

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**VALIDACIÓN DEL SOFTWARE BODIESELF AO COMO
HERRAMIENTA DE APOYO A LA TOMA DE DECISION EN
PROYECTOS DE PRODUCCIÓN DE BODIESEL**

CELIÁN ROMÁN FIGUEROA

SANTIAGO – CHILE
2011

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**VALIDACIÓN DEL SOFTWARE BODIESELFEO COMO
HERRAMIENTA DE APOYO A LA TOMA DE DECISION EN
PROYECTOS DE PRODUCCIÓN DE BODIESEL**

CELIÁN ROMÁN FIGUEROA

SANTIAGO – CHILE
2011

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**VALIDACIÓN DEL SOFTWARE BODIESELF AO COMO
HERRAMIENTA DE APOYO A LA TOMA DE DECISION EN
PROYECTOS DE PRODUCCIÓN DE BODIESEL**

**BIODIESELF AO SOFTWARE VALIDATION AS A TOOL TO
SUPPORT DECISION MAKING PROJECT FOR BODIESEL
PRODUCTION**

CELIÁN ROMÁN FIGUEROA

SANTIAGO – CHILE
2011

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**VALIDACIÓN DEL SOFTWARE BODIESELF AO COMO
HERRAMIENTA DE APOYO A LA TOMA DE DECISION EN
PROYECTOS DE PRODUCCIÓN DE BODIESEL**

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

CELIÁN ROMÁN FIGUEROA

	Calificaciones
Profesor Guía Manuel Paneque C. Bioquímico, Dr.	7,0
Profesores Evaluadores Andrés de la Fuente D. Ing. Agrónomo	7,0
Loreto Cánaves S. Ing. Agrónomo M.Sc.	6,8

SANTIAGO – CHILE
2011

“Labor omnia vincit”

AGRADECIMIENTOS

Primero, agradecer a quienes siempre han confiado en mí y en mis capacidades. Sobre todo a mis padres, Patricia y Celián, los que durante todo mi periodo formativo me han apoyado, insistido y molestado para que me convierta en profesional. A mi hermana, Griselda, que también ha sido un apoyo incondicional durante todo este tiempo. A todo mi gran familia Figueroa Morales, que a pesar de no ser parte integral de mi formación profesional, si lo son en mi formación personal.

Agradezco a todos mis compañeros y compañeras, con los que hemos compartido y disfrutado durante todos los años de nuestra vida como universitarios (y que aún no ha culminado). A la Administración por todos los momentos que compartimos y por estar siempre ahí, cuando era necesario... por cada momento que viene y vendrá.

A los “chiquillos” de la oficina, quienes durante este último año han estado presentes y que también han colaborado en el proceso de elaboración de ésta, mi memoria.

A mi profesor guía Manuel Paneque quién ha confiado en mí, me ha ayudado para crecer profesionalmente, por darme la oportunidad de trabajar y conocer el mundo laboral inclusive antes de egresar de la carrera.

A mi profesor evaluador, Andrés de la Fuente, por los consejos y el apoyo brindado para la finalización de este trabajo.

También a Nicolás Magner, quién sin tener relación con mi memoria accedió a ayudarme, orientándome en su realización; por los consejos y recomendaciones dados para efectuar con éxito esta tarea.

Al departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, por sustentar la carrera y proporcionarnos a todos, los conocimientos necesarios para llegar a esta instancia, independiente de los inconvenientes que han surgido. Esperando que pronto vuelva alzarse como un sólo departamento, como siempre ha debido ser.

Finalmente agradecer a tod@s los que de alguna manera han influido en mi formación personal y profesional, y que han sido importantes en mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	1
Acrónimos	1
Abreviaturas	2
RESUMEN.....	4
Palabras claves	4
ABSTRACT	5
Keywords.....	5
INTRODUCCIÓN	6
Objetivos	8
Objetivo general.....	8
Objetivo específico	8
ESTADO DEL ARTE.....	9
Biodiesel.....	9
Producción de Biodiesel de Primera Generación	11
Raps	11
Maravilla.....	11
Producción mundial de aceite	12
Producción de aceite en Chile.....	14
Biodiesel de raps y maravilla.....	14
Proyectos de producción de biodiesel en Chile.....	16
Toma de decisión y sistemas de apoyo	17
MATERIALES Y MÉTODO	18
Materiales	18
BiodieselFAO	18
Evaluación del Potencial Productivo de Biocombustibles en Chile con Cultivos Agrícolas Tradicionales	19
Metodología.....	20
Análisis económico.....	20

Análisis de sensibilidad (Escenarios)	24
Comparación entre modelos	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
Módulo agrícola	27
Módulo industrial	28
Escenarios.....	32
Utilización del módulo escenarios del software BiodieselFAO	32
Confección de escenarios utilizando el módulo industrial del software BiodieselFAO.....	33
Comparación entre modelos.....	35
Módulo industrial.....	35
Escenarios	35
Valor Actual Neto (VAN)	36
Software BiodieselFAO	37
Uso del software BiodieselFAO	37
Otras consideraciones sobre el software.....	41
Consideraciones generales.....	41
CONCLUSIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXOS	51
Anexo 1. Rentabilidad del productor agrícola para el cultivo de raps (labranza tradicional y cero labranza) y maravilla.	51
Anexo 2. Flujos de caja de la producción de biodiesel.....	54
Anexo 3. Flujos de caja de los diferentes escenarios para la producción de biodiesel.....	58
APÉNDICES.....	62
Apéndice 1. Flujos de caja para raps y maravilla calculados por el software BiodieselFAO.	62
Apéndice 2. Flujos de caja para los diferentes escenarios de raps calculados por el software BiodieselFAO.	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición de ácidos grasos del aceite de raps y maravilla.....	11
Cuadro 2. Propiedades del biodiesel de raps y maravilla.....	15
Cuadro 3. Principales variables empleadas en los análisis económicos de los cultivos de raps y maravilla para la producción de biodiesel.	21
Cuadro 4. Variables consideradas en el módulo configuración general del software BiodieselFAO, necesarias para realizar los análisis económicos.....	21
Cuadro 5. Costos e ingresos (ha) de la producción agrícola de raps y maravilla con distintas formas de manejo, raps con labranza tradicional (RLT), raps con cero labranza (RCL) y maravilla (M).....	22
Cuadro 6. Inversión necesaria para la instalación de una planta de producción de biodiesel.	23
Cuadro 7. Precio de venta del biodiesel.	23
Cuadro 8. Costos de los subproductos generados en la producción de biodiesel.	23
Cuadro 9. Costos de los insumos requeridos para la producción de biodiesel a partir de raps y maravilla.	24
Cuadro 10. VAN y TIR obtenidos en la EPBCh de la UTFSM, considerando un periodo de evaluación de 10 años.....	24
Cuadro 11. Precios de venta del biodiesel (US\$ L ⁻¹) a diferentes valores de compra de grano de raps.	25
Cuadro 12. Beneficio operativo (\$ ha ⁻¹) del cultivo de raps con labranza tradicional (RLT), raps con cero labranza (RCL) y maravilla (M), obtenidos desde el software BiodieselFAO.....	27
Cuadro 13. Flujos de caja de la producción industrial de biodiesel empleando raps como materia prima, para producciones de 40.000 m ³ y 60.000 m ³ , obtenidos por el software BiodieselFAO.....	28
Cuadro 14. Flujos de caja de la producción industrial de biodiesel empleando maravilla como materia prima, para producciones de 40.000 m ³ y 60.000 m ³ , obtenidos por el software BiodieselFAO.....	28
Cuadro 15. VAN y TIR obtenidos por el software BiodieselFAO, considerando un periodo de evaluación de 10 años.....	30
Cuadro 16. VAN y TIR obtenidos por el software BiodieselFAO, modificados al agregar el valor de desecho correspondiente.....	30

Cuadro 17. Indicadores financieros de diferentes escenarios para una producción de 40.000 m ³ con raps como materia prima, obtenidos por medio del software BiodieselFAO.....	32
Cuadro 18. Indicadores financieros de una producción de 40.000 m ³ de biodiesel utilizando raps como materia prima, al variar el precio de los granos.....	34
Cuadro 19. Indicadores financieros de una producción de 60.000 m ³ de biodiesel utilizando raps como materia prima, al variar el precio de los granos.....	34
Cuadro 20. Indicadores estadísticos entre los datos generados por la UTFSM y el BiodieselFAO.....	35
Cuadro 21. Indicadores estadísticos para el escenario donde varía el precio de los granos de raps, para producciones de 40.000 m ³ y 60.000 m ³	36
Cuadro 22. VAN obtenidos en todos los flujos de caja por el software BiodieselFAO y por la UTFSM en la EPBCh.....	36
Cuadro 23. Indicadores estadísticos para los VAN obtenidos por el software BiodieselFAO en comparación con los obtenidos por la UTFSM en la EPBCh.	37
Cuadro 24. Flujo de caja con “valor desecho”, obtenido por Da Silva Jr. (s/a) por medio de la validación del software BiodieselFAO, empleando ricino como materia prima.....	39
Cuadro 25. Comparación entre dos flujos de caja empleando raps como materia prima y con la misma inversión inicial. Uno con la depreciación real y otro con error en la depreciación, calculados por el software BiodieselFAO.	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo del proceso de prueba de software.	8
Figura 2. Transesterificación de triglicéridos.....	10
Figura 3. Producción mundial de aceite (MM ton) desde la temporada agrícola 2005-2006 a 2010-2011	12
Figura 4. Porcentaje de participación de las diferentes oleaginosas en la producción mundial de aceite en la temporada agrícola 2010-2011, según proyecciones del USDA en octubre del 2010.	13
Figura 5. Composición de costos para una producción de 40.000 m ³ de biodiesel desde el cultivo de raps	31
Figura 6. Comparación del TIR entre diferentes escenarios de una producción de 40.000 m ³ de biodiesel con raps como materia prima.....	33
Figura 7. Análisis sensibilidad entre el precio de venta de los granos y la TIR	38

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Acrónimos

- BTU** : British Thermal Unit
- CATA** : Centro Avanzado de Gestión, Innovación y Tecnología para la Agricultura
- CNE** : Comisión Nacional de Energía
- CORFO** : Corporación de Fomento de la Producción
- DIGA** : Dirección de Gestión Ambiental de la Municipalidad de La Pintana
- EN** : Norma Europea; European Norm (en inglés)
- ENAP** : Empresa Nacional de Petróleo
- EPA** : United States Environmental Protection Agency
- EPBCh** : Evaluación del Potencial Productivo de Biocombustibles en Chile con Cultivos Agrícolas Tradicionales
- FAO** : Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación; Food and Agriculture Organization (en inglés)
- FIA** : Fondo de Innovación Agraria
- INGRAS** : Industria de Grasas y Aceites
- M** : Maravilla
- MM** : Millones
- ODEPA** : Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
- PMM** : Precio Medio del Mercado
- RCL** : Raps Cero Labranza
- RLT** : Raps Labranza Tradicional

SIC : Sistema Interconectado Central
TBHQ : Terbutilhidroquinona
TIR : Taza Interna de Retorno
TRC : Tasa de Retorno del Capital
UFV : Universidad Federal de Viçosa
UTFSM : Universidad Técnica Federico Santa María
USDA : United States Department of Agriculture
VAN : Valor Actual Neto

Abreviaturas

°C : Grados Celsius
h : Hora
ha : Hectárea
kg : Kilogramo
Km : Kilómetro
kWh : Kilo watts hora
l : Litro
m³ : Metro cúbico
mg : Milígramo
MJ : Mega joule
mm : Milímetro
qq : Quintales
R\$: Real brasileño

s : Segundo
s/a : Sin año
ton : Toneladas
US\$: Dólar americano

RESUMEN

Los sistemas de apoyo a la toma de decisión, son herramientas que cuentan con sustento teórico y científico para poder identificar y medir riesgos, juegan cada vez un rol de mayor importancia en las decisiones que se toman dentro de una institución. En la evaluación de proyectos contar con este tipo de herramientas simplifica la evaluación y comparación de los proyectos, permitiendo la elección del que mejor satisfaga los intereses de quienes deben decidir.

El software BiodieselFAO tiene como objetivo apoyar a la toma de decisión en proyectos de producción de aceite o biodiesel. Calcula variables económicas, financieras y sociales de los proyectos, y permite evaluarlos desde una perspectiva agrícola e industrial. Para la validación del software BiodieselFAO en Chile es necesario probar como responde ante un caso de prueba efectuado en el país. Con este fin se escogió el informe Evaluación del Potencial Productivo de Biocombustibles en Chile con Cultivos Agrícolas Tradicionales (EBPCh) confeccionado por la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM). Este informe evaluó la producción de biodiesel desde el cultivo de raps y maravilla, determinando la viabilidad económica de su producción.

Se comparó estadísticamente los flujos de caja de la producción industrial de biodiesel obtenidos por el software BiodieselFAO y los obtenidos por la UTFSM. También se compararon los VAN obtenidos en todos los análisis económicos realizados. De la comparación de los modelos, se concluye que el software BiodieselFAO no queda validado, ya que al comparar los VANs demuestra que existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los resultados obtenidos por el software BiodieselFAO y los obtenidos por la UTFSM.

Los flujos de caja obtenidos por el software BiodieselFAO no contemplan el valor de desecho de las inversiones, por lo mismo, el VAN y la TIR se encuentran subestimados en comparación con los obtenidos por la UTFSM, esto puede inducir a errores a quienes toman la decisión. Se concluye, finalmente, que no es recomendable la utilización del software BiodieselFAO, hasta que los problemas encontrados sean solucionados.

Palabras claves

Aceite; Biodiesel; software BiodieselFAO; Toma de decisión; Validación

ABSTRACT

Systems to support decision making, are tools which identify and measure risks with theoretical and scientific support. They play a greater role in take of decisions within an institution. This tool simplifies the evaluation and comparison between different projects, allowing the best choice to satisfy the interests of business.

BiodieselFAO software supports the take of decision in projects of oil or biodiesel production. Take into account economic, financial and social variables, as well as it allows assessing the project from an agricultural and industrial viewpoint. To validate the BiodieselFAO software in Chile it is necessary to test how it responds to a test case carried out in the country. For this purpose, the Assessment of the Biofuels Potential Production in Chile with Traditional Agricultural Crops report (EBPCh) was chosen, made by the Technical University Federico Santa María (UTFSM). In this report the production of biodiesel from rapeseed and sunflower seeds was evaluated, determining the economic viability of their production.

The cash flows of the industrial biodiesel production obtained with the software BiodieselFAO and those obtained with UTFSM were compared statistically. The net present value (VANs) was also compared for all economic analysis performed. It is concluded that BiodieselFAO software cannot be validated, based on the significant differences ($p>0.05$) from the VAN obtained with the BiodieselFAO y those obtained with UTFSM.

The cash flows obtained by the BiodieselFAO software doesn't consider the salvage value of investments, therefore, the VAN and internal rate of return (TIR) are undervalued compared with those obtained by the UTFSM, this may be misleading to decision makers. Finally, it is concluded that isn't advisable to use the BiodieselFAO software until these problems encountered are resolved.

Keywords

Biodiesel; BiodieselFAO software; Support decision; Oil; Validation.

INTRODUCCIÓN

Entre los años 2004 y 2008, el consumo de combustibles fósiles aumento cerca de un 22%, influido por el incremento en el consumo de diesel, el cual creció 23% en el mismo período de tiempo (CNE, 2006a; CNE, 2006b; CNE, 2006c; CNE, 2007b; CNE, 2008). Según proyecciones del Centro avanzado de Gestión, Innovación y Tecnología para la Agricultura (CATA), de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), la demanda de diesel aumentará de manera constante en el tiempo, llegando a necesitarse cerca de 5.378.000 m³ en el año 2014 sólo para el rubro del transporte, siendo este rubro el que más demanda tiene de combustibles fósiles (CATA, 2007; CNE, 2007a). El aumento en el consumo de combustibles, la dependencia de la importación de combustibles fósiles -Chile importa el 98% de los combustibles- (CNE, 2007a) y la necesidad de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero –que se producen al utilizar combustibles fósiles– (Hill *et al.*, 2006; Demirbas y Demirbas, 2007), es que se ha hecho necesario diversificar la matriz energética que posee Chile.

La bioenergía se ha transformado en una alternativa real para reemplazar a los combustibles convencionales (fósiles), ya que constituye una energía renovable que proviene principalmente de la biomasa vegetal. Ésta se origina de la energía solar que es captada por las plantas y que es almacenada en forma de energía química por ellas (Acevedo, 2006, Demirbas y Demirbas, 2007). El biodiesel, el bioetanol, el biogás y la biomasa (leña) son reconocidos como los principales biocombustibles (Román *et al.*, 2009). De entre estos, el biodiesel y el bioetanol son los que tienen mayores posibilidades para ser usados en el rubro del transporte (Demirbas, 2007; Demirbas, 2009a).

Uno de los principales inconvenientes que presentan los biocombustibles es su viabilidad económica (McLaughlin *et al.*, 1983). A finales de los años 90 las opciones para la producción de biodiesel eran escasas, ya que el costo de elaboración era mucho mayor que los precios que tenían los carburantes fósiles (Senoz *et al.*, 2000; Demirbas, 2009b). En la última década las tendencias, con respecto a la producción de biocombustibles, han ido cambiando, haciendo más viable su producción y comercialización (Demirbas, 2009b). Entre los años 2002 y 2007 los precios del petróleo estuvieron siempre al alza, llegando durante el año 2007 a los valores más altos de transacción para este combustible (Askari y Krichene, 2008; Da Silva Jr., 2009). En Chile en el transcurso del año 2008 los precios del diesel oscilaron entre \$420 y \$1.120, mientras que durante el 2009 la variación fue entre \$362 y \$574 (ENAP, 2010), demostrando su alta volatilidad. Por la inestabilidad que demuestran los precios, es que se ha hecho necesaria la búsqueda de combustibles alternativos.

Para conocer la factibilidad de producir especies oleaginosas con fines energéticos, es necesario contar con métodos de evaluación que permitan vislumbrar con mayor facilidad si es conveniente o no su realización. Los sistemas de información, y específicamente los sistema de apoyo a la toma de decisión, dan un sustento al tomador de decisión con

respecto a un problema en particular, con esto se reduce el riesgo al tomar la decisión y otorga mayor seguridad, ya que el sistema informático cuenta con sustento teórico y científico (Perez *et al.*, 2005).

El software BiodieselFAO, fue desarrollado por un acuerdo entre la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por su acrónimo en inglés) y la Universidad Federal de Viçosa (UFV), Brasil. Este programa permite calcular variables económicas y financieras de diferentes proyectos de producción de aceite o biodiesel, considerando también aspectos sociales en los proyectos. Además permite evaluar los proyectos desde el punto de vista agrícola e industrial, ya sea de manera conjunta –a modo de comparación– o individual, dando a conocer los impactos sociales y financieros de cada proyecto (FAO y UFV, 2009).

Para Chile la utilización del software BiodieselFAO puede ser una importante herramienta para la evaluación de proyectos. La producción de biodiesel es un campo incipiente en el país, lo que se traduce en oportunidades de inversión tanto pública como privada, y en beneficios para la población. Este programa permite simplificar la búsqueda de la opción productiva más viable y conveniente. La validación de un software busca responder la pregunta sobre si lo que se está desarrollando es lo que precisamente el usuario requiere, y es necesaria para disminuir los riesgos al iniciar la evaluación de un proyecto (Somerville, 2005).

La validación de un software se realiza para corroborar si éste cumple o no con las expectativas que tiene el usuario, y para ver si las soluciones o respuestas que se obtienen están de acuerdo a la realidad (Somerville, 2005; Anderson *et al.* 2004). Para desarrollar esta validación, se realizó una prueba de caja negra, que es considerada como una prueba de sistema y de entrega. Esta prueba posee este nombre ya que lo importante no es lo que ocurre en el proceso, si no que solamente interesan los datos de origen y los resultados (o datos de salida) que se obtienen (Somerville, 2005). Por medio de esta prueba se pretende verificar si el software es funcional.

La prueba de caja negra, debe contener datos que sean correctos e incorrectos, de tal forma que los resultados que se obtengan deban ser válidos e inválidos pudiendo corroborar si el sistema está funcionando de la manera que se espera. A estos escenarios se les denomina como casos de prueba, ya que por lo general se tienen antecedentes concretos sobre como deberían comportarse (Somerville, 2005). En la Figura 1 se muestra una forma de realizar una prueba de validación paso a paso.

El caso de prueba escogido para llevar a cabo la validación del software BiodieselFAO fue el informe Evaluación del Potencial Productivo de Biocombustibles en Chile con Cultivos Agrícolas Tradicionales (EPBCh), realizado por la UTFSM. El objetivo de la casa de estudio fue preparar la información base para analizar el potencial de producción de etanol y biodiesel en Chile, para realizar esta evaluación se consideraron cuatro secciones: 1. Identificación de los procesos productivos de materias primas y de elaboración de los

biocombustibles, 2. Balance energético, 3. Evaluación económica y 4. Localización de plantas productoras (CATA, 2007).

Esta memoria tiene como finalidad evaluar el nivel de correspondencia entre los resultados entregados por el software BiodieselFAO, en la prueba de caja negra, y los resultados obtenidos en las evaluaciones económicas realizadas por la UTFSM.

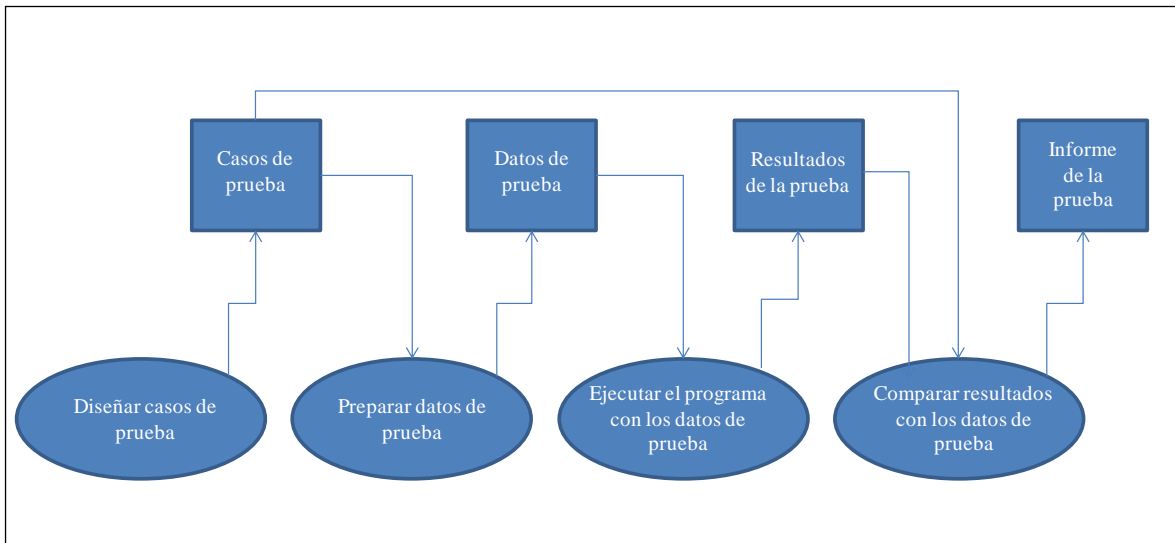


Figura 1. Modelo del proceso de prueba de software. (Fuente: Sommerville, 2005)

Objetivos

Objetivo general

Validación del software BiodieselFAO en proyectos de producción de biocombustibles de raps y maravilla (girasol) en Chile, por medio de la comparación de los modelos del software BiodieselFAO y el informe generado por el CATA.

Objetivo específico

- Identificar si el software BiodieselFAO sirve desde punto de vista operacional como herramienta de apoyo en la toma de decisión para implementar políticas públicas y proyectos de inversión.

ESTADO DEL ARTE

Biodiesel

Alrededor del año 1900 en una exposición en París se empleó por primera vez aceite de maní en un motor diesel (Knothe, 2005a; Sahoo, *et al.*, 2007). Rudolf Diesel, creador del motor diesel, demostró que es posible emplear aceites vegetales en sus motores. El problema, debido a la alta viscosidad que poseen los aceites, es que sólo se puede utilizar en una pequeña cantidad, de otra forma serían necesarias realizar modificaciones en el motor (Knothe, 2005a; Demirbas, 2009b). Para solucionar el problema de la viscosidad de los aceites, se han probado cuatro métodos para poder disminuirla, estos son: dilución, pirólisis, microemulsificación y transesterificación (Sensoz *et al.*, 2000; Srivastava y Prasad, 2000; Demirbas, 2008; Demirbas, 2009b; Singh y Singh, 2010).

Dilución es el método más simple para poder emplear aceites vegetales en el motor diesel. Se mezcla el aceite con el diesel convencional, y en ocasiones se agrega otro compuesto (*e.g.* etanol) que actúa como solvente. Sin embargo, no es recomendable su utilización por mucho tiempo, debido a que se depositan restos de carbón en la boquilla del inyector (Srivastava y Prasad, 2000; Demirbas, 2009b; Singh y Singh, 2010).

