

Análisis de Rentabilidad Económica en Proyectos de Producción de Biodiesel en Mendoza



Análisis de Rentabilidad Económica de Proyectos de Producción de Biodiesel en Mendoza

Profesionales responsables:

- *Lic. Gustavo Maradona*
- *Lic. Rodrigo González*

Profesionales colaboradores:

- *Ing. Carlos Antonini (FCA UNCuyo)*
- *Ing. Laura Alturria (FCA UNCuyo)*
- *Ing. Sebastián Pérez (FI UNCuyo)*
- *Ing. Pablo Gusberti (FI UNCuyo).*
- *Ing. José Luis Martínez Justo (SOYENERGY)*
- *Ing. Carlos Barreiro (SOYENERGY).*

Reuniones de Exposición y Discusión Final del documento

- *Ing. Agr. Daniel Pizzi Secretario de Gestión Institucional-UNCuyo*
- *Ing. Dante Bragoni Secretario del Instituto de Energía-UNCuyo*

Introducción

Análisis de Rentabilidad Económica de Proyectos de Producción de Biodiesel en Mendoza

El presente informe analiza los factores económicos que determinan la estructura de costos, ingresos y rentabilidad para la producción a escala comercial de biodiesel en Mendoza a base de soja y colza.

Se presentan los resultados de la evaluación económica para modelos primarios, modelos de industrialización, y modelos integrados.

El primer capítulo expone las estructuras de costos, ingresos y evaluación económica para modelos de producción primaria a escala comercial. El segundo capítulo expone las estructuras de costos e ingresos en modelos donde se considera solo la etapa industrial; y en modelos integrados entre producción primaria e industrial.

Los resultados obtenidos deben ser analizados como marcos de referencia, ya que existen variables que resultan relativamente complejas de acotar por la falta de experiencias en Mendoza con modelos productivos similares a los simulados.

Por tal motivo, analizan matrices que expresan la sensibilidad de los resultados ante diversos rangos que podrían tomar variables consideradas críticas. Dichas simulaciones intentan aproximar los riesgos económicos de los proyectos productivos evaluados.

Resumen Ejecutivo

Modelo Agrícola:

- La etapa agrícola contempló un modelo de producción comercial, cuyo objetivo fundamental es la gestión de los cultivos de colza y soja realizada a escala “grande” (200 Ha) y como actividad económica principal por el plazo de 10 años.
- Se analizó el uso de dos sistemas de riego alternativos con el fin de maximizar rendimientos en los cultivos y minimizar costos: (a) Riego por Pivote Central; (b) Riego por Canal Discontinuo.
- Los costos de inversión inicial en concepto de: (a) tierra; (b) maquinarias para siembra, tratamiento y cosecha; y (c) equipos de riego; se estimaron en un total de USD (dólares de Estados Unidos) 1.301.000 para el caso de riego con Pivote Central y USD 954.000 para el caso de Riego por canal Discontinuo.
- Los costos operativos por hectárea, y por temporada agrícola de rotación soja/colza, alcanzan los USD 1.330/Ha en el caso que se utilice un sistema de riego con Pivote Central; y USD 1.184/Ha en el caso que se utilice un sistema de Riego por Canal Discontinuo.
- La evaluación económica muestra la existencia de tres variables que son altamente sensibles para la rentabilidad del modelo: (a) los rindes por hectárea; (b) el precio internacional de los granos; y (c) el costo operativo del riego por Pivote Central.
- La evaluación económica consideró en todos los modelos que el costo de oportunidad del capital invertido era del 10% anual en USD. Bajo este supuesto, resultaría viable desde la perspectiva económica los escenarios en los cuales la tasa interna de retorno (o rentabilidad del proyecto) resulte superior al costo de oportunidad del capital invertido.
- La evaluación del modelo soja – colza con riego mediante Pivote Central muestra que a niveles de precios internacionales similares a los actuales (USD 500 por Tn de grano), la rentabilidad del proyecto resulta mayor al 10% anual en USD solo para rendimientos elevados que superen las 3,25 Tn/Ha. Estos rindes son levemente superiores al promedio observado en la pampa húmeda.
- Tomando las perspectivas proyectadas en el contexto internacional, y el impacto del sistema de riego utilizado; el modelo soja – colza con riego mediante Pivote Central otorga en el rango de mayor probabilidad de ocurrencia una rentabilidad que varía entre 2% y 11% anual en dólares. Por lo tanto, ante un costo de oportunidad del capital invertido de 10%, el proyecto resultaría relativamente riesgoso ya que existen poca probabilidad que el VAN (Valor Actual Neto) sea positivo.

