muy buena calidad, la que puede llegar hasta un 37%. Los precios internacionales son relativamente estables en el tiempo, los cuales fluctúan en torno a los 110 pesos por kilo.

c) **Glicerina:** la glicerina representa cerca del 10% del total de materia prima empleada en la producción de biodiesel. Este producto presenta diversas características tales como ser incolora, inodora, viscosa y no tóxica, lo que la hace útil para diversas aplicaciones en la industria química (plásticos, pinturas, preservantes), cosmética, farmacéutica incluyendo insumos veterinarios y explosivos. El supuesto utilizado en éste caso es que la glicerina obtenida de la producción de biodiesel de la planta en proyecto, será vendida en forma cruda a empresas representativas de la industria veterinaria y pecuaria. El precio de venta será de \$50/kg. En relación al modelo de comercialización de este producto este se retirará semanalmente desde la bodega de la empresa, en la cual estará almacenada en tambores adecuados para ello, de 230 L de capacidad.

Los costos de producción del proyecto se estimaron a partir de los coeficien-

Cuadro 2. Flujo de caja (en \$ de diciembre del año 2006).

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos afectos a impuestos		91.653.500	183.127.000	183.127.000	183.127.000	183.127.000	183.127.000	183.127.000	183.127.000	183.127.000	183.127.000
Egresos afectos a impuestos											
Costos directos		52.540.016	105.080.032	105.080.032	105.080.032	105.080.032	105.080.032	105.080.032	105.080.032	105.080.032	105.080.032
Costos indirectos		46.994.000	46.994.000	46.994.000	46.994.000	46.994.000	46.994.000	46.994.000	46.994.000	46.994.000	46.994.000
Total Costos desembolsables		99.534.016	152.074.032	152.074.032	152.074.032	152.074.032	152.074.032	152.074.032	152.074.032	152.074.032	152.074.032
Costos no desembolsables											
Depreciaciones (-)		7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021
Total Costos		107.353.037	159.893.053	159.893.053	159.893.053	159.893.053	159.893.053	159.893.053	159.893.053	159.893.053	159.893.053
Resultado antes de impuesto		(15.699.537)	23.233.947	23.233.947	23.233.947	23.233.947	23.233.947	23.233.947	23.233.947	23.233.947	23.233.947
Impuesto (17%)		-	3.949.771	3.949.771	3.949.771	3.949.771	3.949.771	3.949.771	3.949.771	3.949.771	3.949.771
Resultado después de impuesto		(15.699.537)	19.284.176	19.284.176	19.284.176	19.284.176	19.284.176	19.284.176	19.284.176	19.284.176	19.284.176
Depreciaciones (+)		7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021	7.819.021
Inversiones (-)	54.092.985				8.678.471			8.678.471			
Capital de trabajo (-)	49.767.008										
Recuperación capital de trabajo											49.767.008
FLUJO NETO	(103.889.993)	(7.880.516)	27.103.197	27.103.197	18.424.726	27.103.197	18.424.726	18.424.726	27.103.197	18.424.726	76.870.205
VAN (12%) TIR	24.545.920 16%										

tes técnicos de los insumos utilizados y sus respectivos precios, los cuales son los siguientes:

- a) **Semillas:** Para el cálculo de la cantidad de semilla, se estimó el volumen necesario para generar 312 mil litros de biodiesel anuales, a partir de 346.000 litros de aceite vegetal, considerando una densidad de 0,9g/cm³. La semilla de raps presenta un contenido de aceite promedio de 42%, lo que resulta en un requerimiento de 944.627 kilos de semilla; teniendo presente que el rendimiento promedio del cultivo en Chile es de 36 quintales por hectárea, se requerirían alrededor de 263 has de raps para abastecer a la planta. En este sentido el valor de la semilla de raps nacional es de 123 pesos por kilo (INE, 2006).
- b) **Metanol:** El proyecto requiere el abastecimiento semanal de esta materia prima, la cual será almacenada en tambores de 200 L de capacidad,

- en una bodega especialmente acondicionada. El precio base a considerar en el proyecto para el metanol será de US\$ 400 (aproximadamente \$ 210.000) por tonelada, considerando una sensibilización por cada US\$ 100, hasta llegar a los US\$ 800, debido a la gran fluctuación que han sufrido los precios en el último tiempo.
- c) **Soda cáustica:** La cantidad utilizada de este catalizador, estimada de acuerdo con la información técnica recopilada, corresponde a 1.770 Kg en plena producción. El costo unitario se estimó en 227 pesos por kilo (INE, 2006).
- d) **Sacos para envasar el afrecho:** Se estima que en plena producción se requerirán 7.322 sacos para envasar el afrecho de raps. El saco de 50 Kg de capacidad alcanza en el mercado un valor de 130 pesos la unidad para una capacidad almacenamiento de 50 kilos.