Pirólisis, consiste en la fragmentación de los triglicéridos por medio de la aplicación de calor (energía calórica) (Srivastava y Prasad, 2000; Demirbas, 2009b; Singh y Singh, 2010). Los principales productos de la pirólisis son alcanos, alquenos, hidrocarburos aromáticos y ácidos carboxílicos; la fracción líquida, constituida por algunos de estos compuestos, es la que puede emplearse en los motores diesel (Schwab *et al.*, 1988; Srivastava y Prasad, 2000; Demirbas, 2009b).

Microemulsión es la mezcla del aceite vegetal, un alcohol de cadena corta, normalmente etanol o metanol (líquidos inmiscibles), agua y surfactante. El producto que se obtiene es un líquido estable en donde la viscosidad cinemática se acerca a la recomendada en las normativas internacionales ($3,5 - 5,0 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$ a $40 \text{ }^\circ\text{C}$) (Ziejewski *et al.*, 1984; Ma y Hana, 1999; Srivastava y Prasad, 2000; Demirbas, 2009b).

Transesterificación o alcoholólisis es un conjunto de tres reacciones (Figura 2) entre un triglicérido y un alcohol, y que emplea un catalizador -hidróxido de potasio o hidróxido de sodio- para acelerar el proceso, como resultado se obtiene un alcohol (glicerol) y tres ésteres (Srivastava y Prasad, 2000; Demirbas, 2008; Demirbas, 2009b).

De los cuatro métodos para reducir la viscosidad de los aceites -dilución, pirólisis, microemulsión y transesterificación-, los ésteres alquílicos obtenidos de la transesterificación es lo que se reconoce como biodiesel (Srivastava y Prasad, 2000).

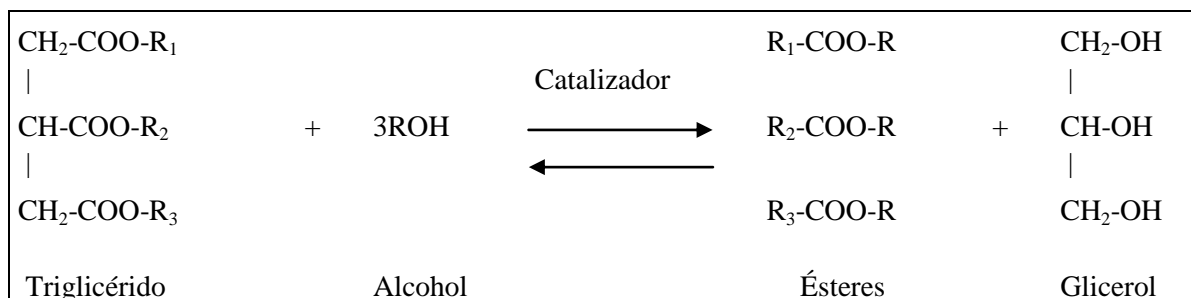


Figura 2. Transesterificación de triglicéridos (Fuente: Srivastava y Prasad, 2000; Demirbas, 2008; Demirbas, 2009b)

El biodiesel es un combustible alternativo o complementario al diesel convencional, presenta características que lo convierten en una opción real para ser usado como combustible (Demirbas, 2009a; Demirbas, 2009b). Es renovable, ya que su origen es desde materia orgánica, es biodegradable y no es tóxico, tiene bajas emisiones de contaminantes – sobre todo derivadas del azufre– y es beneficioso para el medio ambiente (Ma y Hanna, 1999; Agarwal, 2007; Demirbas, 2009b). El biodiesel puede ser usado en cualquier proporción en los motores diesel, desde un 1% (B1) hasta un 100% (B100) (Srivastava y Prasad, 2000; Agarwal y Das, 2001), aunque lo más recomendable y utilizado son las mezclas con 20% de biodiesel (B20) (Agarwal y Das, 2001; EPA, 2002).

Las características que posee el biodiesel son muy similares a las del diesel convencional (Srivastava y Prasad, 2000; Agarwal, 2007). La viscosidad de los aceites se reduce por medio del proceso de transesterificación, dejándola en un nivel ligeramente más alto que el del diesel (Srivastava y Prasad, 2000; Agarwal, 2007; Bhale *et al.*, 2009; Demirbas, 2009a; Demirbas, 2009b). El índice de cetano del biodiesel es superior, la mayoría de las veces, al del diesel, encontrándose entre 45 – 63, mientras que el del diesel oscila entre 40 y 47 (Srivastava y Prasad, 2000; Demirbas, 2005; Agarwal, 2007; Demirbas, 2009b). El biodiesel mejora la lubricidad del motor, y al emplearlo en mezclas con el diesel se produce una disminución en su desgaste (Demirbas, 2009b). El principal problema que presenta el biodiesel con respecto al diesel, es en las propiedades de flujo frío, en donde por lo general el punto de escurrimiento y de niebla son mucho más altos (Srivastava y Prasad, 2000; Imahara *et al.*, 2006; Bhale *et al.*, 2009). Finalmente, otro inconveniente que presenta el biodiesel es en la corrosión por cobre, que es más alta que en el diesel convencional (Demirbas, 2007).

El biodiesel, se puede obtener desde diferentes fuentes y dependiendo de las tecnologías para su producción se dividen por generación. El de primera generación proviene desde cultivos agrícolas tradicionales o grasas animales. Los de segunda generación son cultivos que no tienen importancia agrícola y que no debieran competir por el territorio con ellos, también se consideran los obtenidos por medio de la gasificación y posterior síntesis del gas provenientes de cultivos leñosos. La tercera generación corresponde al biodiesel proveniente de algas y microalgas. (Antizar-Ladislao y Turrion-Gomez, 2008; Gressel, 2008; Demirbas, 2009a).

Producción de Biodiesel de Primera Generación

Para la producción de biodiesel, los cultivos de raps (*Brassica napus* L.) y maravilla (*Helianthus annuus* L.) son los que se adaptarían de mejor manera a las condiciones climáticas y edáficas de Chile (Iriarte *et al.*, 2010). Además, según la UTFSM existen en el país sobre 300.000 hectáreas con potencial para poder producir aceite desde estos cultivos, lo que permitiría suplir la demanda de biodiesel de un 5%, en el rubro del transporte, proyectado al año 2014 (CATA, 2007).

Raps

No se tiene bien claro el origen del raps, pudiendo ser nativa del Mar Mediterráneo o del oeste asiático. Es una hierba anual o bienal muy ramificada y que mide alrededor de 1,5 m de alto. Sus semillas son globosas, de color café oscuro o negro azulado y tienen un diámetro de entre 1,5 a 2,5 mm. Poseen de 40 a 45% de aceite, el que está compuesto principal por ácido Erúxico, el que se encuentra entre 22 – 55% (Grubben y Denton, 2004; Román *et al.*, 2009), en el Cuadro 1 se puede apreciar la composición de ácidos grasos del raps.

Maravilla

La maravilla es nativa de México y del oeste de Estados Unidos. Es una especie herbácea y anual, que alcanza alturas de hasta 2,5 m, como característica particular, la flor de esta especie gira durante el día siguiendo la luz del sol. Sus semillas poseen entre 25 – 50% de aceite, siendo el ácido Linoleico el que se encuentra en mayor cantidad, entre 20 – 72,2% (Seiler y Brothers, 1999; Román *et al.*, 2009). Para ver la composición completa de ácidos grasos de la maravilla, ver Cuadro 1. Para ambas especies existen variedades modificadas en donde el ácido Oleico pasa a ser el principal constituyente del aceite extraído (Flagella *et al.*, 2002; Spasibionek, 2006).

Cuadro 1. Composición de ácidos grasos del aceite de raps y maravilla.

Ácido graso	Estructura química	Raps Composición (%)	Maravilla Composición (%)
Laúrico	C12:0	–	9,6
Mirístico	C14:0	–	4,1
Palmítico	C16:0	2,0 - 4,5	3,9 - 16,7
Esteárico	C18:0	0,8 - 1,5	2,8 - 8,0
Oleico	C18:1	8,0 - 33,0	16,2 - 19,6
Linoleico	C18:2	12,0 - 21,0	20,0 - 72,2
Linolénico	C18:3	8,0 - 14,0	–
Araquídico	C20:0	0,5 - 1,2	6,8

(Continúa)

Cuadro 1 (continuación). Composición de ácidos grasos del aceite de raps y maravilla.

Ácido graso	Estructura química	Raps Composición (%)	Maravilla Composición (%)
Behénico	C22:0	0,2 - 1	0,6 - 6,8
Erúico	C22:1	22 - 55	–
Lignocérico	C24:0	–	8,4

Fuente: Seiler y Brothers, 1999; Grubben y Denton, 2004; Román *et al.*, 2009

Producción mundial de aceite

A nivel mundial, durante la temporada agrícola 2009-2010, se produjo una disminución de 500.000 ha sembradas con oleaginosas en comparación con la temporada agrícola 2008-2009, alcanzando MM 214,64 ha sembradas. A pesar de la disminución en la cantidad de hectáreas sembradas, se registra un aumento en la producción, llegando hasta MM 437 ton, MM 40 más que en la temporada agrícola 2008-2009 (Iglesias, 2010).

Desde la temporada agrícola 2005-2006, se ha producido un aumento constante en la producción de aceite, desde cultivos agrícolas. Para la temporada 2010-2011 se proyecta un aumento del 4,64% con respecto a la temporada agrícola 2009-2010 (Figura 3). Existiendo un incremento acumulado desde la temporada 2005-2006 a la 2010-2011 de 22,1% (USDA, 2010).

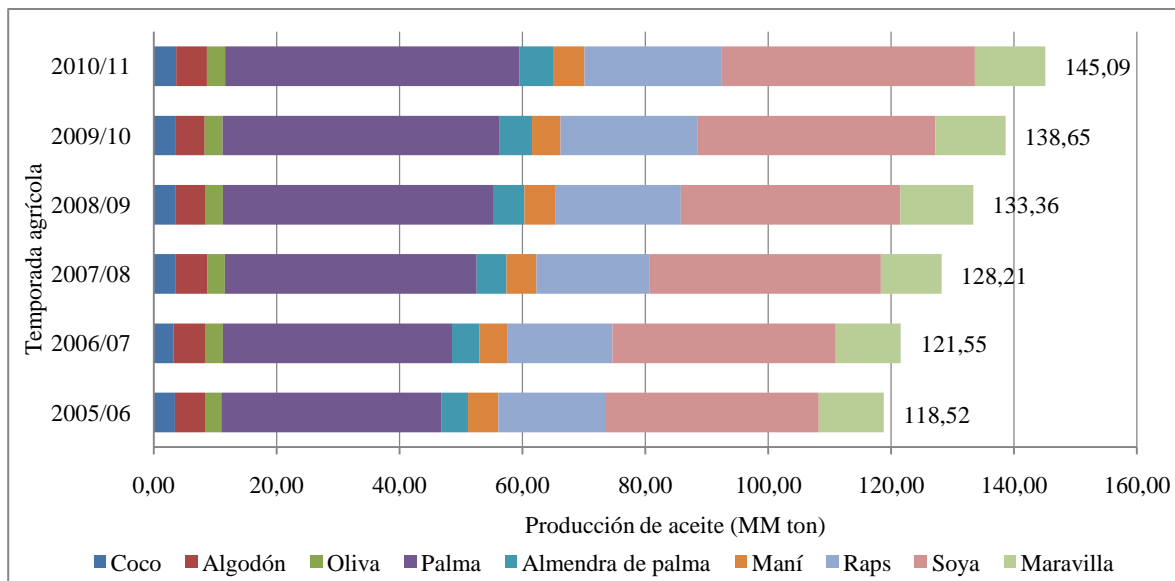


Figura 3. Producción mundial de aceite (MM ton) desde la temporada agrícola 2005-2006 a 2010-2011^a. (Fuente: Elaboración propia con datos de USDA, 2010).

^a La producción de aceite durante la temporada agrícola 2010-2011 corresponde a estimaciones efectuadas por el USDA en octubre del 2010.

Son nueve los principales cultivos oleaginosos a nivel mundial (figuras 3 y 4), pero son cuatro las especies que representan el mayor porcentaje de producción de aceite. Palma (*Elaeis guineensis*), soya (*Glycine max*), raps y maravilla, representan en conjunto el 85% de la producción mundial de aceite (Figura 4). La palma es el principal cultivo oleaginoso en el mundo, se producen MM 45 ton aceite al año (USDA, 2010).

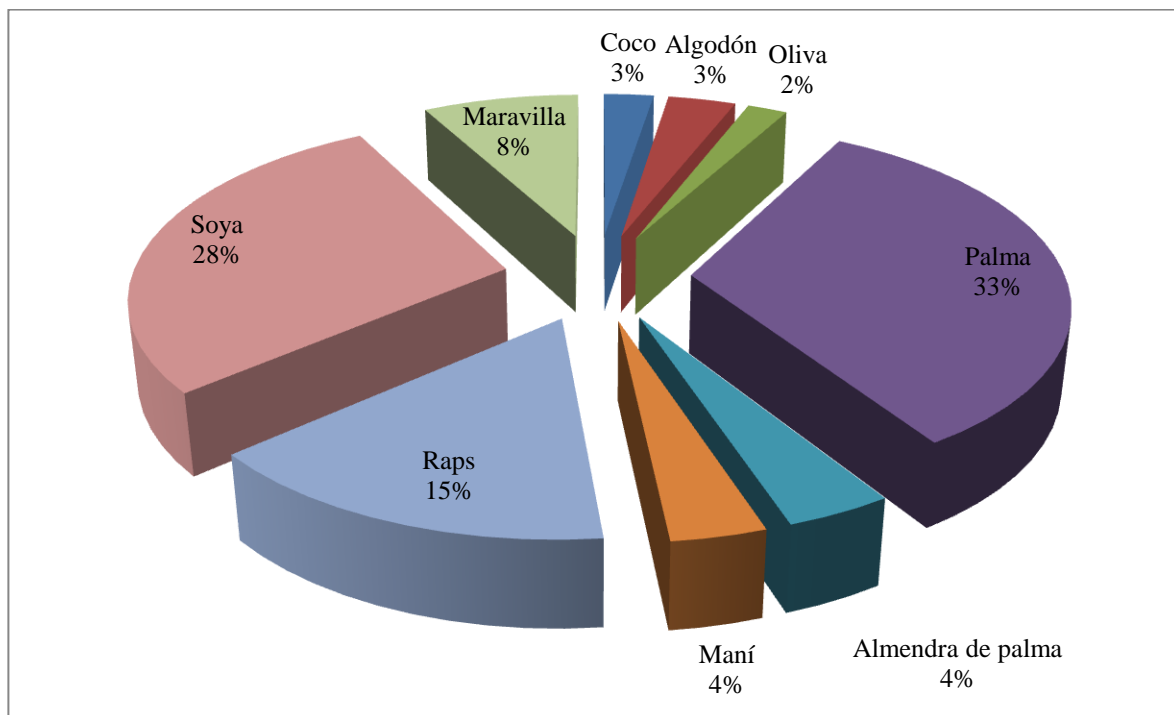


Figura 4. Porcentaje de participación de las diferentes oleaginosas en la producción mundial de aceite en la temporada agrícola 2010-2011, según proyecciones del USDA en octubre del 2010. (Fuente: Elaboración propia con datos de USDA, 2010).

El raps es el tercer cultivo oleaginoso de mayor importancia a nivel mundial. La Unión Europea, China, India, Canadá y Japón son los principales productores de raps, tanto para el aceite como sus subproductos. Las hectáreas sembradas con raps en la temporada agrícola 2009-2010 alcanzaron los MM 31,02, registrándose una disminución del 0,3% en comparación con la temporada agrícola anterior, para la temporada agrícola 2010-2011 se proyecta un aumento de MM 0,75 ha sembradas con raps. Durante la temporada agrícola 2009-2010 se alcanzó una producción de MM 22,31 ton de aceite, es decir, un 7,8% superior que en la temporada agrícola anterior. La Unión Europea es el principal productor de este aceite con alrededor de 9.000 ton año⁻¹ (Iglesias, 2010; USDA, 2010).

La maravilla es el cuarto cultivo oleaginoso de importancia en el mundo. Ucrania, La Unión Europea, Rusia, Argentina y Turquía son los principales productores, tanto para el aceite como sus subproductos. Las hectáreas sembradas con maravilla en la temporada agrícola 2009-2010 alcanzaron los MM 22,24, registrándose una disminución del 6,1% en comparación con la temporada agrícola anterior, mientras que para la temporada 2010-

2011, se proyecta un aumento de MM 1,55 ha. En la temporada agrícola 2009-2010 la producción de aceite alcanzó hasta los MM 11,46 ton, disminuyendo en 3,5% en relación a la temporada anterior (USDA, 2010)

Producción de aceite en Chile

En Chile durante la temporada agrícola de 2008-2009 se plantaron alrededor de 25.130 hectáreas con raps, y se proyecta (por la intención de siembra) para la temporada agrícola 2009-2010 una disminución de un 56% en el total de hectáreas sembradas, lo que equivale a alrededor de 10.980 hectáreas sembradas. En el caso de la maravilla, durante la temporada agrícola 2008-2009 se plantaron 4.350 hectáreas, y para la temporada 2009-2010 se proyectan 3.050 hectáreas, registrándose una disminución del 30% (ODEPA, 2010a).

En los últimos años ha existido una disminución notoria en las hectáreas sembradas con ambas especies. En la temporada agrícola 1988-1989 se sembraron sobre 61.100 ha con raps, mientras que en la temporada 1985-1986 las hectáreas con maravilla alcanzaron hasta 30.070. Por lo tanto, en la actualidad se está sembrando menos del 20% del máximo de hectáreas sembradas para ambas especies (91.170 ha aproximadamente), existiendo abundantes tierras disponibles para la producción de raps y maravilla (ODEPA, 2010a).

La producción de raps durante la temporada agrícola 2008-2009 sobrepasó las 78.500 toneladas, registrándose un aumento del 18% con respecto a la temporada anterior. Pero debido a la disminución en el terreno sembrado, se proyecta que para la temporada 2009-2010 la producción se reduzca en 43.900 toneladas (ODEPA, 2010a). El raps crece principalmente entre las regiones del Maule y de Los Lagos, siendo la región de La Araucanía la que concentra la mayor producción con un 45% del total nacional (ODEPA, 2010b).

La maravilla durante la temporada agrícola 2008-2009 alcanzó una producción de 10.000 toneladas, siendo un 30% mayor que en la temporada anterior, pero al igual que lo que ocurre con el raps, durante la temporada 2009-2010 se proyecta una disminución en la producción llegando hasta las 7.900 toneladas (ODEPA, 2010a). La producción de maravilla se encuentra entre las regiones Metropolitana y de La Araucanía, concentrándose principalmente en la región del Maule con sobre el 48% de la producción nacional (ODEPA, 2010b).

Biodiesel de raps y maravilla

El biodiesel se produce con el aceite que poseen los frutos o semillas de las especies oleaginosas. En el Cuadro 2 se aprecian las propiedades que posee el biodiesel obtenido desde el aceite de ambas especies, en comparación con la normativa de Chile y de la Unión Europea.

Cuadro 2. Propiedades del biodiesel de raps y maravilla.

Parámetro	Medida	Raps	Maravilla	Normativa Chilena ¹	Normativa Europea ²
Viscosidad cinemática	mm ² s ⁻¹ a 40 °C	4,2	4,4	3,5 - 5,0	3,5 - 5,0
Índice de cetano	–	51 - 59,7	49	–	mín. 51
Poder calorífico	MJ kg ⁻¹	32,8	33,5	–	–
Punto de niebla	°C	3,4	1	–	–
Punto de inflamación	°C	–	183	mín. 120	mín. 120
Densidad	kg L ⁻¹	0,882	0,86 - 0,88	0,86 - 0,90	0,86 - 0,90
Estabilidad oxidativa	h a 110 °C	7,6	0,9	mín. 6	mín. 6

Fuente: Karmakar *et al.*, 2010; Singh y Singh, 2010

¹ Decreto N° 11 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

² Norma Europea (EN) 14.214, Estándar europeo para el metil éster de ácidos grasos.

Como se puede observar en el Cuadro 2, el biodiesel de raps cumple con las propiedades de normativa chilena y europea. En cambio, el biodiesel de maravilla no cumple con los requisitos mínimos del índice de cetano y estabilidad oxidativa, en la normativa europea, y con la estabilidad oxidativa en la normativa chilena.

La estabilidad oxidativa afecta a la calidad del combustible, ya que al estar en contacto con el aire se produce la polimerización del combustible, obteniéndose productos insolubles que causan problemas con el motor, principalmente en la bomba de inyección (Mittelbach y Gangl, 2001; Knothe, 2005b). Al efectuarse el proceso de transesterificación se reduce el contenido de tocoferol (antioxidante) en el biodiesel. Al transesterificar el aceite de maravilla el contenido de tocoferol se reduce de 68,1 mg en 100 g de aceite, a 49 mg en 100 g de metil éster de maravilla (du Plessis *et al.*, 1985). Con respecto al índice de cetano, según el Decreto N° 11 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, no existen límites para el índice de cetano, pero si debe estar disponible la información para el usuario (Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, 2008).

Otro factor importante que influye en el valor de la estabilidad oxidativa, es la composición de ácidos grasos que poseen los aceites (en el Cuadro 1 se puede apreciar la composición de ácidos grasos en el aceite de las dos especies). Cuando es mayor la cantidad de ácidos grasos insaturados mayor es la oxidación del metil éster, a su vez, mientras más insaturado sea el ácido más rápido ocurre la oxidación (Anguaya, 2007). La tasa de oxidación relativa del metil éster es de 1%, 41% o 98% para los ácidos oleico, linoleico o linolénico respectivamente (Knothe, 2005b; Moser y Vaughn, 2010).

La estabilidad oxidativa del metil éster se puede mejorar al agregar al biodiesel compuestos antioxidantes (Knothe, 2005b). Los antioxidantes sintéticos son los que mejores efectos han tenido en aumentar la resistencia a la oxidación del biodiesel, siendo la Terbutilhidroquinona (TBHQ) la que representa la alternativa más viable, por sobre otros compuestos sintéticos y por sobre diversas combinaciones de antioxidantes naturales (Mittelbach y Schober, 2003; Ryu, 2010).

Proyectos de producción de biodiesel en Chile

En Chile existen al menos 8 proyectos de producción de biodiesel. Planta FAME de Pullman Bus en Quilicura y Planta Industrias Grasas y Aceites Ltda. (INGRAS) de San Bernardo son las más importantes. La primera emplea aceite de cocina reciclado, mientras que la segunda utiliza aceites y grasas recicladas. Otros proyectos de producción de biodiesel son: Biodiesel Chile S.A., Biodiesel Austral S.A. y Biodiesel Sur S.A. (las tres plantas pertenecen al mismo grupo empresarial), Planta Matadero en Concepción, Bioengine en Puente Alto, Preseco S.A. en Las Condes y la planta artesanal de la Dirección de Gestión Ambiental (DIGA) de la Municipalidad de La Pintana (El Mercurio, 2007; Colegio de Ingenieros Agrónomos de Chile, 2009).

La Universidad de La Frontera y el Molino Gorbea son pioneras en la producción de aceite con fines energéticos desde cultivos agrícolas, durante el año 2009 habilitaron una planta piloto para la producción de biodiesel (con fines experimentales), utilizando raps (*Brassica napus* L.) como materia prima. La Universidad de La Frontera se encuentra estudiando la cadena productiva del biodiesel, incluyendo desde la parte agrícola hasta el análisis de las emisiones provenientes de la combustión del biodiesel. El combustible obtenido se está empleando de forma industrial en maquinarias pertenecientes al Molino Gorbea, Región de la Araucanía (Riadi, 2009).

Existen instituciones educacionales que se encuentran desarrollando proyectos de investigación usando cultivos energéticos oleaginosos como materia prima para la producción de biodiesel de segunda generación, estos son: Universidad de Chile con jatropha (*Jatropha curcas* L.), Universidad de Concepción con camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) y mostaza (*Sinapis alba* L.) y Pontificia Universidad Católica de Chile con guindilla (*Guindilia trinervis* Gill. ex H. & A.). Todos estos proyectos se encuentran en etapa de investigación, no siendo aún posible la producción intensiva de estos cultivos.

El consorcio Biocomsa S.A., se encuentra desarrollando proyectos productivos de biocombustibles de segunda generación. Este consorcio emplea cultivos lignocelulósicos, desechos forestales y desechos agrícolas como materia prima para la producción de biodiesel. La inversión para el desarrollo de este consorcio alcanzan MM US\$ 3,77, siendo MM US\$ 1,97 aportados por InnovaChile de CORFO (CORFO, 2008).

InnovaChile de CORFO también está financiando otros dos proyectos que buscan la producción de biodiesel de tercera generación, proveniente desde el aceite de microalgas. Los consorcios favorecidos son Desert Bioenergy S.A. y Algafuels S.A., en conjunto estos dos consorcios invertirán MM US\$ 19,57, y el aporte de InnovaChile equivale a MM US\$ 10,79 (Astudillo, 2010; CORFO, 2010).