- Para el caso de producción primaria soja – colza con Riego Discontinuo, el modelo resulta menos exigente debido a la menor inversión inicial y los menores costos operativos. A niveles de precios internacionales similares a los actuales y en un contexto donde los rindes varíen entre 2,5 Tn/Ha y 3 Tn/H, la rentabilidad del proyecto resulta levemente menor al 10% anual en USD. Dentro de los rangos de variación más probables para precios y rindes, este modelo genera tasas de retorno que oscilan entre el 1% y 13% anual en USD. Por lo tanto, este modelo también resultaría relativamente riesgoso ya que existen poca probabilidad de que el VAN sea positivo.

Modelo Industrial:

- La escala del modelo industrial se adapta a la materia prima generada en la etapa primaria a fin de poder integrar ambos eslabones productivos posteriormente. Por lo tanto, los siguientes procesos suponen un input de materia prima que supera levemente al millón de toneladas de grano al año.
- La inversión necesaria en la etapa de molienda (o crushing) en concepto de molinos y tanques alcanza los USD 12.954. Los costos operativos anuales en esta etapa en concepto de mano de obra y energía eléctrica alcanzan los USD 15.212 (sin la compra de materia prima).
- La inversión necesaria para la etapa de elaboración de biodiesel en concepto de planta de elaboración y tanques para biodiesel y metanol alcanzan los USD 38.000. Los costos operativos anuales en esta etapa en concepto de mano de obra, alquiler, energía eléctrica e insumos complementarios al aceite (sin la compra de aceite de soja propiamente dicho) alcanzan los USD 140.700.
- El sistema de derechos de exportaciones aplicados resulta elevado (32%) en el caso del aceite de soja (lo que deprime su precio interno) y moderado (5%) en el caso del aceite de colza. Por esta razón, y dado que el precio internacional resulta similar para ambos aceites, resulta conveniente comercializar el aceite de Colza y no utilizar el mismo como insumo de biodiesel.
- A los precios vigentes de granos, pellets, aceites y biodiesel, la rentabilidad del modelo industrial alcanza apenas un 1% anual en USD, aspecto que genera un VAN negativo debido a que el costo de oportunidad del capital invertido es del 10% anual en USD.
- Ante un escenario donde aumente el precio regulado del biodiesel un 20% (situación altamente probable al momento de realizar este informe según opinión de referentes consultados) incrementaría la rentabilidad a valores cercanos al 10% anual en USD.
- Las principales variables que generan riesgo en la viabilidad del modelo industrial son el elevado nivel de precios en el principal insumo (el aceite de soja) y el precio regulado para la venta de biodiesel.

Modelo Integrado. Explotación Agrícola y Generación de Biodiesel:

- La integración de la cadena de producción (agrícola – industrial) permite “apalancar” los proyectos al suministrar una materia prima a menor costo. De tal modo, se reduce uno de los principales riesgos del modelo industrial: la volatilidad y el elevado precio de la materia prima.
- En un modelo integrado, en el cual se utilice un sistema de riego por pivote central, con rindes cercanos a las 3 toneladas por ha, y con el precio de mercado actual para biodiesel, se alcanzaría una rentabilidad que aproxima al 10% anual en USD. Ante un incremento del 20% en el precio del biodiesel (escenario altamente probable) la rentabilidad podría ascender al 16%. En este modelo, la TIR resulta conveniente (mayor al 10% anual) en la mayoría de los escenarios que mayor probabilidad muestran hacia el futuro.
- En el esquema de riego discontinuo, las rentabilidades estimadas resultan aún mayores para escenarios base en los cuales se planteen rindes y precios relativamente bajos. Al precio actual del biodiesel, los rindes que se encuentran entre 2 Tn y 2,5 Tn por hectárea mostrarían tasas de retorno que aproximan el 10% anual. Con estos rindes bajos, si el precio del biodiesel aumenta un 20%, la tasa de retorno podría alcanzar un 16% anual en USD.
- En definitiva, el modelo integrado reduce significativamente el riesgo de la inversión al mostrar en los escenarios de mayor probabilidad de ocurrencia tasas de retorno mayores al costo de oportunidad del capital invertido.