- e) **Electricidad:** este ítem considera el valor del Kw/hr en el sector en que se ubicaría la planta, el cual ascendería a unos 32 pesos Kw/hr. La cantidad de energía (Kw/h) necesaria para el funcionamiento de la planta y la prensa están proporcionadas en las especificaciones técnicas de los fabricantes.
- f) **Mano de obra:** El proceso de producir biodiesel está contemplado para 24 horas, tres turnos de 8 horas, estimado por las capacidades de molienda de la prensa trabajando de lunes a viernes (260 días al año). El requerimiento de personal para mantener la planta en operación es de 3 personas por turno, teniendo una de ellas un mayor grado de capacitación para guiar el proceso.
- g) **Laboratorio:** existen estudios que señalan la implementación de un laboratorio para poder hacer los análisis de calidad del biodiesel en la misma planta. Para la evaluación de este proyecto, se consideró subcontratar

el análisis diario a un laboratorio externo. El valor de este tipo análisis para cada muestra es de 2.500 pesos, obtenido de una cotización, realizada en octubre de 2006, en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

En relación a la construcción del flujo de caja, se consideró un horizonte de la evaluación de 10 años y una tasa de descuento de un 12%, los cuales corresponden a un horizonte de evaluación de largo plazo y una tasa de descuento de mercado para la evaluación privada de proyectos de inversión respectivamente. Adicionalmente, se calculó un monto destinado a capital de trabajo equivalente a 6 meses del costo total desembolsable correspondiente al primer año de operación, con el objetivo de cubrir los costos mientras se establece un flujo continuo de ingresos. En cuanto a los indicadores de rentabilidad escogidos para la evaluación financiera del proyecto, se utilizaron los indicadores tradicionales, como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), donde el primero fue definido por Baca Urbina (1996) como la diferencia entre la suma de los ingresos actualizados menos la sumatoria de los egresos también actualizados, mientras que la TIR fue definida

por Sapag y Sapag (1996) como la tasa de descuento que hace el VAN igual a cero; o la tasa que iguala la suma de los flujos netos descontados con la inversión inicial. El cuadro 2 presenta el flujo de caja final del proyecto.

Conclusiones

Los resultados de la evaluación económica indican que la instalación de una planta de biodiesel de tamaño medio (312.000 litros/año), es económicamente rentable si se siguen los parámetros establecidos de ingresos, costos y tasa mínima de referencia. El proyecto ofrece una rentabilidad del 16 % por año, tasa que supera la mínima requerida del 12 %, generando un beneficio de \$ 24.545.920 a valores actuales. No obstante lo anterior, debe advertirse que cualquier inversión para producir bienes lleva implícito un riesgo. Se puede poner en duda la validez de los resultados de un estudio de viabilidad de un proyecto cuando las condiciones bajo las cuales una inversión se declara rentable cambian drásticamente con el tiempo. Es probable que la rentabilidad pronosticada también cambie y esto implica un riesgo. Este riesgo será menor cuanto más se conozca sobre las condiciones económicas, de mercado y tecnológicas que rodean al proyecto.

Bibliografía

- Banco Central, 2006. Disponible en: <http://www.bcentral.cl/esp/infoeconomica/referencial/index.htm>.
- Bruno O., Costa D., Pisarello, A., Querini C. 2003. Procesos de Producción de Biodiesel: Uso de Materias Primas Alternativas y de Alta Acidez. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral- Argentina.
- Department of Energy, USA. Biodiesel Handling and use guideline. Disponible en: <http://www.nrel.gov/vehiclesandfuels/nphf/pdfs/40555.pdf>
- Instituto Nacional de Estadísticas. INE. 2006. Disponible en: http://www.ine.cl/ine/canales/chile_estadistico/estadisticas_economicas/transporte_y_comunicaciones/pdf/pdeveh_2005.pdf
- ODEPA. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Gobierno de Chile. Mercados y Rubros: Cultivos industriales. 2006. Disponible en: www.odepa.cl.
- Sapag Chain, N. y R. Sapag Chain. 1996. Preparación y evaluación de proyectos. McGraw-Hill. Colombia. 404 p.
- Baca Urbina, G. 1996. Evaluación de proyectos. McGraw-Hill. México. 339 p.