Toma de decisión y sistemas de apoyo

En la actualidad la toma de decisión es fundamental para poder elegir la alternativa más adecuada según los requerimientos y necesidades que se tengan, se aplica tanto en el ámbito personal, social y colectivo (Crozier y Ranyard, 1997; Ranyard *et al.*, 1997). Además, es vital para mejorar la gestión de una empresa, organismo público u otro tipo de institución, tomar una buena decisión va influir en la repartición de los recursos, en la resolución de problemas y en alcanzar los objetivos o las metas trazadas (Daft, 2009). Para poder brindar mayor seguridad a la hora de tomar una decisión, existen los sistemas de apoyo a la decisión que buscan dar un sustento científico teórico a quienes deciden (Perez *et al.*, 2005).

Según Smith *et al.* (2000) un sistema de apoyo a la decisión es: “un sistema integrado de software con capacidades de gestión de datos, modelos matemáticos y capacidades interactivas para ayudar al decidor a sintetizar y analizar las interrelaciones de los elementos implicados en problemas complejos de decisión”. Los sistemas de apoyo a la decisión no sólo deben entregar información –lo que lo diferencia de un sistema de información convencional–, sino que también deben responder a las interrogantes de los usuarios, permitir la confección de diferentes escenarios y entregar los resultados de forma clara y gráfica para facilitar la tarea del decidor (Chaves y Falsarella, 1995; Smith *et al.*, 2000).

Los sistemas de apoyo a la decisión se emplean en un amplio rango de actividades y situaciones, para ver la factibilidad de ejecutar un proyecto, en la implementación de políticas de asentamiento urbano, en la fabricación de productos, en estrategias de mercado, en políticas energéticas, entre otras (Smith *et al.*, 2000). Por eso cumplen un rol importante en las decisiones que se tomen en cualquier tipo de organización.

MATERIALES Y MÉTODO

Materiales

BiodieselFAO

BiodieselFAO es la evolución del software Biosoft que fue desarrollado en el año 2006, por el Ministerio de Desarrollo Agrario de Brasil y la UFV. BiodieselFAO es un software desarrollado por la FAO y la UFV, y tiene el propósito de facilitar la toma de decisiones en proyectos de generación de aceite o biodiesel (FAO y UFV, 2009). Se evaluó la versión 1.0 del software BiodieselFAO, el que corresponde a la primera versión de la evolución del software Biosoft.

El software BiodieselFAO fue diseñado para la evaluación de proyectos de producción de aceite o biodiesel. Entrega una serie de indicadores financieros, económicos y sociales, que permiten evaluar la rentabilidad de los proyectos analizados. El software BiodieselFAO permite realizar análisis desde la perspectiva agrícola e industrial. La producción agrícola, hace una evaluación desde las labores de campo hasta la venta del grano para la producción de biodiesel. La producción industrial, considera desde la extracción del aceite del grano (con la compra de los granos) hasta la venta del biodiesel. Con el software BiodieselFAO se pueden realizar análisis considerando proyectos en que se evalúe de manera conjunta la producción agrícola y la industrial, también permite la elaboración de escenarios para la comparación de más de un proyecto. El software BiodieselFAO se encuentra constituido por cinco módulos: configuración general, módulo agrícola, módulo industrial, resultados y escenarios (FAO y UFV, 2009).

En la ventana configuración general del software BiodieselFAO se registra la información relacionada con el proyecto que es común para la parte agrícola e industrial. En el módulo agrícola se registra la información de las labores de campo necesarias para la producción de las especies oleaginosas, hasta la obtención de las semillas. En el módulo industrial se incorporan los datos relacionados con la parte agroindustrial del proyecto, es decir, información referente a la producción de aceite o biodiesel. En resultados se entregan los cálculos de la información ingresada en los otros módulos, se entregan entre otros indicadores –financieros y sociales– el número de empleos generados, la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VAN). En este módulo se obtienen los flujos de caja de la parte agrícola e industrial, además es posible evaluar la sensibilidad de los proyectos. En el módulo escenarios se pueden comparar diferentes proyectos para ver cuáles son los pro y los contras de cada uno, también permite ver como varían los indicadores al modificar algunas variables (Perez *et al.*, 2005; FAO y UFV, 2009).

Evaluación del Potencial Productivo de Biocombustibles en Chile con Cultivos Agrícolas Tradicionales

La Evaluación del Potencial Productivo de Biocombustibles en Chile con Cultivos Agrícolas Tradicionales (EPBCh) fue confeccionado por el CATA, Departamento de Industrias, UTFSM en el año 2007. Es parte de la “Evaluación Socioeconómica y Balance Energético de la Cadena Productiva desde la Producción de Materia Prima hasta la Elaboración de Biodiesel y Etanol en Chile, a partir de los Cultivos Agrícolas Tradicionales”, proyecto contratado por Fondo de Innovación Agraria (FIA), Comisión Nacional de Energía (CNE) y Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) (CATA, 2007).

El objetivo general de la EPBCh fue preparar información de base para analizar el potencial productivo de etanol y biodiesel en Chile (CATA, 2007).

Para llevar a cabo el objetivo, la EPBCh se estructuró en cuatro secciones (CATA, 2007):

1. Identificación de los procesos productivos de materias primas y de elaboración de los biocombustibles: Se determinó cuales son las principales especies anuales, que sean cultivos tradicionales, que pueden servir para la producción de biocombustibles en el país, estas son, raps y maravilla para biodiesel, arroz, maíz y trigo para etanol. Además se determinó los mejores métodos de obtención del biocombustible, estos son la transesterificación para el biodiesel y molienda seca para el etanol.
2. Balance energético: Se realizaron dos balances, uno exhaustivo en donde se considera todas las entradas y salidas de energía del proceso productivo. El otro nacional, en donde no se considera el gasto energético de los insumos producidos fuera del país. En todos los casos el balance energético nacional fue mucho menor que el exhaustivo, precisamente, debido a que gran parte de los insumos se producen fuera de las fronteras.
3. Evaluación económica: Se consideró una economía abierta para poder abastecer a las plantas productoras, ya que en una economía cerrada, la producción nacional no daría a abasto. Bajo esta condición los cultivos más rentables serían raps para biodiesel y maíz para etanol.
4. Localización de plantas productoras: En este caso se consideró una economía cerrada, ya que de otra forma la mejor ubicación para la planta productora sería en lugares cercanos a los puertos de desembarque de la materia prima. Se determinó que la ubicación óptima para las plantas son desde la región del Maule al sur, ya que la mayor cantidad de terrenos disponibles se encuentran desde esa región al sur.

El trabajo efectuado por la UTFSM corresponde a un análisis exhaustivo y preciso para cada una de las diferentes variables empleadas. Por lo mismo es que se utilizó como caso de prueba en esta memoria.

Metodología

La validación del software BiodieselFAO se realizó mediante la comparación de los resultados de los análisis económicos y de sensibilidad calculados por el software BiodieselFAO y los resultados obtenidos por la UTFSM. El informe EPBCh contiene una evaluación económica para la producción de biodiesel desde cultivos agrícolas tradicionales, específicamente desde raps (*Brassica napus* L.) y maravilla o girasol (*Helianthus annuus* L.). Los flujos de caja obtenidos, responden a la condición de proyecto puro, es decir, en donde no se considera una fuente de financiamiento externa, financiándose completamente con capitales propios (Córdoba, 2006).

Análisis económico

La EPBCh efectuado por la UTFSM tiene como objetivo el estudio de la factibilidad económica de producir biodiesel en Chile por medio de los cultivos agrícolas de raps y maravilla. Para efectuar el análisis económico la UTFSM consideró un abastecimiento del 100% con los granos de una sola de las especies (CATA, 2007).

Información general: Información básica y necesaria relacionada con la producción agrícola e industrial. Entre la información imprescindible, se encuentra el periodo en que se mantendrá funcionando una empresa, lo que equivale al tiempo de análisis del proyecto. Los análisis económicos realizados consideran un periodo de 10 años, en el software BiodieselFAO se utiliza para el cálculo de los flujos de caja del agricultor y los industriales. También se consideraron supuestos relacionados directamente con la especie empleada. El precio de transacción de los granos –se consideró una economía abierta y los precios se ven influenciados por los mercados internacionales (CATA, 2007)–, el rendimiento por hectárea y el factor de conversión. En el Cuadro 3 se pueden apreciar cuales son estos valores para las dos especies.

En el Cuadro 4 se muestran otras entradas necesarias para poder trabajar con el software BiodieselFAO. Estas se dividen según se utilicen en el módulo agrícola o industrial, esta información no necesariamente fue utilizada en las evaluaciones realizadas por la UTFSM, y tampoco son indispensables para poder realizar las evaluaciones con el software BiodieselFAO. En este caso, para poder llevar a cabo los análisis económicos, y para su posterior comparación, fue necesario contar con los días de operación de la industria, los meses de operación y el turno de trabajo (Cuadro 4). En el caso de los días de operación, la UTFSM no utilizó esta información en los análisis económicos realizados. Para que el software BiodieselFAO realice los cálculos, los días de operación son necesarios, se asumió

una jornada de trabajo de 45 horas semanales, ya que según lo expuesto en el Código del Trabajo, la jornada laboral no debe exceder esa cantidad de horas (Subsecretaría del Trabajo, 2002). Para que cada día la planta de biodiesel mantuviera su producción, la jornada fue considerada de nueve horas diarias de lunes a viernes durante los 12 meses del año. Esto se traduce en que la planta de biodiesel se mantiene operativa durante 260 días al año.

Cuadro 3. Principales variables empleadas en los análisis económicos de los cultivos de de raps y maravilla para la producción de biodiesel.

Indicador	Medida	Raps	Maravilla
Precio de los granos	US\$ ^b qq ⁻¹	0,274	0,283
	\$ qq ⁻¹	14.549	15.027
Rendimiento actual	ton ha ⁻¹	3,49	1,99 ^c
Factor de conversión (CATA)	m ³ ton ⁻¹	0,42	0,44
Factor de conversión (BiodieselFAO)	kg L ⁻¹	2,381	2,273

Fuente: CATA, 2007.

Cuadro 4. Variables consideradas en el módulo configuración general del software BiodieselFAO, necesarias para realizar los análisis económicos.

Ítem	Medida	Valor	
Agrícola	Ingreso mínimo de los agricultores	\$ mes ⁻¹	–
	Remuneración del trabajo	\$ día hombre ⁻¹	–
	Tasa mínima de atractividad de la agricultura	%	–
	Impuestos agrícolas	%	–
	Capacidad de producción de la industria	L día ⁻¹	154.000 – 231.000 ^d
Industrial	Días de operación	Días	260
	Meses de operación	Meses	12
	Turno de trabajo	–	1
	Tasa mínima de atractividad de la industria	%	12
	Impuestos sobre los beneficios de la industria	%	17

Fuente: CATA, 2007.

Módulo agrícola: Corresponde exclusivamente a las labores relacionadas con el campo. La función principal es el abastecimiento de los granos, es decir, la materia prima para poder producir aceite para el biodiesel. En el Cuadro 5 se pueden ver las rentabilidades que

^b Se consideró el mismo precio del dólar empleado por la UTFSM, lo que equivale a US\$1 = \$531 (CATA, 2007).

^c En el informe EPBCH de la UTFSM se ocupó un rendimiento de semillas de maravilla de 1,9 ton ha⁻¹, pero en los análisis económicos que ellos mismos realizaron se utilizó un rendimiento de 2,5 ton ha⁻¹.

^d La capacidad de producción de la industria (L día⁻¹) va a depender de la capacidad de producción que posea la planta de biodiesel. La planta de biodiesel con capacidad para 40.000 m³, equivale a 153.846,2 L día⁻¹ aproximadamente, cuando su capacidad es de 60.000 m³ equivale a 230.769,2 L día⁻¹ aproximadamente.

obtendría un agricultor al abastecer de granos a una empresa productora de biodiesel, con tres sistemas agrícolas diferentes. Labranza tradicional y cero labranza para el caso del raps y labranza tradicional para la maravilla. En esta evaluación se incluyen la suma de los costos de las labores y los insumos, además se agregan otros costos relacionados, como el flete, la renta de la tierra e imprevistos (para tener información más detallada de las diferentes labores e insumos y sus costos ver Anexo 1).

Cuadro 5. Costos e ingresos (ha) de la producción agrícola de raps y maravilla con distintas formas de manejo, raps con labranza tradicional (RLT), raps con cero labranza (RCL) y maravilla (M).

Ítem	Medida	RLT	RCL	M
Rendimiento	qq ha ⁻¹	35	35	25
Precio	\$ qq ⁻¹	14.549	14.549	15.027
Total labores	\$ ha ⁻¹	127.923	93.923	203.596
Total insumos	\$ ha ⁻¹	213.175	221.812	275.689
Flete	\$	10.500	10.500	7.500
Imprevistos	\$	17.580	16.312	24.339
Renta de la tierra	\$	150.000	150.000	150.000
Costo total	\$	519.178	492.547	661.124
Ingreso bruto	\$	509.229	509.229	375.683
Margen bruto	\$	-9.949	16.682	-285.441
Renta anual	%	-1,9	3,4	-43,2

Fuente: CATA, 2007.

Los análisis económicos efectuados por la UTFSM tienen como objetivo principal el estudio de la producción industrial del biodiesel. En la EPBCh no existen flujos de caja confeccionados para la producción agrícola, sólo se realizaron análisis de rentabilidad por hectárea. En los análisis de rentabilidad no se considera el costo que tiene la mano de obra, sólo el costo del empleo de maquinaria e insumos utilizados para acondicionar el suelo. Para efectuar la comparación entre los resultados del software BiodieselFAO y los de la UTFSM, se utilizaron las rentabilidades (margen bruto) de los cultivos mostrados en el Cuadro 5, no se efectuó análisis estadísticos ya que la UTFSM no confeccionó flujos de caja para la parte agrícola.

Módulo industrial: Corresponde exclusivamente a las variables involucradas en la producción industrial de aceite o biodiesel, para efectos de este estudio, se considera sólo la producción de biodiesel. El principal supuesto que se emplea es la capacidad productiva que tiene la industria, es decir, la capacidad de producción de biodiesel. Se consideraron dos capacidades productivas para las evaluaciones económicas, estas pueden ser con plantas de biodiesel de 40.000 m³ y plantas de biodiesel de 60.000 m³. Se forman cuatro combinaciones de producción, considerando la materia prima de una especie (con 100% de abastecimiento con granos de una especie), y un tipo de planta de biodiesel. Las combinaciones son: raps con planta de biodiesel de 40.000 m³, raps con planta de biodiesel de 60.000 m³, maravilla con planta de biodiesel de 40.000 m³ y maravilla con planta de biodiesel de 60.000 m³. La inversión de cada planta fue calculada en relación al costo que

tienen en Estados Unidos, estimándose que aumentaría un 20% para el caso de Chile. Además se considera el costo de instalación de la planta, lo que significa un aumento de MM US\$ 5,1 y MM US\$ 7,0 para las plantas de biodiesel de 40.000 m³ y 60.000 m³ respectivamente (CATA, 2007). En el Cuadro 6 se puede apreciar cual sería la inversión inicial necesaria para la instalación de las plantas de biodiesel.

Cuadro 6. Inversión necesaria para la instalación de una planta de producción de biodiesel.

Tipo de planta	Costo de la planta (MM US\$)	Costo de la planta + instalación (MM US\$)
40.000 m ³	12,8	17,9
60.000 m ³	17,3	24,3

Fuente: CATA, 2007.

El precio de venta del biodiesel depende del tipo de planta de biodiesel que se ocupe y del cultivo del que se extraiga la materia prima. La UTFSM determinó los precios de comercialización del biodiesel de tal forma que se obtenga un retorno del 12% (CATA, 2007). En los cuadros 7 y 8 se pueden ver cuáles son los precios de venta del biodiesel y de sus subproductos.

Cuadro 7. Precio de venta del biodiesel.

Capacidad de planta m ³	Raps US\$ L ⁻¹	Maravilla US\$ L ⁻¹
40.000	0,774	0,789
60.000	0,763	0,779

Fuente: CATA, 2007.

Cuadro 8. Costos de los subproductos generados en la producción de biodiesel.

Subproducto	Medida	Raps	Maravilla
Torta seca	kg ton ⁻¹	580	560
Coefficiente de producción	kg L ⁻¹	1,3809	1,2727
Precio torta seca	US\$ ton ⁻¹	154	147
Glicerina	m ³ ton ⁻¹	0,042	0,044
Coefficiente de producción	kg L ⁻¹	0,1	0,1
Precio Glicerina	US\$ ton ⁻¹	50	50

Fuente: CATA, 2007.

Otros supuestos a considerar son los insumos necesarios para poder producir el biodiesel. En estos casos, los coeficientes de uso son igual para cualquier especie empleada ya que las cantidades se ven en relación a la necesidad de producir un litro de biodiesel desde un litro de aceite. La UTFSM consideró como el mejor proceso de obtención de biodiesel la transesterificación del aceite, empleando un catalizador alcalino –hidróxido de sodio– para mejorar la reacción (CATA, 2007). En el Cuadro 9 se pueden ver cuáles son los insumos empleados y sus costos.

Cuadro 9. Costos de los insumos requeridos para la producción de biodiesel a partir de raps y maravilla.

Insumo	Medida	Raps	Maravilla	Costo ^c (US\$ ud ⁻¹)
Ácido clorhídrico	kg L ⁻¹	0,008	0,008	0,15900
Hidróxido de sodio	kg L ⁻¹	0,144	0,144	0,15900
Metanol	L L ⁻¹	0,104	0,104	0,31100
Gas Natural	MJ L ⁻¹	1,400	1,400	0,01129 ^f
Electricidad	kWh L ⁻¹	0,025	0,025	0,05408 ^g

Fuente: CATA, 2007.

Los indicadores financieros utilizados por la UTFSM fueron el VAN y TIR. Estos indicadores se calcularon sólo para el análisis industrial, y en todas las combinaciones entre las dos especies empleadas y la capacidad productiva de la planta de biodiesel (raps con planta de biodiesel de 40.000 m³, raps con planta de biodiesel de 60.000 m³, maravilla con planta de biodiesel de 40.000 m³ y maravilla con planta de biodiesel de 60.000 m³). En el Cuadro 10 se pueden observar los valores que obtuvo la UTFSM en el cálculo del VAN y TIR.

Cuadro 10. VAN y TIR obtenidos en la EPBCh de la UTFSM, considerando un periodo de evaluación de 10 años.

Capacidad de planta m ³	VAN		TIR	
	Raps	Maravilla	Raps	Maravilla
40.000	40.075.189,83	-31.208.306,44	12,1%	11,9%
60.000	-184.167,33	42.303.955,99	12,0%	12,1%

Fuente: CATA, 2007.

Análisis de sensibilidad (Escenarios)

En el software BiodieselFAO el análisis de sensibilidad y los escenarios se consideran como dos cosas diferentes, donde el análisis de sensibilidad corresponde a la variación de un sólo parámetro y como se ven afectados los indicadores financieros con esa modificación, mientras que el escenario corresponde al cambio de más de una variable y los efectos que provoca en los indicadores financieros (FAO y UFV, 2009). El módulo escenarios también permite hacer comparaciones entre diferentes proyectos, pudiendo

^c El costo es en US\$ según la unidad de medida que tenga el insumo

^f El precio dado por la UTFSM es: US\$ 11,9217 MM BTU (CATA, 2007), pero fue transformado para que estuviera de acuerdo a las medidas del gas natural (MJ)

^g La UTFSM determinó el precio del kWh según el valor entregado por la CNE para el Precio Medio del Mercado (PMM) del Sistema Interconectado Central (SIC) correspondiente a Octubre del 2006, el cual equivale a \$28,714 kWh. Éste valor fue transformado a US\$ considerando el valor de dólar de US\$ 531 (CATA, 2007).

utilizarse tanto los análisis económicos efectuados de manera convencional por el software BiodieselFAO cómo análisis económicos que hayan sido modificados al utilizar el módulo escenarios.

En la EPBCh de la UTFSM se confeccionó seis escenarios, (1) donde varía el precio de venta de los granos de raps, (2) abastecimiento con producción nacional (economía cerrada), (3) distintas tasas de descuento, (4) distintos montos de inversión, (5) cruce en los montos de inversión en las plantas de biodiesel y cambio en los factores de extracción de plantas de biodiesel en base de raps y (6) reemplazo del gas natural por gas propano (CATA, 2007). Para la validación del software BiodieselFAO se consideró sólo el escenario en donde varía el precio de venta de los granos de raps (1), ya que es el único escenario en que se cuenta con los flujos de caja confeccionados por la UTFSM.

La UTFSM concluyó que la producción de biodiesel utilizando los granos de raps como materia prima es la alternativa más conveniente, por lo que, los análisis económicos se realizaron considerando los cambios que se experimentan al modificar el precio de los granos únicamente desde esta especie (CATA, 2007). En el Cuadro 11 se aprecian los valores que consideró la UTFSM para el precio de venta de los granos de raps y para el precio de venta del biodiesel, al confeccionar este escenario. Al igual que en toda la EPBCh, la UTFSM consideró un retorno del 12% (CATA, 2007), por eso al modificar el precio de venta de los granos también varía el precio de venta del biodiesel.

Cuadro 11. Precios de venta del biodiesel (US\$ L⁻¹) a diferentes valores de compra de grano de raps.

Capacidad de planta m ³	Pesimista 329 US\$ ton ⁻¹	Base 274 US\$ ton ⁻¹	Optimista 219 US\$ ton ⁻¹
40.000	0,911	0,774	0,636
60.000	0,901	0,763	0,625

Fuente: CATA, 2007.

Comparación entre modelos

La validación del software BiodieselFAO se efectuó comparando los flujos de caja de la producción industrial de biodiesel obtenidos por el software BiodieselFAO y por la UTFSM. También se efectuó la comparación entre los VAN obtenidos en todos los flujos de caja, tanto en los análisis económicos del módulo industrial (planta de biodiesel 40.000 m³ con raps como materia prima, planta de biodiesel de 60.000 m³ con raps como materia prima, planta de biodiesel de 40.000 m³ con maravilla como materia prima y planta de biodiesel de 60.000 m³ con maravilla como materia prima), como en los análisis económicos de los escenarios realizados (variación en el precio de venta de los granos de raps, precio de venta del biodiesel y costo de acopio de los granos).

La validación se realizó utilizando el coeficiente de correlación (r), la regresión lineal simple ($Y = \beta_0 + \beta_1 X$), el coeficiente de determinación (r²) y el índice de concordancia (d)

(Willmontt 1982; Zanetti *et al.*, 2006). El coeficiente de correlación (r) mide la fuerza o grado de asociación entre dos variables. El coeficiente de determinación (r^2), da una medida de cuanto la variación de Y es explicada por la variación de X (Gujarati, 2007).

En la regresión lineal se consideró como variable independiente (X) el flujo de caja obtenido por la UTFSM y como dependiente (Y) el flujo de caja obtenido por medio del software BiodieselFAO. En el caso de los VAN, se consideró los obtenidos por la UTFSM como la variable independiente y los obtenidos por el software BiodieselFAO como la variable dependiente. Se realizaron pruebas estadísticas “t” para determinar si el valor de la pendiente de la regresión es significativa ($\beta_1=1$). Con el coeficiente de correlación también se efectuó la prueba estadística “t” para determinar la significancia del coeficiente de correlación ($r=1$) (Gujarati, 2007).

Finalmente, el índice de concordancia mide el grado de ajuste entre 2 modelos, es un valor adimensional que oscila entre 0 y 1, en donde el 1 indica un ajuste completo, mientras que el 0 demuestra todo lo contrario (Willmontt 1982; Zanetti *et al.*, 2006). Se calcula con la siguiente ecuación (Ecuación 1):

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{j=1}^n (\hat{y}_j - y_j)^2}{\sum_{j=1}^n (|\hat{y}_j - \bar{y}| + |y_j - \bar{y}|)^2} \right] \quad (1)$$

En donde:

- d : Índice de concordancia
- \hat{y}_j : Valor del modelo
- y_j : Valor observado
- \bar{y} : Media aritmética de los valores observados
- n : Número de observaciones

Para validar el software BiodieselFAO, todos los indicadores estadísticos, tanto en el caso de los flujos de caja, cómo en el VAN deben demostrar una alta asociación entre los resultados de ambos modelos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Módulo agrícola

La comparación del módulo agrícola se realizó empleando las rentabilidades por hectárea que calculó la UTFSM en la EPBCh (Cuadro 5). Se consideró cero labranza y labranza tradicional para raps y labranza tradicional para maravilla. En el Cuadro 12 se muestran las ganancias económicas obtenidas en las tres formas de cultivo calculadas por medio del software BiodieselFAO.

Cuadro 12. Beneficio operativo (\$ ha⁻¹) del cultivo de raps con labranza tradicional (RLT), raps con cero labranza (RCL) y maravilla (M), obtenidos desde el software BiodieselFAO.

	RLT	RCL	M
Ingresos Netos	509.229,00	509.229,00	375.682,50
Costo de Producción	519.178,31	492.547,16	661.124,31
Beneficio operativo	-9.949,31	16.681,84	-285.441,81

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 12 se puede observar que los valores del beneficio operativo difieren en décimas con los expresados en el margen bruto del Cuadro 5. No es posible realizar una comparación estadística entre la rentabilidad de los cultivos obtenidas por la UTFSM (Cuadro 5) y los flujos de caja obtenidos por el software BiodieselFAO, ya que la EPBCh de la UTFSM no confeccionó flujos de caja en la parte agrícola, entregando sólo la rentabilidad anual por hectárea de los cultivos.