Capítulo I.

Evaluación del Modelo Agrícola

I.A) Modelo Productivo Utilizado como Base.

a) Principales Referencias Bibliográficas y Entrevistas Realizadas.

La determinación de los modelos productivos que se tomaron como base se realizó utilizando como marco de referencia a trabajos previos realizados por la Facultad de Ciencias Agrarias (U.N.Cuyo) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria¹.

Los modelos estimados a partir de antecedentes bibliográficos fueron la guía preliminar sobre la cual se estructuraron entrevistas y consultas a técnicos especializados para ajustar los modelos productivos a la realidad local.

En tal sentido, fueron consultados los siguientes referentes técnicos:

- Ing. Laura Alturria (FCA-UNCuyo): dos entrevistas.
- Ing. Carlos Antonini (FCA – UNCuyo): dos entrevistas
- Ing. Jorge Silva en INTA-Junín: una entrevista.
- Ing. Javier Castillo (INTA - San Carlos): una entrevista.
- Diego Lorenzo. Productor, usuario de sistemas de riego por Pivote Central y por Canal Discontinuo: Una entrevista.
- Domingo Amore. Gerente Empresa Perfoagua: una entrevista.
- Carlos Zonni. Director empresa Pampa Trading S.A.: una entrevista.
- Ing. Beláustegui. Empresa P&R Argentina: una entrevista, y asistencia a Foro presentación del sistema de riego por canal discontinuo (Agosto, Facultad de Ciencias Agrarias).

¹ Entre las consultas más relevantes pueden destacarse:

- "Cultivos Energéticos a Escala Comercial en el Oasis Norte de Mendoza: determinación de la factibilidad económica de las especies y estimación de la viabilidad económica del negocio de biocombustibles asociado a su producción." Facultad de Ciencias Agrarias y presentado a la SECYT de la UNCuyo.
- "El Cultivo de la Colza Canola". Manuales en Línea. INTA. Año 1997.
- "Costos de Producción y Márgenes Bruto de Soja". Centros Regionales y Estaciones Experimentales del INTA del Noroeste y Noreste de Argentina. Año 2010.

b) Supuestos Básicos del Modelo Tecnológico.

La evaluación económica a realizar supone una gestión productiva a nivel comercial, cuyo objetivo fundamental es la producción de los cultivos de colza y soja realizada a escala grande y como actividad económica principal. Para tal actividad productiva, se destinan los recursos tecnológicos más adecuados en función de lo técnicamente disponible y conveniente: mecanización en siembra, conducción y cosecha, uso de agroquímicos de mayor eficacia, logística eficiente en el manejo de diferentes cuarteles, entre otros aspectos. Los principales parámetros y supuestos utilizados en el modelo se pueden resumir en los siguientes ítems:

- **Cultivos a Producir:** rotación de Colza y Soja a lo largo del año agrícola.
- **Horizonte Temporal:** 10 años.
- **Tamaño de la Explotación Utilizada:** 200 hectáreas.
- **Inversión en Tierra:** se considera que la tierra es propia y fue adquirida a un valor de 600 mil USD (promedio de 3.000 USD por hectárea). Al finalizar el período del proyecto la tierra se comercializa al mismo valor en que fue adquirida.
- **Costos Laborales:** se aplican los valores horarios de la escala salarial vigente en el Convenio Colectivo de Trabajo: CT 154/91 de FOEVA, correspondiente a los obreros de viña. A los sueldos "de bolsillo" se le han agregado los componentes necesarios (previsionales y de obra social) para transformarlos en costos para el empleador.
- **Calificación de Mano de Obra:** se hizo una distinción según la calificación necesaria para las tareas involucradas: en el caso de labores culturales no mecanizadas se tomó de referencia el valor diario de la categoría "Obrero común" con entre 6 y 9 años de antigüedad, y para el tractorista y/o chofer de equipo se tomó de referencia la categoría "Tractor, topador y chofer", con igual rango de antigüedad.
- **Costos de insumos:** se tomaron los precios de mercado para semillas, herbicidas, (trifluralina, glifosato), fertilizantes (18-46-0, úrea y/o sulfato de amonio), y curaciones (Karate, etc.). Los valores de referencia se estimaron mediante consultas al comercio "Agrícola Luján" y consultas a técnicos referentes.
- **Costos de Tractor:** a la mano de obra del tractorista, se le sumó un componente costos corrientes relacionado con el gas-oil consumido en la operación en función a las horas de uso del tractor.
- **Sembradora, Cosechadora y Tractor:** se consideró un escenario en el cual se utilizan maquinarias propias. Según los técnicos consultados, la inversión en maquinarias necesaria para realizar la siembra y cosecha de soja y colza de manera eficiente debe contemplar: 1 sembradora, 1 cosechadora de soja, 1 trilladora para la cosecha de colza, 1 mosquito para actividades de fertilización y cura, y 1 tractor. Dichas maquinarias se adquieren usadas al 70% del valor de mercado a nuevo. Este supuesto implica una inversión total de USD 301.000. Al finalizar el proyecto se comercializan las maquinarias al 50% del valor de mercado a nueva.