De acuerdo a los resultados de la EPBCh de la UTFSM, el sistema agrícola más viable, económicamente, es el cultivo de raps con cero labranza, ya que de los tres métodos propuestos es el único que otorga beneficios monetarios al productor (CATA, 2007). Esto concuerda con lo expuesto por Silva y Acevedo (2005), donde en el corto plazo ocurre una reducción en los costos de producir una especie anual, ya que a pesar de que se requieren mayores cantidades de químicos, es menor la cantidad de maquinaria necesaria para las labores de campo, que encarecen el proceso agrícola (en el Anexo 1 se puede observar la diferencia entre los costos de producir raps por medio de cero labranza y con labranza tradicional). Además, en el largo plazo se produce una mayor diferencia entre los beneficios económicos obtenidos entre un sistema agrícola con labranza tradicional y otro con cero labranza, esto se daría por un aumento en los rendimientos de las especie, y por las mejoras en las propiedades físicas del suelo. Sumado a esto, y también a largo plazo se produce una mejoría ambiental de los suelos disminuyendo la erosión, aumentando la infiltración, entre otras bondades ambientales.

Módulo industrial

La validación del módulo industrial se efectuó comparando los flujos de caja obtenidos desde el software BiodieselFAO y los obtenidos por la EPBCh de la UTFSM, para la producción industrial de biodiesel. Se compararon todas las combinaciones productivas entre la especie empleada como materia prima y la capacidad de producción de la planta de biodiesel. Las combinaciones son: raps con planta de biodiesel de 40.000 m³, raps con planta de biodiesel de 60.000 m³, maravilla con planta de biodiesel de 40.000 m³ y maravilla con planta de biodiesel de 60.000 m³. En los cuadros 13 y 14 se puede observar un resumen de los flujos de caja obtenidos por el software BiodieselFAO para la producción de biodiesel utilizando como materia prima raps y maravilla respectivamente. En el Apéndice 1 se muestran los flujos de caja completos de las cuatro combinaciones mencionadas anteriormente.

Cuadro 13. Flujos de caja de la producción industrial de biodiesel empleando raps como materia prima, para producciones de 40.000 m³ y 60.000 m³, obtenidos por el software BiodieselFAO

	40.000 m ³			60.000 m ³		
	Año 0	Año 5	Año 10	Año 0	Año 5	Año 10
Inversión Inicial	-9.531.450.000	0	0	-12.882.060.000	0	0
Ingresos de Explotación	0	21.062.828.658	21.062.828.658	0	31.243.783.000	31.243.783.000
Costo de Producción	0	-20.007.385.163	-20.007.385.163	0	-29.827.916.387	-29.827.916.387
Beneficio operativo	0	1.055.443.495	1.055.443.495	0	1.415.866.613	1.415.866.613
Interés sobre la Financiación	0	0	0	0	0	0
Beneficio Imponibles	0	1.055.443.495	1.055.443.495	0	1.415.866.613	1.415.866.613
Impuestos sobre los Beneficios	0	-179.425.394	-179.425.394	0	-240.697.324	-240.697.324
Flujo de Caja bruto	0	876.018.101	876.018.101	0	1.175.169.289	1.175.169.289
Depreciación	0	635.430.000	635.430.000	0	858.804.000	858.804.000
Flujo de Caja neto	-9.531.450.000	1.511.448.101	1.511.448.101	-12.882.060.000	2.033.973.289	2.033.973.289
Flujo de Caja acumulado	-9.531.450.000	-1.974.209.498	5.583.031.005	-12.882.060.000	-2.712.193.555	7.457.672.889

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 14. Flujos de caja de la producción industrial de biodiesel empleando maravilla como materia prima, para producciones de 40.000 m³ y 60.000 m³, obtenidos por el software BiodieselFAO

	40.000 m ³			60.000 m ³		
	Año 0	Año 5	Año 10	Año 0	Año 5	Año 10
Inversión Inicial	-9.531.450.000	0	0	-12.882.060.000	0	0
Ingresos de Explotación	0	20.838.285.750	20.838.285.750	0	30.938.828.638	30.938.828.638
Costo de Producción	0	-19.797.728.097	-19.797.728.097	0	-29.513.430.787	-29.513.430.787
Beneficio operativo	0	1.040.557.653	1.040.557.653	0	1.425.397.851	1.425.397.851
Interés sobre la Financiación	0	0	0	0	0	0
Beneficio Imponibles	0	1.040.557.653	1.040.557.653	0	1.425.397.851	1.425.397.851
Impuestos sobre los Beneficios	0	-176.894.801	-176.894.801	0	-242.317.635	-242.317.635
Flujo de Caja bruto	0	863.662.852	863.662.852	0	1.183.080.216	1.183.080.216

(Continúa)

Cuadro 14 (continuación). Flujos de caja de la producción industrial de biodiesel empleando maravilla como materia prima, para producciones de 40.000 m³ y 60.000 m³, obtenidos por el software BiodieselFAO

	40.000 m ³			60.000 m ³		
	Año 0	Año 5	Año 10	Año 0	Año 5	Año 10
Depreciación	0	635.430.000	635.430.000	0	858.804.000	858.804.000
Flujo de Caja neto	-9.531.450.000	1.499.092.852	1.499.092.852	-12.882.060.000	2.041.884.216	2.041.884.216
Flujo de Caja acumulado	-9.531.450.000	-2.035.985.740	5.459.478.520	-12.882.060.000	-2.672.638.919	7.536.782.161

Fuente: Elaboración propia.

Comparando los flujos de caja obtenidos en la EPBCh de la UTFSM (ver Anexo 2) con los flujos de caja de los cuadros 13 y 14 obtenidos por el software BiodieselFAO, se determinó que no existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los dos modelos (ver Comparación entre Modelos, página 35). Al año 10 en el flujo de caja neto y acumulado, los flujos de caja obtenidos por el software BiodieselFAO muestran una diferencia de MM \$3.100 aprox. y de MM \$4.300 aprox., en las plantas de biodiesel con una capacidad de 40.000 m³ y en plantas de biodiesel con capacidad de 60.000 m³ respectivamente, en comparación con los flujos de caja obtenidos por la UTFSM (en el Anexo 2 se pueden ver los flujos de caja obtenidos por la UTFSM). Esta diferencia se debe a que el software BiodieselFAO no considera el valor de desecho de la plantas de biodiesel.

El valor de desecho corresponde al monto que se espera recibir de la venta o de la cancelación de un activo de larga vida al final de su vida útil, y se encuentra directamente relacionado con la depreciación que tiene la inversión (Horgren *et al.*, 2000). En la EPBCh de la UTFSM, la depreciación es en línea recta, descontándose la misma cantidad de dinero cada año (Horgren *et al.*, 2000; Horgren, 2004). La vida útil de las plantas de biodiesel es superior al tiempo de duración del proyecto (la única inversión contabilizada son las plantas de biodiesel), el valor de desecho corresponde a la diferencia entre la inversión efectuada en las plantas de biodiesel y la suma de las depreciaciones anuales durante el tiempo de ejecución del proyecto. Por lo que, el valor de desecho corresponde a MM \$3.177,15 en las plantas de 40.000 m³ y a MM \$4.294,02 en las plantas de 60.000 m³, sumas que no están siendo consideradas en los flujos de caja obtenidos por el software BiodieselFAO, ocasionando una disminución en los flujos de caja neto y acumulado.

En el software BiodieselFAO no se considera el valor de desecho de las plantas de biodiesel, esto genera una distorsión en los resultados, y en el VAN y la TIR obtenidos desde los flujos de caja. Según el VAN y la TIR obtenidos por el software BiodieselFAO, expresados en el Cuadro 15, ninguno de los proyectos es rentable, lo que marca una diferencia con los resultados obtenidos en la EPBCh de la UTFSM (Cuadro 10), donde se concluye que la planta de biodiesel con capacidad productiva de 40.000 m³ con raps como materia prima y la planta de biodiesel con capacidad productiva de 60.000 m³ con maravilla como materia prima son rentables (CATA, 2007). Por medio de la comparación de los modelos (ver Comparación entre Modelos, página 35), se desprende que existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre los VAN obtenidos por el software BiodieselFAO y los obtenidos por la UTFSM.

Cuadro 15. VAN y TIR obtenidos por el software BiodieselFAO, considerando un periodo de evaluación de 10 años.

Capacidad de planta m ³	VAN		TIR	
	Raps	Maravilla	Raps	Maravilla
40.000	-991.431.136,28	-1.061.241.046,01	9,4%	9,2%
60.000	-1.389.657.283,72	-1.344.958.780,62	9,3%	9,4%

Fuente: Elaboración propia.

Si se considera el valor de desecho correspondiente a la inversión en las plantas de biodiesel –MM \$3.177,15 para plantas de biodiesel de 40.000 m³ y MM \$4.294,02 para plantas de biodiesel de 60.000 m³–, el VAN y la TIR serían similares a los obtenidos por la UTFSM, ya que la planta de biodiesel con capacidad productiva de 40.000 m³ con raps como materia prima y la planta de biodiesel con capacidad productiva 60.000 m³ con maravilla como materia prima serían rentables. Este cálculo no fue realizado por el software BiodieselFAO, pero para corroborar la influencia y lo necesario que es el valor de desecho en los flujos de caja y en los indicadores de rentabilidad, se agregó el correspondiente valor de desecho según el tipo de planta productiva. En el Cuadro 16 se pueden apreciar el VAN y la TIR al incorporar el valor de desecho correspondiente.

Cuadro 16. VAN y TIR obtenidos por el software BiodieselFAO, modificados al agregar el valor de desecho correspondiente.

Capacidad de planta m ³	VAN		TIR	
	Raps	Maravilla	Raps	Maravilla
40.000	31.526.132,33	-38.283.777,38	12,10%	11,90%
60.000	-7.097.766,33	37.600.736,77	12,00%	12,10%

Fuente: Elaboración propia.

Comparando el VAN y la TIR resumidos en los cuadros 15 y 16, queda de manifiesto que la viabilidad económica de los proyectos varía cuando se considera el valor de desecho. En el Cuadro 15, tomando en cuenta sólo el VAN (ya que las TIR son similares en todos los casos, entre 9,2% y 9,4%) los proyecto más rentables son los que poseen productividades de 40.000 m³. Al considerar el valor de desecho (Cuadro 16), los proyectos rentables coinciden con los que determinó la UTFSM en la EPBCh (Cuadro 10), la planta de biodiesel con una producción de 40.000 m³ con raps como materia prima y el de 60.000 m³ con maravilla como materia prima.

Los flujos de caja efectuados por la UTFSM son sólo para la parte industrial, y contabilizan desde la obtención o compra de los granos hasta la producción del biodiesel. El precio de venta y la productividad alcanzada por el raps no se ven influenciados por el sistema productivo empleado (en el módulo agrícola se considera labranza tradicional y cero labranza), la UTFSM consideró los promedios de los últimos 10 años para el precio de venta de los granos y para la productividad (CATA, 2007). El precio de los granos es considerado como el principal costo de la producción industrial, representando entre 68,95% –para una planta de 40.000 m³ con maravilla como materia prima–, y 69,63% –para

una planta de 60.000 m³ con raps como materia prima—. En la Figura 5 se grafica la composición de los costos en la producción de biodiesel, donde se observa que los granos son el costo principal en la producción de biodiesel, confirmando lo expuesto por los autores del software BiodieselFAO y por la EPBCh de la UTFSM (CATA, 2007; FAO y UFV, 2009).

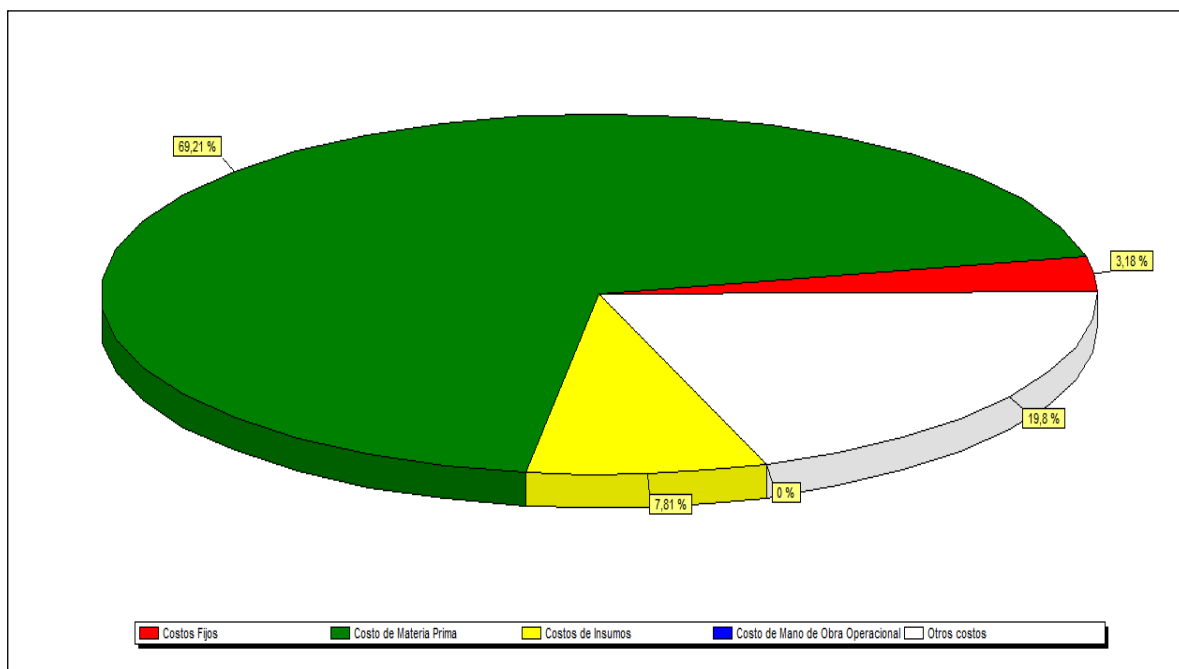


Figura 5. Composición de costos para una producción de 40.000 m³ de biodiesel desde el cultivo de raps. (Fuente: Elaboración propia, obtenido por medio del software BiodieselFAO)

En la Figura 5 también se aprecia la inexistencia de los costos de mano de obra operacional (0%) y un bajo porcentaje de costos fijos (3,18%). La inexistencia de los costos de mano de obra operacional se debe a que la UTFSM consideró el trabajo en relación al volumen producido (incluida la parte administrativa), por lo que la mano de obra se considera dentro de los costos variables de producir biodiesel midiéndose en \$ L⁻¹ de biodiesel producido. En el software BiodieselFAO la mano de obra es un sub-modulo de los costos variables (denominado mano de obra operacional), donde la mano de obra se cuantifica según la cantidad de empleos generados, a los turnos que trabajan las personas y cuanto es lo que se les va a pagar, viéndose desde una perspectiva diferente a la de la UTFSM. Como en este caso no se puede utilizar el sub-modulo mano de obra operacional, la mano de obra se incorpora dentro de otros costos. Producto de las que lo evalúan de diferentes maneras. El bajo porcentaje de costos fijos se produce por que el único costo fijo que se registra en el software BiodieselFAO es la depreciación de las plantas de biodiesel, ya que los costos administrativos también son medidos según la cantidad de biodiesel producido, no habiendo otro costo asociado a los costos fijos

Escenarios

Utilización del módulo escenarios del software BiodieselFAO

En el módulo escenarios del software BiodieselFAO es posible modificar algunos de los principales parámetros que influyen en las evaluaciones económicas –el costo de la mano de obra, precio del dólar, precio del producto principal (biodiesel en este caso), precio de venta del grano, precio de la torta de molienda y de otros subproducto (glicerina)– (FAO y UFV, 2009). Para la comparación del escenario en que varía el precio de venta de los granos de raps, el módulo escenarios permite variar el precio de los granos y el precio de venta del biodiesel, el problema es que el precio de acopio de los granos está directamente relacionado con el precio de venta de los granos (CATA, 2007), por lo que también varía al modificar este parámetro.

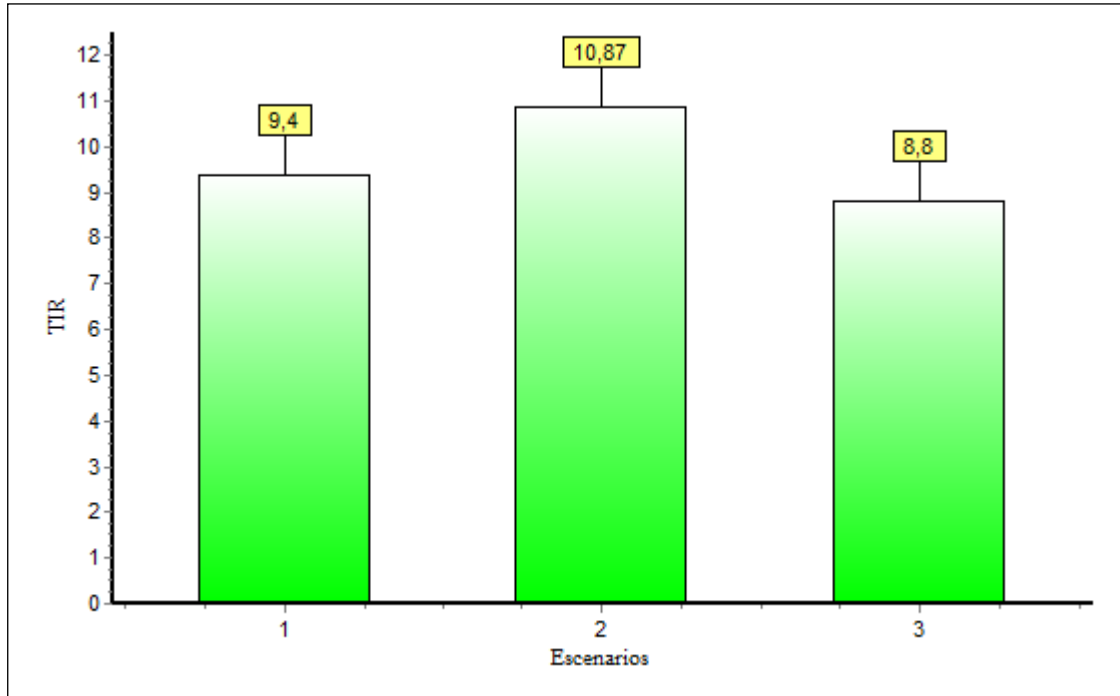
Al modificar las dos variables que el módulo escenarios del software BiodieselFAO permite –el precio de los granos y el precio de venta del biodiesel–, el VAN y la TIR obtenidos inducen a un error, ya que ambos son sobrevalorados. En la Figura 6 se puede ver la comparación de la TIR obtenida entre el análisis económico base o escenario 1 (precio de los granos de raps de US \$274 ton⁻¹ y precio de venta del biodiesel de US \$0,774 L⁻¹) y dos escenarios pesimistas (precio de los granos de raps de US \$329 ton⁻¹ y precio de venta de biodiesel de US \$0,911 L⁻¹), escenario 2, donde varía el precio de los granos y el precio de venta del biodiesel (efectuado con el módulo escenario del software BiodieselFAO), y escenario 3, donde además de variar el precio de los granos y el precio de la venta del biodiesel, varía el precio de acopio de los granos (efectuado con el módulo industrial del software BiodieselFAO). Para la UTFSM el escenario 3 es el que corresponde realmente a la condición de pesimista al modificar el precio de venta de los granos.

En la Figura 6 también se aprecia que el escenario 2 es el más rentable, ya que presenta la mayor TIR. Lo mismo ocurre con el VAN y la Tasa de Retorno del Capital (TRC), en ambos casos el escenario 2 es que el que tiene mayor rentabilidad, en comparación con los escenarios 1 y 3 (Cuadro 17). Si se considera que el escenario 2 es pesimista, este no puede ser más rentable que el escenario base o escenario 1, lo que demuestra que al realizar el análisis económico con el módulo escenarios del software BiodieselFAO se produce un error. En el escenario 2 no se modificó el precio de acopio de los granos, ya que el módulo escenario del software BiodieselFAO, sólo permite cambiar el precio de los granos y el precio de venta del biodiesel.

Cuadro 17. Indicadores financieros de diferentes escenarios para una producción de 40.000 m³ con raps como materia prima, obtenidos por medio del software BiodieselFAO.

Indicadores	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
TIR	9,40	10,87	8,80
TRC	6,31	5,92	6,47
VAN	-991.431.136,28	-436.179.187,15	-1.213.128.699,06

Fuente: Elaboración propia.



Escenario 1: Escenario económico base.

Escenario 2: Escenario económico pesimista obtenido por el módulo escenarios del software BiodieselFAO (escenario con error).

Escenario 3: Escenario económico pesimista obtenido por el módulo industrial del software BiodieselFAO (escenario real).

Figura 6. Comparación del TIR entre diferentes escenarios de una producción de 40.000 m³ de biodiesel con raps como materia prima. (Fuente: Elaboración propia, obtenido por medio del software BiodieselFAO)

Debido a la imposibilidad de modificar el precio de acopio de los granos con el módulo escenarios del software BiodieselFAO, este módulo no se empleó para hacer la comparación del escenario donde varía el precio de venta de los granos de raps. Por lo que, la comparación del escenario donde varía el precio de los granos de raps se realizó modificando cada parámetro según corresponda al módulo de información general (precio de los granos) o al módulo industrial (precio de venta del biodiesel y precio de acopio de los granos) en el software BiodieselFAO.

Confección de escenarios utilizando el módulo industrial del software BiodieselFAO

Ante la imposibilidad de emplear el módulo escenarios del software BiodieselFAO, el escenario en que varía el precio de venta de los granos de raps se realizó empleando el módulo industrial del software BiodieselFAO. En los cuadros 18 y 19 se aprecia que al modificar el precio de venta de los granos de raps, el precio de venta del biodiesel y el precio del acopio de los granos, el VAN, la TIR y la TRC se comportan según lo expuesto

por la UTFSM, siendo el escenario optimista el que posee la mayor rentabilidad según estos tres indicadores (CATA, 2007).

Cuadro 18. Indicadores financieros de una producción de 40.000 m³ de biodiesel utilizando raps como materia prima, al variar el precio de los granos.

Indicadores	Pesimista	Base	Optimista
Costo de Producción del Producto	458,54	384,61	311,18
Inversión Total	9,531450 · 10 ⁹	9,531450 · 10 ⁹	9,531450 · 10 ⁹
Punto de Equilibrio	38,66	37,58	37,45
TIR	8,80	9,40	9,47
TRC	6,47	6,31	6,29
VAN	-1.213.128.699,06	-991.431.136,31	-964.206.028,50

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 19. Indicadores financieros de una producción de 60.000 m³ de biodiesel utilizando raps como materia prima, al variar el precio de los granos.

Indicadores	Pesimista	Base	Optimista
Costo de Producción del Producto	455,48	381,56	308,13
Inversión Total	12,88206 · 10 ⁹	12,88206 · 10 ⁹	12,88206 · 10 ⁹
Punto de Equilibrio	38,41	37,76	37,61
TIR	8,94	9,30	9,38
TRC	6,44	6,33	6,31
VAN	-1.572.790.260,29	-1.389.657.283,72	-1.348.819.622,03

Fuente: Elaboración propia.

En los cuadros 18 y 19 también se produce una disminución en la rentabilidad mostrada por el VAN, TIR y TRC, debido a que no es posible alcanzar el retorno del 12% (con el que la UTFSM calculó el precio de venta del biodiesel). Esto ocurre, como ya se ha mencionado, debido a que el software BiodieselFAO no considera el valor de desecho de las inversiones, lo que se traduce en que la rentabilidad de los proyectos se vea mermada. Si se considera el valor de desecho en estos casos, la TIR se aproxima al 12% en todos los escenarios, cumpliendo con el requisito planteado por los autores de la UTFSM, el VAN también muestra un incremento notorio en la rentabilidad al incluir el valor de desecho, sobre MM \$1.000 en plantas de biodiesel con productividad de 40.000 m³ y sobre MM \$1.300 en plantas de biodiesel con productividad de 60.000 m³.

Adicionalmente se realizó el escenario donde varía la inversión inicial en las plantas de biodiesel, ya que por medio de la confección de los flujos de caja de este escenario se logró detectar un error en el funcionamiento del software BiodieselFAO (ver Usos del Software BiodieselFAO, pág. 37). La UTFSM no tiene a disposición los flujos de caja que ellos confeccionaron para el escenario en que varía la inversión inicial en las plantas de biodiesel, por lo que no es posible realizar la validación del software BiodieselFAO con este escenario. Para conocer los flujos de caja obtenidos por el software BiodieselFAO al variar la inversión inicial en las plantas de biodiesel ver Apéndice 2.e en adelante.

Comparación entre modelos

Módulo industrial

La comparación se realizó utilizando el coeficiente de correlación (r), regresión lineal simple, coeficiente de determinación (r^2) e índice de concordancia (d) (Willmontt 1982; Zanetti *et al.*, 2006). Se calcularon los cuatro indicadores estadísticos para todas las combinaciones que pueden establecerse entre la materia prima y la planta de biodiesel (raps con planta de biodiesel de 40.000 m³, raps con planta de biodiesel de 60.000 m³, maravilla con planta de biodiesel de 40.000 m³ y maravilla con planta de biodiesel de 60.000 m³). En el Cuadro 20 se resumen los indicadores estadísticos de la comparación de modelos, para las cuatro combinaciones entre materia prima y planta de biodiesel.

Cuadro 20. Indicadores estadísticos entre los datos generados por la UTFSM y el BiodieselFAO.

Tipo de producción	β_0	β_1	r	r^2	d
40.000 m ³ con raps	-212.087.330,33	0,9020546	0,9634068	0,9201696	0,9783336
60.000 m ³ con raps	-286.701.324,45	0,9021273	0,9633634	0,9200767	0,9783215
40.000 m ³ con maravilla	-212.854.209,99	0,9019028	0,9633298	0,9200048	0,9782898
60.000 m ³ con maravilla	-285.784.141,34	0,9022272	0,9633973	0,9201493	0,9783470

Fuente: Elaboración propia.

β_0 : Intercepto de la regresión lineal simple

β_1 : Pendiente de la regresión lineal simple

r : Coeficiente de correlación

r^2 : Coeficiente de determinación

d : Índice de concordancia

En el Cuadro 20, los indicadores estadísticos obtenidos de la comparación de los resultados entre el software BiodieselFAO y la EPBCh de la UTFSM, demuestran que ambos flujos de caja no difieren entre sí. El coeficiente de determinación (r^2) y el índice de concordancia (d) presentan un buen ajuste entre los resultados obtenidos por el software BiodieselFAO y los datos de prueba provenientes de la EPBCh de la UTFSM, ambos indicadores estadísticos superan el 0,92 demostrando una alta concordancia entre los flujos de caja comparados (siendo 1 la máxima concordancia). El coeficiente de correlación (r) demuestra una alta asociación positiva entre los datos, no existiendo una diferencia significativa entre ellos ($p < 0,05$), con la pendiente de la regresión también se demuestra una alta relación, encontrándose muy cerca de ser 1 ($p < 0,05$). En consecuencia, los flujos de caja generados por el software BiodieselFAO no tienen diferencias significativas (al 5%) con los generados por la UTFSM.

Escenarios

La comparación del módulo escenarios se efectuó entre los flujos de caja en que varía el precio de los granos de la materia prima obtenidos por el software BiodieselFAO y los

obtenidos por la UTFSM en la EPBCh, ya que los flujos de caja de este escenario son los únicos a los que se tuvo acceso. Además de este escenario, la UTFSM trabajó con otros cinco escenarios, (1) abastecimiento con producción nacional (economía cerrada), (2) distintas tasas de descuento, (3) distintos montos de inversión, (4) cruce en los montos de inversión en las plantas de biodiesel y cambio en los factores de extracción de plantas de biodiesel en base de raps y (5) reemplazo del gas natural por gas propano (CATA, 2007). En el Cuadro 21 se pueden apreciar los indicadores estadísticos para la comparación entre los flujos de caja de los escenarios para la producción de biodiesel de 40.000 m³ y 60.000 m³, se empleó raps como materia prima.

Cuadro 21. Indicadores estadísticos para el escenario donde varía el precio de los granos de raps, para producciones de 40.000 m³ y 60.000 m³.

Escenarios	β_0	β_1	r	r ²	d
Pesimista 40.000 m ³	-236.383.949,47	0,8996321	0,9633364	0,9200188	0,9913155
Optimista 40.000 m ³	-203.356.116,71	0,9028623	0,9633697	0,9200902	0,9915000
Pesimista 60.000 m ³	-321.046.843,90	0,8997088	0,9634046	0,9201649	0,9793186
Optimista 60.000 m ³	-273.595.869,62	0,9030243	0,9633221	0,9199884	0,9798284

Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento de los indicadores estadísticos demuestra que no existen diferencias significativas entre los flujos de caja obtenidos por el software BiodieselFAO y los confeccionados por la UTFSM. El coeficiente de determinación (r²) y el índice de concordancia (d) demuestran un buen ajuste entre los flujos de caja obtenidos por el software Biodiesel FAO y los obtenidos por la UTFSM, ambos valores encontrándose por sobre el 0,91. Según el coeficiente de correlación (r), existe una alta asociación entre las variables ($p < 0,05$), con la pendiente ocurre lo mismo, ya que en todos los casos se encuentra cercana a 1 ($p < 0,05$) demostrando una relación significativa entre los datos.

Valor Actual Neto (VAN)

Para concluir la validación del software BiodieselFAO, y debido a que los indicadores de rentabilidad difieren de los obtenidos por la UTFSM, se realizó la misma prueba estadística con los VAN. Para realizar este cálculo, se consideraron todos los VAN obtenidos, incluidos los del módulo industrial y los del escenario donde varía el precio de venta de los granos y el precio de venta del biodiesel (Cuadro 22).

Cuadro 22. VAN obtenidos en todos los flujos de caja por el software BiodieselFAO y por la UTFSM en la EPBCh.

Opción de producción	VAN	
	BiodieselFAO	UTFSM
Raps 40.000 m ³	-991.431.136,31	40.075.189,83
Raps 60.000 m ³	-1.389.657.283,72	-184.167,33
Maravilla 40.000 m ³	-1.061.241.046,01	-31.208.306,44

(Continúa)

Cuadro 22 (continuación). VAN obtenidos en todos los flujos de caja calculados por el software BiodieselFAO y obtenidos por la UTFSM en la EPBCh.

Opción de producción	VAN	
	BiodieselFAO	UTFSM
Maravilla 60.000 m ³	-1.344.958.780,62	42.303.955,99
Raps 40.000 m ³ pesimista	-1.213.128.699,06	-25.147.209,92
Raps 40.000 m ³ optimista	-946.206.028,50	5.688.677,76
Raps 60.000 m ³ pesimista	-1.572.790.260,29	51.395.600,77
Raps 60.000 m ³ optimista	-1.348.819.622,03	-51.763.935,44

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 23, se puede apreciar los valores de los indicadores estadísticos al comparar los VAN obtenidos por el software BiodieselFAO y los obtenidos por la UTFSM. Se desprende del Cuadro 23, según el índice de concordancia (d) y el coeficiente de determinación (r^2), que el software BiodieselFAO no es un buen modelo, ya que ambos indicadores se encuentran más cercanos al 0, lo que representa que no existe un buen ajuste entre los modelos. El coeficiente de correlación (r), demuestra que no existe una buena asociación entre los VAN obtenidos ($p > 0,05$). Con la pendiente de la regresión ocurre lo mismo, ya que estadísticamente no es distinta de cero ($p > 0,05$).

Cuadro 23. Indicadores estadísticos para los VAN obtenidos por el software BiodieselFAO en comparación con los obtenidos por la UTFSM en la EPBCh.

	β_0	β_1	r	r^2	d
VAN	-1.229.454.113,33	-1,0462180	0,1824679	0,0332945	0,0406618

Fuente: Elaboración propia.

Software BiodieselFAO

Uso del software BiodieselFAO

El software BiodieselFAO tiene el potencial para ser una herramienta importante como apoyo en la toma de decisión. Permite evaluar de manera rápida y precisa los proyectos de producción de aceite o biodiesel, gracias a que conjuga el conocimiento científico-técnico y la capacidad computacional para la evaluación de proyectos (Perez *et al.*, 2005). El software BiodieselFAO tiene la capacidad de efectuar análisis económicos, considerando abastecimiento del 100% con una sola especie o en diferentes porcentajes con varias especies, pudiendo evaluar la combinación de materia prima que presenta la mejor viabilidad económica y productiva. También permite (por medio del módulo escenarios) comparar diferentes proyectos de biodiesel, y de esta manera determinar cuál de los proyectos es conveniente llevar a cabo según una gama de indicadores financieros y sociales (FAO y UFV, 2009).

Otro aspecto a destacar en el software BiodieselFAO es la existencia del análisis de sensibilidad (parte del módulo resultados), que permite evaluar el comportamiento que

tendrían los indicadores financieros y sociales, según se trabaje con el módulo agrícola o industrial. En la Figura 7 se puede apreciar el análisis de sensibilidad de cómo variaría la TIR al variar el precio de venta de los granos de raps. El software BiodieselFAO permite ver el comportamiento del proyecto ante modificaciones que pueda sufrir alguna de las variables más importantes, en este caso el precio de los granos de raps y como se ven afectados ante esta variación los indicadores financieros, en este caso la TIR, también es posible compararlo con el VAN y TRC.

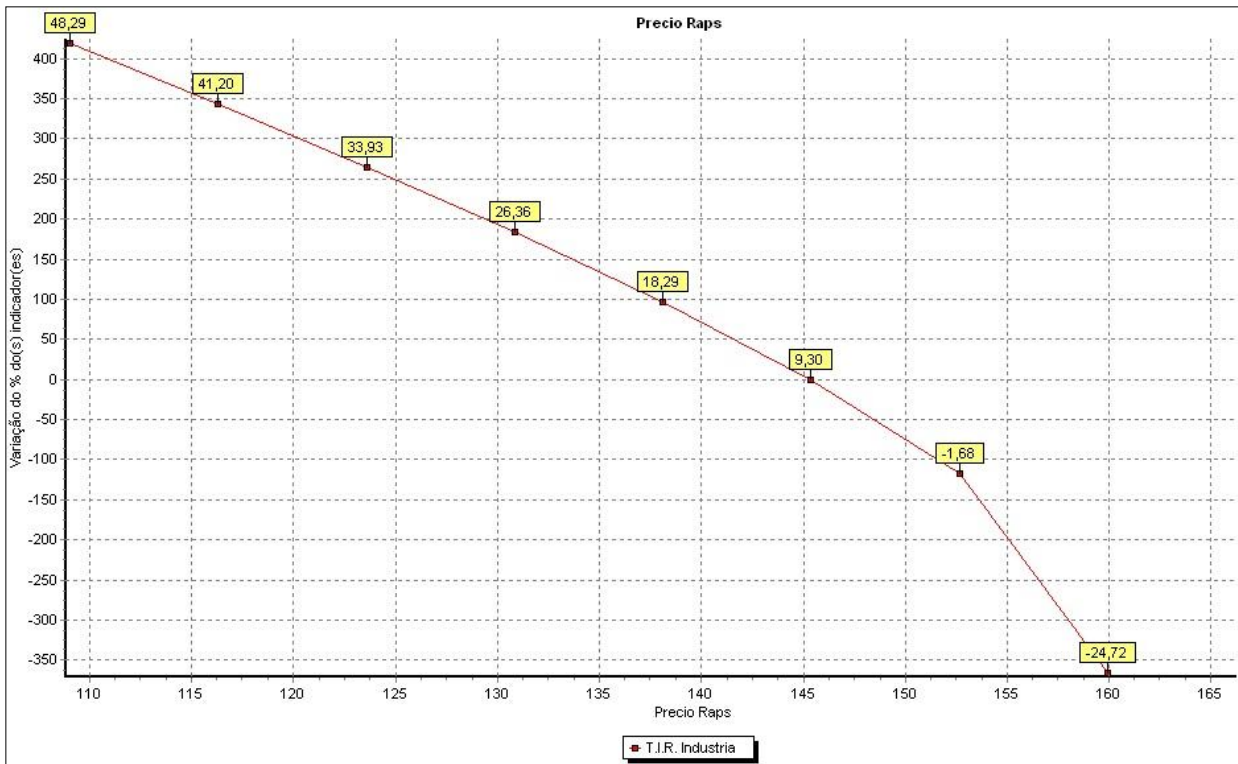


Figura 7. Análisis sensibilidad entre el precio de venta de los granos y la TIR. (Fuente: Elaboración propia, obtenido por medio del software BiodieselFAO)

El principal problema que presenta el software BiodieselFAO se debe a la omisión del valor de desecho en los flujos de caja. La duración de los proyectos es de 10 años mientras que la vida útil de las plantas de biodiesel es de 15 años, no considerándose esos 5 años de diferencia en los flujos de caja. En una prueba de validación, realizada por los desarrolladores del software BiodieselFAO, se obtiene un “valor de desecho” que es equivalente a la inversión inicial en equipamiento que posee el proyecto (Cuadro 24) (Da Silva Jr., s/a). Al plantearse un proyecto con una duración igual a la vida útil del equipamiento, y sólo en algunos casos, el software BiodieselFAO arroja un “valor de desecho” (ubicado en el ítem inversión y en el último año), que en el Cuadro 24 es MM R\$12,689. A pesar de que puede ser entendido como el valor de desecho de las inversiones en equipamiento, si se considera que el valor de desecho es equivalente al precio de venta del activo una vez que se ha acabado la vida útil de éste (Horngren *et al.*, 2000; Horngren, 2004), no es posible que se recupere el valor total de la inversión, sobre todo si se toma en

cuenta que en ocasiones el valor de desecho es el precio que tiene el activo al ser vendido como chatarra. El problema detectado con el valor de desecho se encuentra en estudio en estos momentos por los desarrolladores del software BiodieselFAO, para que en una próxima versión del software BiodieselFAO, que se encuentra pronta a salir, la omisión del valor de desecho estaría solucionada (Da Silva Jr., 2010)

Cuadro 24. Flujo de caja con “valor desecho”, obtenido por Da Silva Jr. (s/a) por medio de la validación del software BiodieselFAO, empleando ricino como materia prima.

	Año 0	Año 5	Año 10
Inversión Inicial	-13.757.000,0	0,0	12.689.000,0
Ingresos de Explotación	0,0	33.282.028,8	33.282.028,8
Costo de Producción	0,0	-29.178.469,8	-29.178.469,8
Beneficio operativo	0,0	4.103.559,1	4.103.559,1
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0
Beneficio Imponibles	0,0	4.103.559,1	4.103.559,1
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-492.427,1	-492.427,1
Flujo de Caja bruto	0,0	3.611.132,0	3.611.132,0
Depreciación	0,0	1.290.260,0	1.290.260,0
Flujo de Caja neto	-13.757.000,0	4.901.392,0	17.590.392,0
Flujo de Caja acumulado	-13.757.000,0	7.248.543,5	44.444.503,3

Fuente: Da Silva Jr., s/a.

Otro problema que se detectó en el software BiodieselFAO, es el tiempo que se demora la depreciación del equipamiento en adaptarse a modificaciones que se hagan en la inversión inicial en las plantas de biodiesel. Esto quedó de manifiesto al realizar el escenario donde varía la inversión inicial y el precio de venta del biodiesel, al modificar esta información es posible calcular de inmediato el flujo de caja, obteniéndose en una primera instancia flujos de caja que no son los reales, ya que las depreciaciones no están de acuerdo a la inversión inicial en las plantas de biodiesel. En el Cuadro 25 se puede apreciar un resumen de lo que sucede con dos flujos de caja con inversión en plantas de biodiesel de MM US\$25 (\$13,275 Miles de Millones), sin haber modificado ninguna otra variable, además del precio de venta del biodiesel. Las depreciaciones en ambos flujos de caja son diferentes, correspondiendo en el primer caso a MM \$885 y en el segundo a MM \$708. Siendo la misma inversión inicial en los dos casos (MM US\$25), los MM \$708 corresponden a la depreciación de una inversión de MM US\$20 (\$10,62 Miles de Millones).

Cuadro 25. Comparación entre dos flujos de caja empleando raps como materia prima y con la misma inversión inicial. Uno con la depreciación real y otro con error en la depreciación, calculados por el software BiodieselFAO.

	Real		Con error	
	Año 0	Año 10	Año 0	Año 10
Inversión Inicial	-13.275.000.000,0	0,00	-13.275.000.000,0	0,00
Ingresos de Explotación	0,0	31.339.363.000,2	0,0	31.339.363.000,2
Costo de Producción	0,0	-29.869.044.107,0	0,0	-29.692.044.107,0
Beneficio operativo	0,0	1.470.318.893,2	0,0	1.647.318.893,2
Interés sobre la Financiación	0,0	0,00	0,0	0,00

(Continúa)

Cuadro 25 (continuación). Comparación entre dos flujos de caja empleando raps como materia prima y con la misma inversión inicial. Uno con la depreciación real y otro con error en la depreciación, calculados por el software BiodieselFAO.

	Real		Con error	
	Año 0	Año 10	Año 0	Año 10
Beneficio Imponibles	0,0	1.470.318.893,2	0,0	1.647.318.893,2
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-249.954.211,8	0,0	-280.044.211,8
Flujo de Caja bruto	0,0	1.220.364.681,3	0,0	1.367.274.681,3
Depreciación	0,0	885.000.000,0	0,0	708.000.000,0
Flujo de Caja neto	-13.275.000.000,0	2.105.364.681,3	-13.275.000.000,0	2.075.274.681,3
Flujo de Caja acumulado	-13.275.000.000,0	7.778.646.813,4	-13.275.000.000,0	7.477.746.813,4

Fuente: Elaboración propia.

El error en las depreciaciones también se observa en los costos de producción del biodiesel –la depreciación se incluye dentro del costo fijo en el software BiodieselFAO–, ya que la diferencia en el costo de producción entre el flujo de caja real y el flujo de caja con error en la depreciación corresponde a MM \$177, la misma diferencia que en la depreciación. Este error se produce al variar la inversión inicial, ya que la depreciación no se modifica automáticamente al cambiar la inversión. Caso contrario ocurre con el mantenimiento de la línea (que al igual que la depreciación está directamente relacionado con la inversión), donde al variar la inversión inicial del proyecto, este valor se modifica automáticamente permitiendo que, al menos para este ítem, los cálculos finales se realicen de manera correcta.

La depreciación en el software BiodieselFAO se incluye dentro de los costos de producción del biodiesel. Esta situación, a pesar de no afectar el resultado final, también se considera como un error, ya que da la apariencia que es mayor los desembolsos de dinero a los que se debe incurrir. Los costos de producción son gastos desembolsables a los que debe incurrir una empresa u organización para poder solventar su producción. La depreciación, en cambio, es un gasto no desembolsable, que se produce por el desgaste que tienen los activos fijos, salvo el terreno, y que se descuenta previo al pago de los impuestos (Horngren, 2004). El hecho de que se considere como un costo, dentro del ítem de los costos desembolsables, puede llevar a quien tome la decisión a un error, ya que sería mayor la cantidad de dinero necesaria para solventar anualmente la producción.

Otro error relacionado con las depreciaciones, es que el software BiodieselFAO deprecia los terrenos en donde se ubica la planta. El terreno donde se ubica una empresa u otra obra no se ve afectado por la depreciación (Horngren, 2004). Este error no se desprendió de los flujos de caja utilizados como caso de prueba. Debido a que la depreciación se ubica en los costos de producción, se probó si con todas las depreciaciones ocurría lo mismo (el error detectado se repitió para todas las depreciaciones), y además se encontró que el software BiodieselFAO deprecia los terrenos. Este error se produce debido a que el terreno se encuentra contabilizado dentro de las obras civiles y de mejoras (en conjunto con la construcción de infraestructura), y al calcular la depreciación se consideran como uno sólo, llevando finalmente al error de depreciar el terreno.

Otras consideraciones sobre el software

Para poder concluir si el software BiodieselFAO cumple o no con las expectativas del usuario, y si se desempeña de acuerdo a las funciones planteadas por la FAO y la UFV, es necesario la confección de nuevos casos de prueba en donde se incluyan detalles sobre los trabajadores empleados en las distintas actividades asociadas a la producción del biodiesel. Contar con esa información de manera más detallada y aplicada según los requerimientos del software BiodieselFAO va a servir para evaluar si desde la perspectiva social el software BiodieselFAO es funcional. Esto es importante cuando el proyecto se desarrolla en una economía rural, en donde el abastecimiento de los granos proviene desde la agricultura familiar, ya que el software BiodieselFAO se enfoca en la posibilidad de compatibilizar la producción industrial del biodiesel y el abastecimiento de granos desde predios familiares (Da Silva Jr., 2009; FAO y UFV, 2009). Esta característica del software BiodieselFAO es importante, ya que la posibilidad de producir biodiesel desde zonas rurales posibilita el crecimiento económico y social de esas áreas geográficas (Demirbas y Demirbas, 2007; Da Silva Jr., 2009), siendo una de las principales funciones que presenta el software BiodieselFAO.

El software BiodieselFAO tiene versiones en tres idiomas, español, inglés y portugués. Al ejecutar el análisis de sensibilidad en el módulo resultados del software BiodieselFAO, en la versión en español, el eje donde se presenta la variación de los indicadores (financieros o sociales) o de algunos parámetros (precio de los granos de raps, precio de la glicerina, entre otros) se presenta en portugués (ver eje Y en la Figura 7). Provocando confusión al interpretar los datos.

Finalmente, se puede decir que el software BiodieselFAO es amigable con el usuario. Para su correcta utilización es imprescindible tener el conocimiento mínimo sobre la evaluación de proyectos, para poder trabajar con él sin mayores contratiempos y realizar correctamente la interpretación de los resultados.

Consideraciones generales

En la EPBCh de la UTFSM no se menciona el capital de trabajo, ya sea como parte de la inversión necesaria o dando alguna razón del porqué no se empleó. El capital de trabajo es el dinero necesario para mantener las maquinarias trabajando, y que es otorgado, generalmente, por los inversionistas (Horngren *et al.*, 2007). A modo de conjetura, y explicando porqué no se ocupó, la evaluación económica se realizó considerando que los granos de raps y maravilla son comprados a terceros, por lo mismo es posible generar ingresos desde el comienzo de la producción pudiendo sustentar la actividad productiva con el dinero entrante desde la misma producción.

La UTFSM consideró el valor de venta del biodiesel tomando en cuenta un retorno del 12% (CATA, 2007), lo que se traduce en que ese precio no representa un valor comercial para el

biodiesel, si se compara con los precios que ha alcanzado el diesel convencional. La ENAP, da a conocer el valor real del diesel (sin la influencia del impuesto específico ni el efecto del fondo de estabilización del petróleo). Durante el año 2008 el precio de diesel fluctuó entre \$362 y \$574, y el 2009 entre \$420 y \$1.120 (ENAP, 2010). Si se emplean valores de venta de biodiesel cercanos a éstos, se obtendrían precios competitivos y cercanos a los precios de mercado, pudiendo comparar el precio de venta del biodiesel según la demanda que posee el mercado.

Finalmente, se recomienda como complemento a la validación del software BiodieselFAO, contar con casos de prueba que involucren la parte agrícola (con sus respectivos flujos de caja) para conocer cómo se comporta este módulo en el software BiodieselFAO, y proyectos que involucren el uso de los indicadores sociales que contempla el software BiodieselFAO. También el emplear casos de prueba en que se contemple financiación externa (desde terceros), ya que tampoco se ha trabajado con este módulo.

CONCLUSIONES

De la comparación de los modelos efectuada, se deduce que el modelo empleado en la versión 1.0 del software BiodieselFAO no es un buen modelo, y por lo mismo no puede ser empleado como herramienta de apoyo a la toma de decisión. El software BiodieselFAO, se valida en la confección de flujos de caja, ya que en este caso no existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) si se comparan con los obtenidos por la UTFSM. En cambio, al evaluar el VAN, los resultados obtenidos por el software BiodieselFAO difieren estadísticamente de los obtenidos por la UTFSM ($p > 0,05$). En consecuencia, el software BiodieselFAO no es validado en todos los análisis estadísticos, por lo que se concluye que no es recomendable su utilización.

Los resultados obtenidos en los flujos de caja y en los indicadores financieros en el software BiodieselFAO difieren de los obtenidos por la UTFSM. Si se considera que los indicadores financieros son la principal herramienta que se utiliza en la evaluación de proyectos, el software BiodieselFAO al no considerar el valor de desecho de las inversiones, ocasiona una disminución en la rentabilidad de los proyectos. Esto implica que el software BiodieselFAO no es una herramienta útil como apoyo a la toma de decisión.

Debido a que no es recomendable la utilización del software BiodieselFAO, y a pesar de las bondades que pudiera tener, no es una herramienta que colabore con la toma de decisión, por lo mismo no sería un apoyo para la implementación de políticas públicas ni para avalar proyectos de inversión, ya que no otorga seguridad al tomador de decisión.

Una vez que los inconvenientes detectados sean solucionados, el software BiodieselFAO servirá como una herramienta de apoyo útil para la implementación de políticas públicas que colaboren con el desarrollo rural por medio de la inversión en proyectos de generación de bioenergía.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, E. 2006. Bioenergía y medioambiente. Un círculo virtuoso. pp. 7–16. *In*: Acevedo, E. (ed.). Agroenergía: un desafío para Chile. Serie Ciencias Agronómicas N° 11, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 176 p.

Agarwal, A.K. 2007. Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines. *Progress in Energy and Combustion Science* 33(3): 233-271.

Agarwal, A.K. and Das, L.M. 2001. Biodiesel development and characterization for use as a fuel in compression ignition engines. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power* 123(2): 440-447.

Anderson, D., D. Sweeney y T. Williams. 2004. Métodos cuantitativos para los negocios. Editorial Thomson Learning, México. 822 p.