- **Sistemas de Riego:** se consideraron dos sistemas de riego alternativos:



- **Pivote Central:** es un sistema automatizado integrado por un brazo regador que gira sobre un punto describiendo un círculo que permite regar hasta 120 has. Este movimiento de traslación se efectúa por medio de motores eléctricos ubicados en cada torre. Funciona a través de la aplicación de una lluvia controlada, más o menos intensa y uniforme, con el objetivo de que el agua infiltre en el mismo punto donde cae. Entre las principales ventajas del sistema se destacan la uniformidad, la alta eficiencia (ahorro de mano de obra, agua y energía), y la maximización del uso de la tierra². Los principales parámetros utilizados en este sistema de riego fueron:
 - Costo de inversión: USD 2.000/Ha. Incluye obras necesarias para el sistema de riego por pivote (pozo y represa).
 - Al finalizar el proyecto (10 años) se comercializa el Pivote Central al 40% de su valor de mercado actual.
 - Se requieren 450 milímetros por Ha por temporada para colza y 450 milímetros para soja.
 - El costo operativo del riego (principalmente energía) es de USD 0,5 por mm.
 - La mejora en los rendimientos sobre un escenario base podría resultar del 30%³.

² Para mayor especificación técnica del sistema de riego por Pivote Central se puede consultar: http://www.montenegrosa.com.ar/riego_productos.php

³ Ver Resultados económicos en riego suplementario, INTA Manfredi. <http://www.inta.gov.ar/manfredi/>



- **Riego por Canal Discontinuo:** es una técnica de riego por superficie que requiere de una presurización leve para el correcto manejo de los caudales de agua en los tiempos de aplicación y sus volúmenes. El sistema busca lograr rápidamente un mismo y menor valor posible de la capacidad de infiltración del terreno con el fin de asegurar la aplicación de una lámina de riego uniforme a lo largo y ancho del lote. Las principales ventajas de este sistema es la mayor eficiencia en el uso del agua (que podría alcanzar hasta un 80% respecto de un riego tradicional), la baja presión de bombeo que permite ahorrar energía, baja incidencia de la mano de obra, y bajo costo de inversión inicial y de mantenimiento⁴. Los principales parámetros utilizados en este sistema de riego son:
 - Costo de inversión Riego Discontinuo: USD250 por Ha.
 - Se utiliza 1 válvula cada 40 Ha (aspecto que da flexibilidad para dividir las explotaciones agropecuarias a producir).
 - Cada tres años debe renovarse la “manga” de riego. No hace falta renovar la válvula.
 - Costo operativo del riego Discontinuo (energía): USD 100 por Ha.
 - Mejora los rendimientos sobre un escenario base: 10%.
- **Principales Actividades y Labores Consideradas en el Modelo:** preparación, siembra, conducción, fertilización/curación, conducción y cosecha. Los requerimientos de mano de obra, mecanización e insumos contemplados en cada tarea según sistema de riego se pueden ver en los próximos cuadros.