Anguaya, C. 2007. Estudio de estabilidad en almacén del biodiesel obtenido de aceite de soya (*Glycine max*), palma africana (*Elaeis guineensis*), maíz (*Zea mays*), higuera (*Ricinus communis*) y piñon (*Jatropha curcas*). Memoria Ingeniero en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Tegucigalpa, Honduras. 71 p.

Antizar-Ladislao, B. y Turrion-Gomez, J.L. 2008. Second-generation biofuels and local bioenergy systems. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 2(5): 455-469.

Askari, H. and N. Krichene. 2008. Oil price dynamics (2002 – 2006). *Energy Economics* 30(5): 2134-2153.

Astudillo, A. 2010. Corfo adjudica fondos por US\$31,6 millones para desarrollo de biocombustibles en base a algas. *Diario La Tercera*. Santiago, Chile. Martes 19 de Enero.

Bhale, P.V., Deshpande, N.V. and Thombre, S.B. 2009. Improving the low temperature properties of biodiesel fuel. *Renewable Energy* 34(3): 794-800.

CATA. 2007. Evaluación del potencial productivo de biocombustibles en Chile con cultivos agrícolas tradicionales. Departamento de Industrias, Universidad Técnica Federico Santa María. 115 p.

CNE. 2006a. [en línea]. Balance nacional de energía 2004. Santiago, Chile. Disponible en: <www.cne.cl>. Leído el 14 de Enero del 2010.

CNE. 2006b. [en línea]. Balance nacional de energía 2005. Santiago, Chile. Disponible en: <www.cne.cl>. Leído el 14 de Enero del 2010.

CNE. 2006c. [en línea]. Balance nacional de energía 2006. Santiago, Chile. Disponible en: <www.cne.cl>. Leído el 14 de Enero del 2010.

CNE. 2007a. [en línea]. Anuario estadístico de energía 1990 - 2007. Santiago, Chile. Disponible en: <www.cne.cl>. Leído el 14 de Enero del 2010.

CNE. 2007b. [en línea]. Balance nacional de energía 2007. Santiago, Chile. Disponible en: <www.cne.cl>. Leído el 14 de Enero del 2010.

CNE. 2008. [en línea]. Balance nacional de energía 2008. Santiago, Chile. Disponible en: <www.cne.cl>. Leído el 14 de Enero del 2010.

Colegio de Ingenieros Agrónomos. 2009. [en línea]. El Biodiesel en Chile. Disponible en el WWW: <www.agronomos.cl>. Leído el 16 de Mayo del 2010.

Córdoba, M. 2006. Formulación y evaluación de proyectos. Ecoe Ediciones, Bogotá, Colombia. 350 p.

CORFO. 2008. [en línea]. \$7.000 millones se invertirán en proyectos de investigación para el desarrollo de biocombustibles en Chile. Disponible en el WWW: <www.corfo.cl>. Leído el 22 de Septiembre del 2010.

CORFO. 2010. [en línea]. US\$31,6 millones para investigación de biocombustibles de segunda generación en base a algas. Disponible en el WWW: <www.corfo.cl> Leído el 26 de Julio del 2010.

Crozier, R. and R. Ranyard. 1997. Cognitive process models and explanations of decision making. Pp. 5-20. In: R. Ranyard, R. Crozier and O. Svenson (eds.). Decision making: cognitive models and explanations. London, United Kingdom. 257 p.

Da Silva Jr., A. s/a. [en línea]. Projeto Óleo. Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Disponible en el WWW: <www.cientec.net>. Leído el 30 de Marzo del 2010.

Da Silva Jr., A. 2009. Impactos sociales, ambientales y económicos de los biocombustibles. Departamento de Economía Rural, Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 9 p.

Da Silva Jr., A. 2010. Validación del software BiodieselFAO. Comunicación Personal, Santiago, Chile. 01 de Julio del 2010. Citado el 11 de Julio del 2010.

Daft, R. 2009. Management. 9th Edition, Cengage Learning, Canada. 668 p.

Demirbas, A. 2005. Biodiesel production from vegetable oils via catalytic and non-catalytic supercritical methanol transesterification methods. *Progress in Energy and Combustion Science* 31(5-6): 466-487.

Demirbas, A. 2007. Importance of biodiesel as transportation fuel. *Energy Policy* 35(9): 4661-4670.

Demirbas, A. 2008. Biodiesel production via rapid transesterification. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* 30(19): 1830-1834.

Demirbas, A. 2009a. *Biofuels: Securing the planet's future energy needs*. Springer-Verlag, London, United Kingdom. 343 p.

Demirbas, A. 2009b. Progress and recent trends in biodiesel fuels. *Energy Conversion and Management*. 50(1): 14-34.

Demirbas, A.H. and Demirbas, I. 2007. Importance of rural bioenergy for developing countries. *Energy Conversion and Management* 48(8): 2386-2398.

Du Plessis, L.M., J.B.M. de Villiers and W.H. van der Watl. 1985. Stability studies on methyl and ethyl fatty acid esters of sunflower oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 62(4): 748-752.

El Mercurio. 2007. Preseco S.A. Especialistas en tecnologías medioambientales. Santiago, Chile. Jueves 23 de Agosto.

ENAP. 2010. [en línea]. Tabla de precios de paridad. Disponible en el WWW: <www.enap.cl>. Leído el 16 de Enero del 2010

EPA. 2002. A comprehensive analysis of biodiesel impacts on exhaust emission. United States Federal Government. United States. 126 p.

Falsarella, O.M. e E.O.C. Chavez. 1995. Sistemas de informação e sistemas de apoio à decisão. *Revista do Instituto de Informática* 3(1): 24-31.

FAO y UFV. 2009. *BiodieselFAO: Sistema integrado de análisis de proyectos de biodiesel y extracción de aceites vegetales. Manual del usuario*. Universidad Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 140 p.

Flagella, Z., T. Rotunno, E. Tarantino, R. di Caterina and A. de Caro. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. *European Journal of Agronomy* 17(3): 221-230.

Gressel, J. 2008. Transgenics are imperative for biofuel crops. *Plant Science* 174(3): 246-263.

Grubben, G.J.H. and O.A. Denton (eds.). 2004. *Plant resources of tropical Africa 2. Vegetables*. Plant resources of tropical Africa (PROTA) Foundation. Backhuys Publishers, Wageningen, Netherlands. 668 p.

Gujarati, D. 2007. *Econometría*. McGraw Hill Interamericana, Ciudad de México, México. 972 p.

Hill, J., E. Nelson, D. Tilman, S. Polasky and D. Tiffany. 2006. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 130(30): 11206-11210.

Horngren, C.T., G.L. Sundem y J.A. Elliott. 2000. *Introducción a la contabilidad financiera*. Pearson Educación, Ciudad de México, México. 704 p.

Horngren, C.T., G. Foster y S.M. Datar. 2007. *Contabilidad de costos*. Pearson Education, Ciudad de México, México. 868 p.

Horngren, C.T., W.T. Harrison, L.S. Bamber y L.F. Juárez. 2004. *Contabilidad: un enfoque aplicado a México*. Pearson Educación, Ciudad de México, México. 419 p.

Iglesias, R. 2010. *Raps, canola*. ODEPA, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Santiago, Chile. 14 p.

Imahara, H., E. Minami and S. Saka. 2006. Thermodynamic study on cloud point of biodiesel with its fatty acid composition. *Fuel* 85(12-13): 1666-1670.

Iriarte, A., J. Rieradevall and X. Gabarrell. 2010. Life cycle assessment of sunflower and rapeseed as energy crops under Chile conditions. *Journal of Cleaner Production* 18(4): 336-345.

Karmakar, A., S. Karmakar and S. Mukherjee. 2010. Properties of various plants and animals feedstocks for biodiesel production. *Bioresource Technology* 101(19): 7201-7210.

Knothe, G. 2005a. The History of Vegetable Oil-Based Diesel Fuels. pp. 13-25. *In*: G. Knothe, J. van Gerpen and J. Krahl (eds.). *The biodiesel handbook*. AOCS Press. Illinois, United States. 304 p.

Knothe, G. 2005b. Oxidative stability of biodiesel. pp. 131-135. *In*: G. Knothe, J. van Gerpen and J. Krahl (eds.). *The biodiesel handbook*. AOCS Press. Illinois, United States. 304 p.

Ma, F. and M.A. Hanna. Biodiesel production: a review. *Bioresource Technology* 70(1): 1-15.

McLaughlin, S., B. Kingsolver and J. Hoffman. 1983. Biocrude production in arid lands. *Economic Botany* 37(2): 150-158.

Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. 2008. Decreto N °11 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Aprueba definiciones y especificaciones de calidad para la producción, importación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de bioetanol y biodiesel. Subsecretaría de Economía, Fomento y Reconstrucción, Gobierno de Chile.

Mittelbach, M. and S. Gangl. 2001. Long storage stability of biodiesel made from rapeseed and used frying oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 78(6): 573-577.

Mittelbach, M. and S. Schober. 2003. The influence of antioxidants on the oxidation stability of biodiesel. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 80(8): 817-823.

Moser, B.R. and S.F. Vaughn. 2010. Coriander seed oil methyl esters as biodiesel fuel: Unique fatty acid composition and excellent oxidative stability. *Biomass and Bioenergy* 34(4): 550-558.

ODEPA. 2007. Contribución de la política agraria al desarrollo de los biocombustibles en Chile. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Santiago, Chile. 140 p.

ODEPA. 2010a. [en línea]. Cultivos anuales: superficie y producción. Disponible en: <www.odepa.cl> Leído el 25 de Enero de 2010.

ODEPA. 2010b. [en línea]. Cultivos anuales: superficie y producción, por región. Disponible en: <www.odepa.cl> Leído el 26 de Julio de 2010.

Perez, R., A.G. Silva, C.A. Barbosa, G. de Magalhães, M. Chavez, J.F. de Almeida, E. Carmélio and A. Fritas. 2005. Decision support system related to the biodiesel program in Brazil. pp. 1329–1334. *In: The 5th Conference of the European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and Environment (EFITA) and The 3rd World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources (WCCA)*, Vila Real, Portugal, July 25-28, 2005. Vila Real, Portugal.

Ranyard, R., R. Crozier and O. Svenson. 1997. Decision making: cognitive models and explanations. London, United Kingdom. 257 p.

Riadi, K. 2009. [en línea]. Primera planta experimental de producción biodiesel. Dirección de innovación y asistencia tecnológica, Universidad de La Frontera. Disponible en el WWW: <www.ufro.cl>. Leído el 16 de Mayo de 2010.

Román, C., K. Vásquez, R. Valenzuela, G. Martínez, G. Lillo, L. Morales, R. Fuster, A. de la Fuente, J.M. Uribe, L.O. Faúndez y M. Paneque. 2009. Cultivos energéticos: una apuesta de futuro. M. Paneque (ed.). Santiago, Chile. 224 p.

Ryu, K. 2010. The characteristics of performance and exhaust emissions of a diesel engine using biodiesel with antioxidants 101(S1): S78-S82.

Sahoo, P.K., L.M. Das, M.K.G. Babu and S.N. Naik. 2007. Biodiesel development from high acid value polanga seed oil and performance evaluation in a CI engine. Fuel 86(3): 448-454.

Schwab, A.W., G.J. Dykstra, E. Selke, S.C. Sorenson and E.H. Pryde. 1988. Diesel fuel from thermal decomposition of soybean oil. Journal of the American Oil Chemists' Society 65(11): 1781-1786.

Seiler, G.J. and Brothers, M.E. 1999. Oil concentration and fatty acid composition of achenes of *Helianthus* species (*Asteraceae*) from Canada. Economic Botany 53(3): 273-280.

Sensoz, S., D. Angin, S. Yorgun. 2000. Influence of particle size on the pyrolysis of rapeseed (*Brassica napus* L.): fuel properties of bio-oil. Biomass and Bioenergy 19(4): 271-279.

Silva, P. y E. Acevedo. 2005. Adopción de la cero labranza en los principales cultivos anuales. Identificación de problemas y posibles soluciones. Informe Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) e Instituto de Desarrollo Agropecuario (NDAP). Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 26 pp.

Singh, S.P. and D. Singh. 2010. Biodiesel production through the use of different sources and characterization of oils and their esters as the substitute of diesel: a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14(1): 200-216.

Smith, R., O. Mesa, I. Dybner, P. Jaramillo, G. Poveda y D. Valencia. 2000. Decisiones con múltiples objetivos e incertidumbre. Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 357pp.

Sommerville, I. 2005. Ingeniería del software. Pearson Educación, Madrid, España. 712 pp.

Spasibionek, S. 2006. New mutants of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) with changed fatty acid composition. Plant Breeding 125(3): 259-267.

Srivastava, A. and R. Prasad. 2000. Triglycerides-based diesel fuel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 4(2): 111-133.

Subsecretaria del Trabajo. 2002. Decreto Fuerza de Ley N° 1 (DFL N° 1). Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del código del trabajo. Ministerio del Trabajo y Previsión Social, Gobierno de Chile. 220 p.

USDA, 2010. Oilseeds: world markets and trade. Foreign Agricultural Service, United States of American Government. 33 p.

Willmontt, C.J. 1982. Somme comments on the evaluation of model performance. *Bulletin of the American Meteorological Society* 63(11): 1309-1313.

Zanetti, S.S., V.P.S. de Oliveira e F.F. Pruski. 2006. Validação do modelo ClimaBR em relação ao número de dias chuvosos e à precipitação total diária. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal* 26(1): 96-102.

Ziejewski, M., K.R. Kaufman, A.W. Schwab and E.H. Pryde. 1984. Diesel engine evaluation of a nonionic sunflower oil-aqueous ethanol microemulsion. *Journal of the American Oils Chemists' Society* 61(10): 1620-1626.

ANEXOS

Anexo 1. Rentabilidad del productor agrícola para el cultivo de raps (labranza tradicional y cero labranza) y maravilla.

Anexo 1.a. Rentabilidad del cultivo de raps con labranza tradicional.

RLT				
		Valor	Unidad	
Rendimiento		35	qq ha ⁻¹	
Precio qq		14.549	\$ qq ⁻¹	
	Unidad	Valor	Cantidad	Total (\$ ha ⁻¹)
LABORES				
Aradura cincel	\$ ha ⁻¹	18.000	1,0	18.000
Rastra de disco	\$ ha ⁻¹	18.000	1,0	18.000
Vibrocultivador	\$ ha ⁻¹	15.000	1,0	15.000
Rodillo	\$ ha ⁻¹	6.000	1,0	6.000
Siembra	\$ ha ⁻¹	12.000	1,0	12.000
Pulverizador	\$ ha ⁻¹	8.000	1,0	8.000
Cosecha	\$ ha ⁻¹	50.923	1,0	50.923
TOTAL LABORES				127.923
INSUMOS				
Semilla	\$ kg ⁻¹	1.175	6,0	7.050
Fosfato Diamónico	\$ kg ⁻¹	202	326,1	65.870
Urea	\$ kg ⁻¹	208	307,2	63.894
Muriato de Potasio	\$ kg ⁻¹	175	120,0	21.000
Cal	\$ kg ⁻¹	28	400,0	11.200
Lontrel 3A	\$ L ⁻¹	20.119	0,25	5.030
Galant Plus r	\$ L ⁻¹	10.050	1,5	15.075
Tordon 24 K	\$ kg ⁻¹	26.253	0,15	3.938
Cercobin m	\$ kg ⁻¹	14.986	0,5	7.493
Sportak 40 ec	\$ L ⁻¹	12.626	1	12.626
TOTAL INSUMOS				213.175
OTROS				
Flete (50 Km)	\$ kg ⁻¹	3	3500	10.500
Imprevistos	\$	351.598	5,00%	17.580
Renta de la tierra	\$	1.500.000	10,00%	150.000
TOTAL OTROS				178.080
COSTO TOTAL	\$ ha ⁻¹			519.178
INGRESO BRUTO	\$ ha ⁻¹			509.229
MARGEN BRUTO	\$ ha ⁻¹			-9.949

Fuente: CATA, 2007.

Anexo 1.b. Rentabilidad del cultivo de raps con cero labranza

RCL				
		Valor	Unidad	
Rendimiento		35	qq ha ⁻¹	
Precio qq		14.549	\$ qq ⁻¹	
	Unidad	Valor	Cantidad	Total (\$ ha ⁻¹)
LABORES				
Triturado de rastrojo	\$ ha ⁻¹	15.000	1,0	15.000
Pulverizador	\$ ha ⁻¹	8.000	2,0	16.000
Siembra	\$ ha ⁻¹	12.000	1,0	12.000
Cosecha	\$ ha ⁻¹	50.923	1,0	50.923
TOTAL LABORES				93.923
INSUMOS				
Semilla	\$ kg ⁻¹	1.175	6,0	7.050
Fosfato Diamónico	\$ kg ⁻¹	202	326,1	65.870
Urea	\$ kg ⁻¹	208	307,2	63.894
Muriato de Potasio	\$ kg ⁻¹	175	120,0	21.000
Cal	\$ kg ⁻¹	28	400,0	11.200
Roundup	\$ L ⁻¹	2.879	3,0	8.637
Lontrel 3A	\$ L ⁻¹	20.119	0,3	5.030
Galant Plus r	\$ L ⁻¹	10.050	1,5	15.075
Tordon 24 K	\$ kg ⁻¹	26.253	0,2	3.938
Cercobin m	\$ kg ⁻¹	14.986	0,5	7.493
Sportak 40 ec	\$ L ⁻¹	12.626	1,0	12.626
TOTAL INSUMOS				221.812
OTROS				
Flete (50 Km)	\$ kg ⁻¹	3	3500	10.500
Imprevistos	\$	326.235	5,00%	16.312
Renta de la tierra	\$	1.500.000	10,00%	150.000
TOTAL OTROS				176.812
COSTO TOTAL	\$ ha ⁻¹			492.547
INGRESO BRUTO	\$ ha ⁻¹			509.229
MARGEN BRUTO	\$ ha ⁻¹			16.682

Fuente: CATA, 2007.

Anexo 1.c. Rentabilidad del cultivo de maravilla.

M				
		Valor	Unidad	
Rendimiento		25	qq ha ⁻¹	
Precio qq		15.027	\$ qq ⁻¹	
	Unidad	Valor	Cantidad	Total (\$ ha ⁻¹)
LABORES				
Rastra de disco	\$ ha ⁻¹	18.000	2,0	36.000
Arado de vertedera	\$ ha ⁻¹	18.000	1,0	18.000
Pulverizador	\$ ha ⁻¹	8.000	2,0	16.000
Sembradora Neumática	\$ ha ⁻¹	17.000	1,0	17.000
Cinzel escardador	\$ ha ⁻¹	18.000	1,0	18.000
Aporcador abonador	\$ ha ⁻¹	16.000	1,0	16.000
Cosecha	\$ ha ⁻¹	52.596	1,0	52.596
Riego	\$ Jh ⁻¹	6.000	5,0	30.000
TOTAL LABORES				203.596
INSUMOS				
Semilla	\$ kg ⁻¹	1.000	6,0	6.000
Fosfato Diamónico	\$ kg ⁻¹	202	217,4	43.913
Urea	\$ kg ⁻¹	208	349,7	72.741
Muriato de Potasio	\$ kg ⁻¹	175	120,0	21.000
Cal	\$ kg ⁻¹	28	300,0	8.400
Galant Plus R	\$ L ⁻¹	10.050	1,5	15.075
Afalon 50 WP	\$ kg ⁻¹	54.280	2,0	108.560
TOTAL INSUMOS				275.689
OTROS				
Flete (50 Km)	\$ kg ⁻¹	3	2500	7.500
Imprevistos	\$	486.785	5,00%	24.339
Renta de la tierra	\$	1.500.000	10,00%	150.000
TOTAL OTROS				181.839
COSTO TOTAL	\$ ha ⁻¹			661.124
INGRESO BRUTO	\$ ha ⁻¹			375.683
MARGEN BRUTO	\$ ha ⁻¹			-285.441

Fuente: CATA, 2007.

Anexo 2. Flujos de caja de la producción de biodiesel.

Anexo 2.a. Flujo de caja de la producción de biodiesel de 40.000 m³ con raps.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso Biodiesel	0,0	16.439.760,000,0	16.439.760,000,0	16.439.760,000,0	16.439.760,000,0	16.439.760,000,0	16.439.760,000,0	16.439.760,000,0	16.439.760,000,0	16.439.760,000,0	16.439.760,000,0
Ingreso Tonta Seca	0,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0
Ingreso Glicerina	0,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0
Costo aceite	0,0	-13.846.047,514,3	-13.846.047,514,3	-13.846.047,514,3	-13.846.047,514,3	-13.846.047,514,3	-13.846.047,514,3	-13.846.047,514,3	-13.846.047,514,3	-13.846.047,514,3	-13.846.047,514,3
Costo total de Gas natural	0,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0
Costo Eléctrico	0,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0
Acido	0,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0
Catalizador básico	0,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0
Metanol	0,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0
Mantenimiento y Reparación	0,0	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3
Mano de Obra	0,0	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6
Acopio	0,0	-830.762,850,9	-830.762,850,9	-830.762,850,9	-830.762,850,9	-830.762,850,9	-830.762,850,9	-830.762,850,9	-830.762,850,9	-830.762,850,9	-830.762,850,9
Administración y Otros	0,0	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7
Costo Operacional	0,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0
Purificación Glicerina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tratamiento de RILES	0,0	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4
Transporte de grano	0,0	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4
Depreciación	0,0	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7
Utilidad Antes de Impuesto	0,0	1.057.290,644,8	1.057.290,644,8	1.057.290,644,8	1.057.290,644,8	1.057.290,644,8	1.057.290,644,8	1.057.290,644,8	1.057.290,644,8	1.057.290,644,8	1.057.290,644,8
Impuesto	0,0	-179.739,409,6	-179.739,409,6	-179.739,409,6	-179.739,409,6	-179.739,409,6	-179.739,409,6	-179.739,409,6	-179.739,409,6	-179.739,409,6	-179.739,409,6
Utilidad Después de Impuesto	0,0	877.551,235,2	877.551,235,2	877.551,235,2	877.551,235,2	877.551,235,2	877.551,235,2	877.551,235,2	877.551,235,2	877.551,235,2	877.551,235,2
Depreciación	0,0	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7
Inversión Inicial	-9.531.669,955,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Valor de desecho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flujo de Caja	-9.531.669,955,0	1.512.995,898,9	1.512.995,898,9	1.512.995,898,9	1.512.995,898,9	1.512.995,898,9	1.512.995,898,9	1.512.995,898,9	1.512.995,898,9	1.512.995,898,9	1.512.995,898,9
Flujo de Caja acumulado	-9.531.669,955,0	-8.018.674,056,1	-6.505.678,157,3	-4.992.682,258,4	-3.479.686,359,5	-1.966.690,460,7	-453.694,561,8	1.059.301,337,0	2.572.297,235,9	4.085.293,134,8	8.775.512,351,9

Fuente: CATA, 2007.

Anexo 2.b. Flujo de caja de la producción de biodiesel de 60.000 m³ con raps.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso Biodiesel	0,0	24.309.180.000,0	24.309.180.000,0	24.309.180.000,0	24.309.180.000,0	24.309.180.000,0	24.309.180.000,0	24.309.180.000,0	24.309.180.000,0	24.309.180.000,0	24.309.180.000,0
Ingreso Torta Seca	0,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0
Ingreso Glicerina	0,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0
Costo aceite	0,0	-20.769.071.271,4	-20.769.071.271,4	-20.769.071.271,4	-20.769.071.271,4	-20.769.071.271,4	-20.769.071.271,4	-20.769.071.271,4	-20.769.071.271,4	-20.769.071.271,4	-20.769.071.271,4
Costo total de Gas natural	0,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0
Costo Eléctrico	0,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0
Acido	0,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0
Catalizador básico	0,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0
Metanol	0,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0
Mantenimiento y Reparación	0,0	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8
Mano de Obra	0,0	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7
Acopio	0,0	-1.246.144.276,3	-1.246.144.276,3	-1.246.144.276,3	-1.246.144.276,3	-1.246.144.276,3	-1.246.144.276,3	-1.246.144.276,3	-1.246.144.276,3	-1.246.144.276,3	-1.246.144.276,3
Administración y Otros	0,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0
Costo Operacional	0,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0
Purificación Glicerina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tratamiento de RILES	0,0	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5
Transporte de grano	0,0	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1
Depreciación	0,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0
Utilidad Antes de Impuesto	0,0	1.417.184.046,1	1.417.184.046,1	1.417.184.046,1	1.417.184.046,1	1.417.184.046,1	1.417.184.046,1	1.417.184.046,1	1.417.184.046,1	1.417.184.046,1	1.417.184.046,1
Impuesto	0,0	-240.921.287,8	-240.921.287,8	-240.921.287,8	-240.921.287,8	-240.921.287,8	-240.921.287,8	-240.921.287,8	-240.921.287,8	-240.921.287,8	-240.921.287,8
Utilidad Después de Impuesto	0,0	1.176.262.758,3	1.176.262.758,3	1.176.262.758,3	1.176.262.758,3	1.176.262.758,3	1.176.262.758,3	1.176.262.758,3	1.176.262.758,3	1.176.262.758,3	1.176.262.758,3
Depreciación	0,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0
Inversión Inicial	-12.880.635.074,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Valor de desecho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flujo de Caja	-12.880.635.074,3	2.034.971.763,3	2.034.971.763,3	2.034.971.763,3	2.034.971.763,3	2.034.971.763,3	2.034.971.763,3	2.034.971.763,3	2.034.971.763,3	2.034.971.763,3	2.034.971.763,3
Flujo de Caja acumulado	-12.880.635.074,3	-10.845.663.311,0	-8.810.691.547,8	-6.775.719.784,5	-4.740.748.021,3	-2.705.776.258,0	-670.804.494,8	1.364.167.268,5	3.399.139.031,7	5.434.110.795,0	11.762.627.583,0

Fuente: CATA, 2007.

Anexo 2.c. Flujo de caja de la producción de biodiesel de 40.000 m³ con maravilla.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso Biodiesel	0,0	16.758.360,000,0	16.758.360,000,0	16.758.360,000,0	16.758.360,000,0	16.758.360,000,0	16.758.360,000,0	16.758.360,000,0	16.758.360,000,0	16.758.360,000,0	16.758.360,000,0
Ingreso Tonta Seca	0,0	3.973.810,909,1	3.973.810,909,1	3.973.810,909,1	3.973.810,909,1	3.973.810,909,1	3.973.810,909,1	3.973.810,909,1	3.973.810,909,1	3.973.810,909,1	3.973.810,909,1
Ingreso Glicerina	0,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0
Costo aceite	0,0	-13.651.535,931,8	-13.651.535,931,8	-13.651.535,931,8	-13.651.535,931,8	-13.651.535,931,8	-13.651.535,931,8	-13.651.535,931,8	-13.651.535,931,8	-13.651.535,931,8	-13.651.535,931,8
Costo total de Gas natural	0,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0
Costo Eléctrico	0,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0
Acido	0,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0
Catalizador básico	0,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0
Metanol	0,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0
Mantenimiento y Reparación	0,0	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3
Mano de Obra	0,0	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6
Acopio	0,0	-819.092,155,9	-819.092,155,9	-819.092,155,9	-819.092,155,9	-819.092,155,9	-819.092,155,9	-819.092,155,9	-819.092,155,9	-819.092,155,9	-819.092,155,9
Administración y Otros	0,0	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7
Costo Operacional	0,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0
Purificación Glicerina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tratamiento de RILES	0,0	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4
Transporte de grano	0,0	-68.181,818,2	-68.181,818,2	-68.181,818,2	-68.181,818,2	-68.181,818,2	-68.181,818,2	-68.181,818,2	-68.181,818,2	-68.181,818,2	-68.181,818,2
Depreciación	0,0	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7
Utilidad Antes de Impuesto	0,0	1.042.090,584,6	1.042.090,584,6	1.042.090,584,6	1.042.090,584,6	1.042.090,584,6	1.042.090,584,6	1.042.090,584,6	1.042.090,584,6	1.042.090,584,6	1.042.090,584,6
Impuesto	0,0	-177.155,399,4	-177.155,399,4	-177.155,399,4	-177.155,399,4	-177.155,399,4	-177.155,399,4	-177.155,399,4	-177.155,399,4	-177.155,399,4	-177.155,399,4
Utilidad Después de Impuesto	0,0	864.935,185,2	864.935,185,2	864.935,185,2	864.935,185,2	864.935,185,2	864.935,185,2	864.935,185,2	864.935,185,2	864.935,185,2	864.935,185,2
Depreciación	0,0	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7
Inversión Inicial	-9.531.669,955,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Valor de desecho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flujo de Caja	-9.531.669,955,0	1.500.379,848,9	1.500.379,848,9	1.500.379,848,9	1.500.379,848,9	1.500.379,848,9	1.500.379,848,9	1.500.379,848,9	1.500.379,848,9	1.500.379,848,9	1.500.379,848,9
Flujo de Caja acumulado	-9.531.669,955,0	-8.031.290,106,1	-6.530.910,257,3	-5.030.530,408,4	-3.530.150,559,6	-2.029.770,710,7	-529.390,861,8	970.988,987,0	2.471.368,835,9	3.971.748,684,7	8.649.351,851,9

Fuente: CATA, 2007.

Anexo 2.d. Flujo de caja de la producción de biodiesel de 60.000 m³ con maravilla.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso Biodiesel	0,0	24.818.940,000,0	24.818.940,000,0	24.818.940,000,0	24.818.940,000,0	24.818.940,000,0	24.818.940,000,0	24.818.940,000,0	24.818.940,000,0	24.818.940,000,0	24.818.940,000,0
Ingreso Torta Seca	0,0	5.960.716.363,6	5.960.716.363,6	5.960.716.363,6	5.960.716.363,6	5.960.716.363,6	5.960.716.363,6	5.960.716.363,6	5.960.716.363,6	5.960.716.363,6	5.960.716.363,6
Ingreso Glicerina	0,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0
Costo aceite	0,0	-20.477.303.897,7	-20.477.303.897,7	-20.477.303.897,7	-20.477.303.897,7	-20.477.303.897,7	-20.477.303.897,7	-20.477.303.897,7	-20.477.303.897,7	-20.477.303.897,7	-20.477.303.897,7
Costo total de Gas natural	0,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0
Costo Eléctrico	0,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0
Acido	0,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0
Catalizador básico	0,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0
Metanol	0,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0
Mantenimiento y Reparación	0,0	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8
Mano de Obra	0,0	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7
Acopio	0,0	-1.228.638.233,9	-1.228.638.233,9	-1.228.638.233,9	-1.228.638.233,9	-1.228.638.233,9	-1.228.638.233,9	-1.228.638.233,9	-1.228.638.233,9	-1.228.638.233,9	-1.228.638.233,9
Administración y Otros	0,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0
Costo Operacional	0,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0
Purificación Glicerina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tratamiento de RILES	0,0	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5
Transporte de grano	0,0	-102.272.727,3	-102.272.727,3	-102.272.727,3	-102.272.727,3	-102.272.727,3	-102.272.727,3	-102.272.727,3	-102.272.727,3	-102.272.727,3	-102.272.727,3
Depreciación	0,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0
Utilidad Antes de Impuesto	0,0	1.426.243.955,8	1.426.243.955,8	1.426.243.955,8	1.426.243.955,8	1.426.243.955,8	1.426.243.955,8	1.426.243.955,8	1.426.243.955,8	1.426.243.955,8	1.426.243.955,8
Impuesto	0,0	-242.461.472,5	-242.461.472,5	-242.461.472,5	-242.461.472,5	-242.461.472,5	-242.461.472,5	-242.461.472,5	-242.461.472,5	-242.461.472,5	-242.461.472,5
Utilidad Después de Impuesto	0,0	1.183.782.483,3	1.183.782.483,3	1.183.782.483,3	1.183.782.483,3	1.183.782.483,3	1.183.782.483,3	1.183.782.483,3	1.183.782.483,3	1.183.782.483,3	1.183.782.483,3
Depreciación	0,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0
Inversión Inicial	-12.880.635.074,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Valor de desecho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flujo de Caja	-12.880.635.074,3	2.042.491.488,2	2.042.491.488,2	2.042.491.488,2	2.042.491.488,2	2.042.491.488,2	2.042.491.488,2	2.042.491.488,2	2.042.491.488,2	2.042.491.488,2	2.042.491.488,2
Flujo de Caja acumulado	-12.880.635.074,3	-10.838.143.586,0	-8.795.652.097,8	-6.753.160.609,6	-4.710.669.121,3	-2.668.177.633,1	-625.686.144,8	1.416.805.343,4	3.459.296.831,7	5.501.788.319,9	11.837.824.832,9

Fuente: CATA, 2007.

Anexo 3. Flujos de caja de los diferentes escenarios para la producción de biodiesel.

Anexo 3.a. Flujo de caja del escenario pesimista para el precio de los granos en una producción de biodiesel de 40.000 m³ con raps.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso Biodiesel	0,0	19.349.640,000,0	19.349.640,000,0	19.349.640,000,0	19.349.640,000,0	19.349.640,000,0	19.349.640,000,0	19.349.640,000,0	19.349.640,000,0	19.349.640,000,0	19.349.640,000,0
Ingreso Tonta Seca	0,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0
Ingreso Glicerina	0,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0
Costo aceite	0,0	-16.604.337,730,1	-16.604.337,730,1	-16.604.337,730,1	-16.604.337,730,1	-16.604.337,730,1	-16.604.337,730,1	-16.604.337,730,1	-16.604.337,730,1	-16.604.337,730,1	-16.604.337,730,1
Costo total de Gas natural	0,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0
Costo Eléctrico	0,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0
Acido	0,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0
Catalizador básico	0,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0
Metanol	0,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0
Mantenimiento y Reparación	0,0	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3
Mano de Obra	0,0	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6
Acopio	0,0	-996.260,263,8	-996.260,263,8	-996.260,263,8	-996.260,263,8	-996.260,263,8	-996.260,263,8	-996.260,263,8	-996.260,263,8	-996.260,263,8	-996.260,263,8
Administración y Otros	0,0	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7
Costo Operacional	0,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0
Purificación Glicerina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tratamiento de RILES	0,0	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4
Transporte de grano	0,0	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4
Depreciación	0,0	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7
Utilidad Antes de Impuesto	0,0	1.043.383,016,0	1.043.383,016,0	1.043.383,016,0	1.043.383,016,0	1.043.383,016,0	1.043.383,016,0	1.043.383,016,0	1.043.383,016,0	1.043.383,016,0	1.043.383,016,0
Impuesto	0,0	-177.375,112,7	-177.375,112,7	-177.375,112,7	-177.375,112,7	-177.375,112,7	-177.375,112,7	-177.375,112,7	-177.375,112,7	-177.375,112,7	-177.375,112,7
Utilidad Después de Impuesto	0,0	866.007,903,3	866.007,903,3	866.007,903,3	866.007,903,3	866.007,903,3	866.007,903,3	866.007,903,3	866.007,903,3	866.007,903,3	866.007,903,3
Depreciación	0,0	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7
Inversión Inicial	-9.531.669,955,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Valor de desecho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flujo de Caja	-9.531.669,955,0	1.501.452,567,0	1.501.452,567,0	1.501.452,567,0	1.501.452,567,0	1.501.452,567,0	1.501.452,567,0	1.501.452,567,0	1.501.452,567,0	1.501.452,567,0	1.501.452,567,0
Flujo de Caja acumulado	-9.531.669,955,0	-8.030.217,388,0	-6.528.764,821,1	-5.027.312,254,1	-3.525.859,687,1	-2.024.407,120,2	-522.954,553,2	978.498,013,7	2.479.950,580,7	3.981.403,147,6	8.660.079,032,9

Fuente: CATA, 2007.

Anexo 3.b. Flujo de caja del escenario optimista para el precio de los granos en una producción de biodiesel de 40.000 m³ con raps.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso Biodiesel	0,0	13.508.640,000,0	13.508.640,000,0	13.508.640,000,0	13.508.640,000,0	13.508.640,000,0	13.508.640,000,0	13.508.640,000,0	13.508.640,000,0	13.508.640,000,0	13.508.640,000,0
Ingreso Tonta Seca	0,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0	4.517.040,000,0
Ingreso Glicerina	0,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0	106.200,000,0
Costo aceite	0,0	-11.087.757,298,4	-11.087.757,298,4	-11.087.757,298,4	-11.087.757,298,4	-11.087.757,298,4	-11.087.757,298,4	-11.087.757,298,4	-11.087.757,298,4	-11.087.757,298,4	-11.087.757,298,4
Costo total de Gas natural	0,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0	-337.574,400,0
Costo Eléctrico	0,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0	-28.714,000,0
Acido	0,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0	-25.488,000,0
Catalizador básico	0,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0	-484.272,000,0
Metanol	0,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0	-688.176,000,0
Mantenimiento y Reparación	0,0	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3	-362.203,458,3
Mano de Obra	0,0	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6	-163.122,301,6
Acopio	0,0	-665.265,437,9	-665.265,437,9	-665.265,437,9	-665.265,437,9	-665.265,437,9	-665.265,437,9	-665.265,437,9	-665.265,437,9	-665.265,437,9	-665.265,437,9
Administración y Otros	0,0	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7	-100.998,306,7
Costo Operacional	0,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0	-2.345.067,626,0
Purificación Glicerina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tratamiento de RILES	0,0	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4	-86.409,662,4
Transporte de grano	0,0	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4	-71.428,571,4
Depreciación	0,0	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7	-635.444,663,7
Utilidad Antes de Impuesto	0,0	1.049.958,273,6	1.049.958,273,6	1.049.958,273,6	1.049.958,273,6	1.049.958,273,6	1.049.958,273,6	1.049.958,273,6	1.049.958,273,6	1.049.958,273,6	1.049.958,273,6
Impuesto	0,0	-178.492,906,5	-178.492,906,5	-178.492,906,5	-178.492,906,5	-178.492,906,5	-178.492,906,5	-178.492,906,5	-178.492,906,5	-178.492,906,5	-178.492,906,5
Utilidad Después de Impuesto	0,0	871.465,367,1	871.465,367,1	871.465,367,1	871.465,367,1	871.465,367,1	871.465,367,1	871.465,367,1	871.465,367,1	871.465,367,1	871.465,367,1
Depreciación	0,0	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7	635.444,663,7
Inversión Inicial	-9.531.669,955,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Valor de desecho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flujo de Caja	-9.531.669,955,0	1.506.910,030,8	1.506.910,030,8	1.506.910,030,8	1.506.910,030,8	1.506.910,030,8	1.506.910,030,8	1.506.910,030,8	1.506.910,030,8	1.506.910,030,8	1.506.910,030,8
Flujo de Caja acumulado	-9.531.669,955,0	-8.024.759,924,2	-6.517.849,893,4	-5.010,939,862,7	-3.504,029,831,9	-1.997,119,801,2	-490,209,770,4	1.016,700,260,4	2.523,610,291,1	4.030,520,321,9	8.714,653,671,0

Fuente: CATA, 2007.

Anexo 3.c. Flujo de caja del escenario pesimista para el precio de los granos en una producción de biodiesel de 60.000 m³ con raps.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso Biodiesel	0,0	28.705.860,000,0	28.705.860,000,0	28.705.860,000,0	28.705.860,000,0	28.705.860,000,0	28.705.860,000,0	28.705.860,000,0	28.705.860,000,0	28.705.860,000,0	28.705.860,000,0
Ingreso Torta Seca	0,0	6.775.560,000,0	6.775.560,000,0	6.775.560,000,0	6.775.560,000,0	6.775.560,000,0	6.775.560,000,0	6.775.560,000,0	6.775.560,000,0	6.775.560,000,0	6.775.560,000,0
Ingreso Glicerina	0,0	159.300,000,0	159.300,000,0	159.300,000,0	159.300,000,0	159.300,000,0	159.300,000,0	159.300,000,0	159.300,000,0	159.300,000,0	159.300,000,0
Costo aceite	0,0	-24.906.506,595,2	-24.906.506,595,2	-24.906.506,595,2	-24.906.506,595,2	-24.906.506,595,2	-24.906.506,595,2	-24.906.506,595,2	-24.906.506,595,2	-24.906.506,595,2	-24.906.506,595,2
Costo total de Gas natural	0,0	-506.361,600,0	-506.361,600,0	-506.361,600,0	-506.361,600,0	-506.361,600,0	-506.361,600,0	-506.361,600,0	-506.361,600,0	-506.361,600,0	-506.361,600,0
Costo Eléctrico	0,0	-43.071,000,0	-43.071,000,0	-43.071,000,0	-43.071,000,0	-43.071,000,0	-43.071,000,0	-43.071,000,0	-43.071,000,0	-43.071,000,0	-43.071,000,0
Acido	0,0	-38.232,000,0	-38.232,000,0	-38.232,000,0	-38.232,000,0	-38.232,000,0	-38.232,000,0	-38.232,000,0	-38.232,000,0	-38.232,000,0	-38.232,000,0
Catalizador básico	0,0	-726.408,000,0	-726.408,000,0	-726.408,000,0	-726.408,000,0	-726.408,000,0	-726.408,000,0	-726.408,000,0	-726.408,000,0	-726.408,000,0	-726.408,000,0
Metanol	0,0	-1.032.264,000,0	-1.032.264,000,0	-1.032.264,000,0	-1.032.264,000,0	-1.032.264,000,0	-1.032.264,000,0	-1.032.264,000,0	-1.032.264,000,0	-1.032.264,000,0	-1.032.264,000,0
Mantenimiento y Reparación	0,0	-489.464,132,8	-489.464,132,8	-489.464,132,8	-489.464,132,8	-489.464,132,8	-489.464,132,8	-489.464,132,8	-489.464,132,8	-489.464,132,8	-489.464,132,8
Mano de Obra	0,0	-211.274,418,7	-211.274,418,7	-211.274,418,7	-211.274,418,7	-211.274,418,7	-211.274,418,7	-211.274,418,7	-211.274,418,7	-211.274,418,7	-211.274,418,7
Acopio	0,0	-1.494.390,395,7	-1.494.390,395,7	-1.494.390,395,7	-1.494.390,395,7	-1.494.390,395,7	-1.494.390,395,7	-1.494.390,395,7	-1.494.390,395,7	-1.494.390,395,7	-1.494.390,395,7
Administración y Otros	0,0	-151.497,460,0	-151.497,460,0	-151.497,460,0	-151.497,460,0	-151.497,460,0	-151.497,460,0	-151.497,460,0	-151.497,460,0	-151.497,460,0	-151.497,460,0
Costo Operacional	0,0	-3.517.601,439,0	-3.517.601,439,0	-3.517.601,439,0	-3.517.601,439,0	-3.517.601,439,0	-3.517.601,439,0	-3.517.601,439,0	-3.517.601,439,0	-3.517.601,439,0	-3.517.601,439,0
Purificación Glicerina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tratamiento de RILES	0,0	-129.614,493,5	-129.614,493,5	-129.614,493,5	-129.614,493,5	-129.614,493,5	-129.614,493,5	-129.614,493,5	-129.614,493,5	-129.614,493,5	-129.614,493,5
Transporte de grano	0,0	-107.142,857,1	-107.142,857,1	-107.142,857,1	-107.142,857,1	-107.142,857,1	-107.142,857,1	-107.142,857,1	-107.142,857,1	-107.142,857,1	-107.142,857,1
Depreciación	0,0	-858.709,005,0	-858.709,005,0	-858.709,005,0	-858.709,005,0	-858.709,005,0	-858.709,005,0	-858.709,005,0	-858.709,005,0	-858.709,005,0	-858.709,005,0
Utilidad Antes de Impuesto	0,0	1.428.182,602,9	1.428.182,602,9	1.428.182,602,9	1.428.182,602,9	1.428.182,602,9	1.428.182,602,9	1.428.182,602,9	1.428.182,602,9	1.428.182,602,9	1.428.182,602,9
Impuesto	0,0	-242.791,042,5	-242.791,042,5	-242.791,042,5	-242.791,042,5	-242.791,042,5	-242.791,042,5	-242.791,042,5	-242.791,042,5	-242.791,042,5	-242.791,042,5
Utilidad Después de Impuesto	0,0	1.185.391,560,4	1.185.391,560,4	1.185.391,560,4	1.185.391,560,4	1.185.391,560,4	1.185.391,560,4	1.185.391,560,4	1.185.391,560,4	1.185.391,560,4	1.185.391,560,4
Depreciación	0,0	858.709,005,0	858.709,005,0	858.709,005,0	858.709,005,0	858.709,005,0	858.709,005,0	858.709,005,0	858.709,005,0	858.709,005,0	858.709,005,0
Inversión Inicial	-12.880,635,074,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Valor de desecho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flujo de Caja	-12.880,635,074,3	2.044,100,565,4	2.044,100,565,4	2.044,100,565,4	2.044,100,565,4	2.044,100,565,4	2.044,100,565,4	2.044,100,565,4	2.044,100,565,4	2.044,100,565,4	6.337,645,590,2
Flujo de Caja acumulado	-12.880,635,074,3	-10.836,534,508,9	-8.792,433,943,5	-6.748,333,378,1	-4.704,232,812,7	-2.660,132,247,3	-616,031,681,9	1.428,068,883,5	3.472,169,448,9	5.516,270,014,3	11.853,915,604,4

Fuente: CATA, 2007.

Anexo 3.d. Flujo de caja del escenario optimista para el precio de los granos en una producción de biodiesel de 60.000 m³ con raps.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso Biodiesel	0,0	19.912.500.000,0	19.912.500.000,0	19.912.500.000,0	19.912.500.000,0	19.912.500.000,0	19.912.500.000,0	19.912.500.000,0	19.912.500.000,0	19.912.500.000,0	19.912.500.000,0
Ingreso Torta Seca	0,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0	6.775.560.000,0
Ingreso Glicerina	0,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0	159.300.000,0
Costo aceite	0,0	-16.631.635.947,7	-16.631.635.947,7	-16.631.635.947,7	-16.631.635.947,7	-16.631.635.947,7	-16.631.635.947,7	-16.631.635.947,7	-16.631.635.947,7	-16.631.635.947,7	-16.631.635.947,7
Costo total de Gas natural	0,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0	-506.361.600,0
Costo Eléctrico	0,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0	-43.071.000,0
Acido	0,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0	-38.232.000,0
Catalizador básico	0,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0	-726.408.000,0
Metanol	0,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0	-1.032.264.000,0
Mantenimiento y Reparación	0,0	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8	-489.464.132,8
Mano de Obra	0,0	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7	-211.274.418,7
Acopio	0,0	-997.898.156,9	-997.898.156,9	-997.898.156,9	-997.898.156,9	-997.898.156,9	-997.898.156,9	-997.898.156,9	-997.898.156,9	-997.898.156,9	-997.898.156,9
Administración y Otros	0,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0	-151.497.460,0
Costo Operacional	0,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0	-3.517.601.439,0
Purificación Glicerina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tratamiento de RILES	0,0	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5	-129.614.493,5
Transporte de grano	0,0	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1	-107.142.857,1
Depreciación	0,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0	-858.709.005,0
Utilidad Antes de Impuesto	0,0	1.406.185.489,3	1.406.185.489,3	1.406.185.489,3	1.406.185.489,3	1.406.185.489,3	1.406.185.489,3	1.406.185.489,3	1.406.185.489,3	1.406.185.489,3	1.406.185.489,3
Impuesto	0,0	-239.051.533,2	-239.051.533,2	-239.051.533,2	-239.051.533,2	-239.051.533,2	-239.051.533,2	-239.051.533,2	-239.051.533,2	-239.051.533,2	-239.051.533,2
Utilidad Después de Impuesto	0,0	1.167.133.956,2	1.167.133.956,2	1.167.133.956,2	1.167.133.956,2	1.167.133.956,2	1.167.133.956,2	1.167.133.956,2	1.167.133.956,2	1.167.133.956,2	1.167.133.956,2
Depreciación	0,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0	858.709.005,0
Inversión Inicial	-12.880.635.074,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Valor de desecho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flujo de Caja	-12.880.635.074,3	2.025.842.961,1	2.025.842.961,1	2.025.842.961,1	2.025.842.961,1	2.025.842.961,1	2.025.842.961,1	2.025.842.961,1	2.025.842.961,1	2.025.842.961,1	6.319.387.985,9
Flujo de Caja acumulado	-12.880.635.074,3	-10.854.792.113,2	-8.828.949.152,1	-6.803.106.191,0	-4.777.263.229,9	-2.751.420.268,8	-725.577.307,7	1.300.265.653,4	3.326.108.614,6	5.351.951.575,7	11.671.339.561,5

Fuente: CATA, 2007.

APÉNDICES

Apéndice 1. Flujos de caja para raps y maravilla calculados por el software BiodieselFAO.

Apéndice 1.a. Flujo de caja industrial para una producción de 40.000 m³ con raps.

	Flujo de Caja											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
Inversión Inicial	-9.531.450,000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ingresos de Explotación	0,0	21.062.828,657,7	21.062.828,657,7	21.062.828,657,7	21.062.828,657,7	21.062.828,657,7	21.062.828,657,7	21.062.828,657,7	21.062.828,657,7	21.062.828,657,7	21.062.828,657,7	21.062.828,657,7
Costo de Producción	0,0	-20.007.385,163,1	-20.007.385,163,1	-20.007.385,163,1	-20.007.385,163,1	-20.007.385,163,1	-20.007.385,163,1	-20.007.385,163,1	-20.007.385,163,1	-20.007.385,163,1	-20.007.385,163,1	-20.007.385,163,1
Beneficio operativo	0,0	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beneficio Impuestos	0,0	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6	1.055.443,494,6
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-179.425,394,1	-179.425,394,1	-179.425,394,1	-179.425,394,1	-179.425,394,1	-179.425,394,1	-179.425,394,1	-179.425,394,1	-179.425,394,1	-179.425,394,1	-179.425,394,1
Flujo de Caja bruto	0,0	876.018,100,5	876.018,100,5	876.018,100,5	876.018,100,5	876.018,100,5	876.018,100,5	876.018,100,5	876.018,100,5	876.018,100,5	876.018,100,5	876.018,100,5
Depreciación	0,0	635.430,000,0	635.430,000,0	635.430,000,0	635.430,000,0	635.430,000,0	635.430,000,0	635.430,000,0	635.430,000,0	635.430,000,0	635.430,000,0	635.430,000,0
Flujo de Caja neto	-9.531.450,000,0	1.511.448,100,5	1.511.448,100,5	1.511.448,100,5	1.511.448,100,5	1.511.448,100,5	1.511.448,100,5	1.511.448,100,5	1.511.448,100,5	1.511.448,100,5	1.511.448,100,5	1.511.448,100,5
Flujo de Caja acumulado	-9.531.450,000,0	-8.020.001,899,5	-6.508.553,799,0	-4.997.105,698,5	-3.485.657,598,0	-1.974.209,497,5	-462.761,397,0	1.048.686,703,5	2.560.134,804,0	4.071.582,904,5	5.583.031,005,1	

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 1.b. Flujo de caja industrial para una producción de 60.000 m³ con raps.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión Inicial	-12.882.060,000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ingresos de Explotación	0,0	31.243.783.000,2	31.243.783.000,2	31.243.783.000,2	31.243.783.000,2	31.243.783.000,2	31.243.783.000,2	31.243.783.000,2	31.243.783.000,2	31.243.783.000,2	31.243.783.000,2
Costo de Producción	0,0	-29.827.916.387,0	-29.827.916.387,0	-29.827.916.387,0	-29.827.916.387,0	-29.827.916.387,0	-29.827.916.387,0	-29.827.916.387,0	-29.827.916.387,0	-29.827.916.387,0	-29.827.916.387,0
Beneficio operativo	0,0	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beneficio Imponibles	0,0	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2	1.415.866.613,2
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-240.697.324,2	-240.697.324,2	-240.697.324,2	-240.697.324,2	-240.697.324,2	-240.697.324,2	-240.697.324,2	-240.697.324,2	-240.697.324,2	-240.697.324,2
Flujo de Caja bruto	0,0	1.175.169.288,9	1.175.169.288,9	1.175.169.288,9	1.175.169.288,9	1.175.169.288,9	1.175.169.288,9	1.175.169.288,9	1.175.169.288,9	1.175.169.288,9	1.175.169.288,9
Depreciación	0,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0
Flujo de Caja neto	-12.882.060,000,0	2.033.973.288,9	2.033.973.288,9	2.033.973.288,9	2.033.973.288,9	2.033.973.288,9	2.033.973.288,9	2.033.973.288,9	2.033.973.288,9	2.033.973.288,9	2.033.973.288,9
Flujo de Caja acumulado	-12.882.060,000,0	-10.848.086.711,1	-8.814.113.422,1	-6.780.140.133,2	-4.746.166.844,3	-2.712.193.555,4	-678.220.266,4	1.355.753.022,5	3.389.726.311,4	5.423.699.600,4	7.457.672.889,3

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 1.c. Flujo de caja industrial para una producción de 40.000 m³ con maravilla.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión Inicial	-9.531.450.000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ingresos de Explotación	0,0	20.838.285.749,8	20.838.285.749,8	20.838.285.749,8	20.838.285.749,8	20.838.285.749,8	20.838.285.749,8	20.838.285.749,8	20.838.285.749,8	20.838.285.749,8	20.838.285.749,8
Costo de Producción	0,0	-19.797.728.096,8	-19.797.728.096,8	-19.797.728.096,8	-19.797.728.096,8	-19.797.728.096,8	-19.797.728.096,8	-19.797.728.096,8	-19.797.728.096,8	-19.797.728.096,8	-19.797.728.096,8
Beneficio operativo	0,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beneficio Imponibles	0,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0	1.040.557.653,0
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-176.894.801,0	-176.894.801,0	-176.894.801,0	-176.894.801,0	-176.894.801,0	-176.894.801,0	-176.894.801,0	-176.894.801,0	-176.894.801,0	-176.894.801,0
Flujo de Caja bruto	0,0	863.662.852,0	863.662.852,0	863.662.852,0	863.662.852,0	863.662.852,0	863.662.852,0	863.662.852,0	863.662.852,0	863.662.852,0	863.662.852,0
Depreciación	0,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0
Flujo de Caja neto	-9.531.450.000,0	1.499.092.852,0	1.499.092.852,0	1.499.092.852,0	1.499.092.852,0	1.499.092.852,0	1.499.092.852,0	1.499.092.852,0	1.499.092.852,0	1.499.092.852,0	1.499.092.852,0
Flujo de Caja acumulado	-9.531.450.000,0	-8.032.357.148,0	-6.533.264.296,0	-5.034.171.444,1	-3.535.078.592,1	-2.035.985.740,1	-536.892.888,1	962.199.963,9	2.461.292.815,8	3.960.385.667,8	5.459.478.519,8

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 1.d. Flujo de caja industrial para una producción de 60.000 m³ con maravilla.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión Inicial	-12.882.060,000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ingresos de Explotación	0,0	30.938.828.638,1	30.938.828.638,1	30.938.828.638,1	30.938.828.638,1	30.938.828.638,1	30.938.828.638,1	30.938.828.638,1	30.938.828.638,1	30.938.828.638,1	30.938.828.638,1
Costo de Producción	0,0	-29.513.430.787,4	-29.513.430.787,4	-29.513.430.787,4	-29.513.430.787,4	-29.513.430.787,4	-29.513.430.787,4	-29.513.430.787,4	-29.513.430.787,4	-29.513.430.787,4	-29.513.430.787,4
Beneficio operativo	0,0	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beneficio Imponibles	0,0	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8	1.425.397.850,8
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-242.317.634,6	-242.317.634,6	-242.317.634,6	-242.317.634,6	-242.317.634,6	-242.317.634,6	-242.317.634,6	-242.317.634,6	-242.317.634,6	-242.317.634,6
Flujo de Caja bruto	0,0	1.183.080.216,1	1.183.080.216,1	1.183.080.216,1	1.183.080.216,1	1.183.080.216,1	1.183.080.216,1	1.183.080.216,1	1.183.080.216,1	1.183.080.216,1	1.183.080.216,1
Depreciación	0,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0
Flujo de Caja neto	-12.882.060,000,0	2.041.884.216,1	2.041.884.216,1	2.041.884.216,1	2.041.884.216,1	2.041.884.216,1	2.041.884.216,1	2.041.884.216,1	2.041.884.216,1	2.041.884.216,1	2.041.884.216,1
Flujo de Caja acumulado	-12.882.060,000,0	-10.840.175.783,9	-8.798.291.567,7	-6.756.407.351,6	-4.714.523.135,4	-2.672.638.919,3	-630.754.703,2	1.411.129.513,0	3.453.013.729,1	5.494.897.945,3	7.536.782.161,4

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2. Flujos de caja para los diferentes escenarios de raps calculados por el software BiodieselFAO.

Apéndice 2.a. Flujo de caja para el escenario pesimista en el precio de granos de raps, para una producción de 40.000 m³.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión Inicial	-9.531.450.000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ingresos de Explotación	0,0	23.972.708.656,8	23.972.708.656,8	23.972.708.656,8	23.972.708.656,8	23.972.708.656,8	23.972.708.656,8	23.972.708.656,8	23.972.708.656,8	23.972.708.656,8	23.972.708.656,8
Costo de Producción	0,0	-22.964.538.605,4	-22.964.538.605,4	-22.964.538.605,4	-22.964.538.605,4	-22.964.538.605,4	-22.964.538.605,4	-22.964.538.605,4	-22.964.538.605,4	-22.964.538.605,4	-22.964.538.605,4
Beneficio operativo	0,0	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beneficio Imponibles	0,0	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4	1.008.170.051,4
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-171.388.908,7	-171.388.908,7	-171.388.908,7	-171.388.908,7	-171.388.908,7	-171.388.908,7	-171.388.908,7	-171.388.908,7	-171.388.908,7	-171.388.908,7
Flujo de Caja bruto	0,0	836.781.142,7	836.781.142,7	836.781.142,7	836.781.142,7	836.781.142,7	836.781.142,7	836.781.142,7	836.781.142,7	836.781.142,7	836.781.142,7
Depreciación	0,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0
Flujo de Caja neto	-9.531.450.000,0	1.472.211.142,7	1.472.211.142,7	1.472.211.142,7	1.472.211.142,7	1.472.211.142,7	1.472.211.142,7	1.472.211.142,7	1.472.211.142,7	1.472.211.142,7	1.472.211.142,7
Flujo de Caja acumulado	-9.531.450.000,0	-8.059.238.857,3	-6.587.027.714,7	-5.114.816.572,0	-3.642.605.429,4	-2.170.394.286,7	-698.183.144,0	774.027.998,6	2.246.239.141,3	3.718.450.283,9	5.190.661.426,6

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2.b. Flujo de caja para el escenario optimista en el precio de granos de raps, para una producción de 40.000 m³.

	Flujo de Caja											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
Inversión Inicial	-9.531.450.000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ingresos de Explotación	0,0	18.131.708.658,6	18.131.708.658,6	18.131.708.658,6	18.131.708.658,6	18.131.708.658,6	18.131.708.658,6	18.131.708.658,6	18.131.708.658,6	18.131.708.658,6	18.131.708.658,6	18.131.708.658,6
Costo de Producción	0,0	-17.070.459.847,2	-17.070.459.847,2	-17.070.459.847,2	-17.070.459.847,2	-17.070.459.847,2	-17.070.459.847,2	-17.070.459.847,2	-17.070.459.847,2	-17.070.459.847,2	-17.070.459.847,2	-17.070.459.847,2
Beneficio operativo	0,0	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beneficio Imponibles	0,0	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4	1.061.248.811,4
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-180.412.297,9	-180.412.297,9	-180.412.297,9	-180.412.297,9	-180.412.297,9	-180.412.297,9	-180.412.297,9	-180.412.297,9	-180.412.297,9	-180.412.297,9	-180.412.297,9
Flujo de Caja bruto	0,0	880.836.513,5	880.836.513,5	880.836.513,5	880.836.513,5	880.836.513,5	880.836.513,5	880.836.513,5	880.836.513,5	880.836.513,5	880.836.513,5	880.836.513,5
Depreciación	0,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0	635.430.000,0
Flujo de Caja neto	-9.531.450.000,0	1.516.266.513,5	1.516.266.513,5	1.516.266.513,5	1.516.266.513,5	1.516.266.513,5	1.516.266.513,5	1.516.266.513,5	1.516.266.513,5	1.516.266.513,5	1.516.266.513,5	1.516.266.513,5
Flujo de Caja acumulado	-9.531.450.000,0	-8.015.183.486,6	-6.498.916.973,1	-4.982.650.459,7	-3.466.383.946,2	-1.950.117.432,8	-433.850.919,3	1.082.415.594,1	2.598.682.107,6	4.114.948.621,0	5.631.215.134,5	

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2.c. Flujo de caja para el escenario pesimista en el precio de granos de raps, para una producción de 60.000 m³.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión Inicial	-12.882.060,000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ingresos de Explotación	0,0	35.640.463.000,8	35.640.463.000,8	35.640.463.000,8	35.640.463.000,8	35.640.463.000,8	35.640.463.000,8	35.640.463.000,8	35.640.463.000,8	35.640.463.000,8	35.640.463.000,8
Costo de Producción	0,0	-34.263.646.552,4	-34.263.646.552,4	-34.263.646.552,4	-34.263.646.552,4	-34.263.646.552,4	-34.263.646.552,4	-34.263.646.552,4	-34.263.646.552,4	-34.263.646.552,4	-34.263.646.552,4
Beneficio operativo	0,0	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beneficio Imponibles	0,0	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4	1.376.816.448,4
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-234.058.796,2	-234.058.796,2	-234.058.796,2	-234.058.796,2	-234.058.796,2	-234.058.796,2	-234.058.796,2	-234.058.796,2	-234.058.796,2	-234.058.796,2
Flujo de Caja bruto	0,0	1.142.757.652,1	1.142.757.652,1	1.142.757.652,1	1.142.757.652,1	1.142.757.652,1	1.142.757.652,1	1.142.757.652,1	1.142.757.652,1	1.142.757.652,1	1.142.757.652,1
Depreciación	0,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0
Flujo de Caja neto	-12.882.060,000,0	2.001.561.652,1	2.001.561.652,1	2.001.561.652,1	2.001.561.652,1	2.001.561.652,1	2.001.561.652,1	2.001.561.652,1	2.001.561.652,1	2.001.561.652,1	2.001.561.652,1
Flujo de Caja acumulado	-12.882.060,000,0	-10.880.498.347,9	-8.878.936.695,7	-6.877.375.043,6	-4.875.813.391,4	-2.874.251.739,3	-872.690.087,2	1.128.871.565,0	3.130.433.217,1	5.131.994.869,3	7.133.556.521,4

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2.d. Flujo de caja para el escenario optimista en el precio de granos de raps, para una producción de 60.000 m³.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión Inicial	-12.882.060,000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ingresos de Explotación	0,0	26.847.102.999,6	26.847.102.999,6	26.847.102.999,6	26.847.102.999,6	26.847.102.999,6	26.847.102.999,6	26.847.102.999,6	26.847.102.999,6	26.847.102.999,6	26.847.102.999,6
Costo de Producción	0,0	-25.422.528.411,2	-25.422.528.411,2	-25.422.528.411,2	-25.422.528.411,2	-25.422.528.411,2	-25.422.528.411,2	-25.422.528.411,2	-25.422.528.411,2	-25.422.528.411,2	-25.422.528.411,2
Beneficio operativo	0,0	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beneficio Imponibles	0,0	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4	1.424.574.588,4
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-242.177.680,0	-242.177.680,0	-242.177.680,0	-242.177.680,0	-242.177.680,0	-242.177.680,0	-242.177.680,0	-242.177.680,0	-242.177.680,0	-242.177.680,0
Flujo de Caja bruto	0,0	1.182.396.908,4	1.182.396.908,4	1.182.396.908,4	1.182.396.908,4	1.182.396.908,4	1.182.396.908,4	1.182.396.908,4	1.182.396.908,4	1.182.396.908,4	1.182.396.908,4
Depreciación	0,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0	858.804.000,0
Flujo de Caja neto	-12.882.060,000,0	2.041.200.908,4	2.041.200.908,4	2.041.200.908,4	2.041.200.908,4	2.041.200.908,4	2.041.200.908,4	2.041.200.908,4	2.041.200.908,4	2.041.200.908,4	2.041.200.908,4
Flujo de Caja acumulado	-12.882.060,000,0	-10.840.859,091,7	-8.799.658.183,3	-6.758.457.275,0	-4.717.256.366,6	-2.676.055.458,3	-634.854.549,9	1.406.346.358,4	3.447.547.266,8	5.488.748.175,1	7.529.949.083,5

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2.e. Flujo de caja para el escenario de inversión de 15 millones US\$ en una producción de 60.000 m³, con raps como materia prima.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión Inicial	-7,965,000,000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ingresos de Explotación	0,0	30,192,403,000,0	30,192,403,000,0	30,192,403,000,0	30,192,403,000,0	30,192,403,000,0	30,192,403,000,0	30,192,403,000,0	30,192,403,000,0	30,192,403,000,0	30,192,403,000,0
Costo de Producción	0,0	-29,313,264,107,0	-29,313,264,107,0	-29,313,264,107,0	-29,313,264,107,0	-29,313,264,107,0	-29,313,264,107,0	-29,313,264,107,0	-29,313,264,107,0	-29,313,264,107,0	-29,313,264,107,0
Beneficio operativo	0,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beneficio Imponibles	0,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0	879,138,893,0
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-149,453,611,8	-149,453,611,8	-149,453,611,8	-149,453,611,8	-149,453,611,8	-149,453,611,8	-149,453,611,8	-149,453,611,8	-149,453,611,8	-149,453,611,8
Flujo de Caja bruto	0,0	729,685,281,2	729,685,281,2	729,685,281,2	729,685,281,2	729,685,281,2	729,685,281,2	729,685,281,2	729,685,281,2	729,685,281,2	729,685,281,2
Depreciación	0,0	531,000,000,0	531,000,000,0	531,000,000,0	531,000,000,0	531,000,000,0	531,000,000,0	531,000,000,0	531,000,000,0	531,000,000,0	531,000,000,0
Flujo de Caja neto	-7,965,000,000,0	1,260,685,281,2	1,260,685,281,2	1,260,685,281,2	1,260,685,281,2	1,260,685,281,2	1,260,685,281,2	1,260,685,281,2	1,260,685,281,2	1,260,685,281,2	1,260,685,281,2
Flujo de Caja acumulado	-7,965,000,000,0	-6,704,314,718,8	-5,443,629,437,6	-4,182,944,156,4	-2,922,258,875,2	-1,661,573,593,9	-400,888,312,7	859,796,968,5	2,120,482,249,7	3,381,167,530,9	4,641,852,812,1

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2.f. Flujo de caja para el escenario de inversión de 20 millones US\$ en una producción de 60.000 m³, con raps como materia prima.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión Inicial	-10.620.000,000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ingresos de Explotación	0,0	30.765.883,000,1	30.765.883,000,1	30.765.883,000,1	30.765.883,000,1	30.765.883,000,1	30.765.883,000,1	30.765.883,000,1	30.765.883,000,1	30.765.883,000,1	30.765.883,000,1
Costo de Producción	0,0	-29.591.154,107,0	-29.591.154,107,0	-29.591.154,107,0	-29.591.154,107,0	-29.591.154,107,0	-29.591.154,107,0	-29.591.154,107,0	-29.591.154,107,0	-29.591.154,107,0	-29.591.154,107,0
Beneficio operativo	0,0	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beneficio Imponibles	0,0	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1	1.174.728,893,1
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-199.703,911,8	-199.703,911,8	-199.703,911,8	-199.703,911,8	-199.703,911,8	-199.703,911,8	-199.703,911,8	-199.703,911,8	-199.703,911,8	-199.703,911,8
Flujo de Caja bruto	0,0	975.024,981,3	975.024,981,3	975.024,981,3	975.024,981,3	975.024,981,3	975.024,981,3	975.024,981,3	975.024,981,3	975.024,981,3	975.024,981,3
Depreciación	0,0	708.000,000,0	708.000,000,0	708.000,000,0	708.000,000,0	708.000,000,0	708.000,000,0	708.000,000,0	708.000,000,0	708.000,000,0	708.000,000,0
Flujo de Caja neto	-10.620.000,000,0	1.683.024,981,3	1.683.024,981,3	1.683.024,981,3	1.683.024,981,3	1.683.024,981,3	1.683.024,981,3	1.683.024,981,3	1.683.024,981,3	1.683.024,981,3	1.683.024,981,3
Flujo de Caja acumulado	-10.620.000,000,0	-8.936.975,018,7	-7.253.950,037,5	-5.570.925,056,2	-3.887.900,074,9	-2.204.875,093,6	-521.850,112,3	1.161.174,868,9	2.844.199,850,2	4.527.224,831,5	6.210.249,812,8

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2.g. Flujo de caja para el escenario de inversión de 25 millones US\$ en una producción de 60.000 m³, con raps como materia prima.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión Inicial	-13.275.000,000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ingresos de Explotación	0,0	31.339.363,000,2	31.339.363,000,2	31.339.363,000,2	31.339.363,000,2	31.339.363,000,2	31.339.363,000,2	31.339.363,000,2	31.339.363,000,2	31.339.363,000,2	31.339.363,000,2
Costo de Producción	0,0	-29.869.044,107,0	-29.869.044,107,0	-29.869.044,107,0	-29.869.044,107,0	-29.869.044,107,0	-29.869.044,107,0	-29.869.044,107,0	-29.869.044,107,0	-29.869.044,107,0	-29.869.044,107,0
Beneficio operativo	0,0	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beneficio Imponibles	0,0	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2	1.470.318,893,2
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-249.954,211,8	-249.954,211,8	-249.954,211,8	-249.954,211,8	-249.954,211,8	-249.954,211,8	-249.954,211,8	-249.954,211,8	-249.954,211,8	-249.954,211,8
Flujo de Caja bruto	0,0	1.220.364,681,3	1.220.364,681,3	1.220.364,681,3	1.220.364,681,3	1.220.364,681,3	1.220.364,681,3	1.220.364,681,3	1.220.364,681,3	1.220.364,681,3	1.220.364,681,3
Depreciación	0,0	885.000,000,0	885.000,000,0	885.000,000,0	885.000,000,0	885.000,000,0	885.000,000,0	885.000,000,0	885.000,000,0	885.000,000,0	885.000,000,0
Flujo de Caja neto	-13.275.000,000,0	2.105.364,681,3	2.105.364,681,3	2.105.364,681,3	2.105.364,681,3	2.105.364,681,3	2.105.364,681,3	2.105.364,681,3	2.105.364,681,3	2.105.364,681,3	2.105.364,681,3
Flujo de Caja acumulado	-13.275.000,000,0	-11.169.635,318,7	-9.064.270,637,3	-6.958.905,956,0	-4.853.541,274,6	-2.748.176,593,3	-642.811,912,0	1.462.552,769,4	3.567.917,450,7	5.673.282,132,1	7.778.646,813,4

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2.h. Flujo de caja para el escenario de inversión de 30 millones US\$ en una producción de 60.000 m³, con raps como materia prima.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión Inicial	-15.930.000,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ingresos de Explotación	0,0	31.912.843,00	31.912.843,00	31.912.843,00	31.912.843,00	31.912.843,00	31.912.843,00	31.912.843,00	31.912.843,00	31.912.843,00	31.912.843,00
Costo de Producción	0,0	-30.146.934,10	-30.146.934,10	-30.146.934,10	-30.146.934,10	-30.146.934,10	-30.146.934,10	-30.146.934,10	-30.146.934,10	-30.146.934,10	-30.146.934,10
Beneficio operativo	0,0	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beneficio Imponibles	0,0	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89	1.765.908,89
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-300.204,51	-300.204,51	-300.204,51	-300.204,51	-300.204,51	-300.204,51	-300.204,51	-300.204,51	-300.204,51	-300.204,51
Flujo de Caja bruto	0,0	1.465.704,38	1.465.704,38	1.465.704,38	1.465.704,38	1.465.704,38	1.465.704,38	1.465.704,38	1.465.704,38	1.465.704,38	1.465.704,38
Depreciación	0,0	1.062.000,00	1.062.000,00	1.062.000,00	1.062.000,00	1.062.000,00	1.062.000,00	1.062.000,00	1.062.000,00	1.062.000,00	1.062.000,00
Flujo de Caja neto	-15.930.000,00	2.527.704,38	2.527.704,38	2.527.704,38	2.527.704,38	2.527.704,38	2.527.704,38	2.527.704,38	2.527.704,38	2.527.704,38	2.527.704,38
Flujo de Caja acumulado	-15.930.000,00	-13.402.295,62	-10.874.591,24	-8.346.886,86	-5.819.182,48	-3.291.478,10	-763.773,72	1.763.930,67	4.291.655,05	6.819.339,43	9.347.043,81

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2.i. Flujo de caja para el escenario de inversión de 35 millones US\$ en una producción de 60.000 m³, con raps como materia prima.

	Flujo de Caja										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión Inicial	-18.585.000,000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ingresos de Explotación	0,0	32.454.463,000,3	32.454.463,000,3	32.454.463,000,3	32.454.463,000,3	32.454.463,000,3	32.454.463,000,3	32.454.463,000,3	32.454.463,000,3	32.454.463,000,3	32.454.463,000,3
Costo de Producción	0,0	-30.424.824,107,0	-30.424.824,107,0	-30.424.824,107,0	-30.424.824,107,0	-30.424.824,107,0	-30.424.824,107,0	-30.424.824,107,0	-30.424.824,107,0	-30.424.824,107,0	-30.424.824,107,0
Beneficio operativo	0,0	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3
Interés sobre la Financiación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beneficio Imponibles	0,0	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3	2.029.638,893,3
Impuestos sobre los Beneficios	0,0	-345.038,611,9	-345.038,611,9	-345.038,611,9	-345.038,611,9	-345.038,611,9	-345.038,611,9	-345.038,611,9	-345.038,611,9	-345.038,611,9	-345.038,611,9
Flujo de Caja bruto	0,0	1.684.600,281,5	1.684.600,281,5	1.684.600,281,5	1.684.600,281,5	1.684.600,281,5	1.684.600,281,5	1.684.600,281,5	1.684.600,281,5	1.684.600,281,5	1.684.600,281,5
Depreciación	0,0	1.239.000,000,0	1.239.000,000,0	1.239.000,000,0	1.239.000,000,0	1.239.000,000,0	1.239.000,000,0	1.239.000,000,0	1.239.000,000,0	1.239.000,000,0	1.239.000,000,0
Flujo de Caja neto	-18.585.000,000,0	2.923.600,281,5	2.923.600,281,5	2.923.600,281,5	2.923.600,281,5	2.923.600,281,5	2.923.600,281,5	2.923.600,281,5	2.923.600,281,5	2.923.600,281,5	2.923.600,281,5
Flujo de Caja acumulado	-18.585.000,000,0	-15.661.399,718,5	-12.737.799,437,1	-9.814.199,155,6	-6.890.598,874,1	-3.966.998,592,7	-1.043.398,311,2	1.880.201,970,3	4.803.802,251,7	7.727.402,533,2	10.651.002,814,6

Fuente: Elaboración propia.