⁴ Para mayor especificación técnica del sistema de Riego Discontinuo se puede consultar: <http://www.pyrargentina.com.ar/home.asp>

Cuadro N°1: Principales Actividades y Labores. Sistema de Riego con Pivote Central

ACTIVIDAD			MANO DE OBRA		MECANIZACION		INSUMOS/MAT. PRIMAS	
			ITEM	Horas	ITEM	Horas	PRODUCTO	Kg
1	PREPARACION	RASTREADO	HH	2	T	2		
		HERBICIDA	HH	1	T	1	Trifluralina	3
2	SIEMBRA	SIEMBRA		2	M	2	Semilla	70
		FERTILIZACION	HH	4			18-46-0	150
		DESMALEZADO	HH	1			herbicida post.	
3	CONDUCCION	LABORES SUELO	HH	4				
4	FERTILIZACION/ CURACION	FERTILIZACION	HH	1			Urea	150
		CURACION	HH	1	T	1	Insecticida: KARATE	0,1
		APLICACIÓN HERBICIDA	HH	2	T	2	Herbicida	
5	COSECHA	OPERACIÓN		3	M	6		

Panel A. Labores y Tareas para Soja

Actividad			MANO DE OBRA		MECANIZACION		INSUMOS/MAT. PRIMAS	
			ITEM	Horas	ITEM	Horas	PRODUCTO	Kg
1	PREPARACION	RASTREADO	HH	2	T	2		
		HERBICIDA	HH	1	T	1	Trifluralina	3
2	SIEMBRA	SIEMBRA		2	M	2	Semilla	7
		FERTILIZACION	HH	4			18-46-0	150
		DESMALEZADO	HH	1			herbicida post.	
3	CONDUCCION	LABORES SUELO	HH	4				
4	FERTILIZACION/ CURACION	FERTILIZACION	HH	1			Urea	150
		CURACION	HH	1			Insecticida: KARATE	0,1
		APLICACIÓN HERBICIDA	HH	2	T	2	Herbicida	
5	COSECHA	OPERACIÓN		3	M	3		

Panel B. Labores y Tareas para Colza

Cuadro N°2: Principales Actividades y Labores. Sistema de Riego con Caudal Discontinuo

ACTIVIDAD			MANO DE OBRA		MECANIZACION		INSUMOS/MAT. PRIMAS	
			ITEM	Horas	ITEM	Horas	PRODUCTO	Kg
1	PREPARACION	RIEGO	HH	3				
		RASTREADO	HH	2	T	2		
		RETOQUE NIVELES	HH	1,2	T	1,2		
		HERBICIDA	HH	1	T	1	Trifluralina	3
		ARMADO SIST. RIEGO	HH	2	T	2		
2	SIEMBRA	SIEMBRA		2	M	2	Semilla	70
		FERTILIZACION	HH	4			18-46-0	150
		RIEGO	HH	3				
3	CONDUCCION	DESMALEZADO	HH	1			herbicida post.	
		RIEGO	HH	3				
		LABORES SUELO	HH	4				
		RIEGO	HH	3				
		RIEGO	HH	3				
4	FERTILIZACION/ CURACION	FERTILIZACION Y APORQUE	HH	2			Urea	150
		CURACION	HH	1	T	1	Insecticida: KARATE	0,1
		APLICACIÓN HERBICIDA	HH	2	T	2	Herbicida	
5	CONDUCCION	RIEGO	HH	3				
		RIEGO	HH	3				
6	COSECHA	OPERACIÓN		3	M	3		

Panel A. Labores y Tareas para Soja

ACTIVIDAD			MANO DE OBRA		MECANIZACION		INSUMOS/MAT. PRIMAS	
			ITEM	Horas	ITEM	Horas	PRODUCTO	Kg
1	PREPARACION	RIEGO	HH	3				
		RASTREADO	HH	2	T	2		
		RETOQUE NIVELES	HH	1,2	T	1,2		
		HERBICIDA	HH	1	T	1	Trifluralina	3
		ARMADO SIST. RIEGO	HH	2	T	2		
2	SIEMBRA	SIEMBRA	HH	2	M	2	Semilla	7
		FERTILIZACION	HH	4			18-46-0	150
		RIEGO	HH	3				
		RIEGO	HH	3				
		DESMALIZADO	HH	1			herbicida post.	
3	CONDUCCION	RIEGO	HH	3				
		LABORES SUELO	HH	4				
		RIEGO	HH	3				
		RIEGO	HH	3				
		RIEGO	HH	3				
4	FERTILIZACION/ CURACION	FERTILIZACION	HH	2			Urea	150
		CURACION	HH	1	T	1	Insecticida: KARATE	0,1
		APLICACION HERBICIDA	HH	2	T	2	Herbicida	
5	CONDUCCION	RIEGO	HH	3				
		CONDUCCION	RIEGO	HH	3			
6	COSECHA	OPERACION		3	M	3		

Panel A. Labores y Tareas para Colza - Nota: HH= Horas Hombre; T=Tractor; M=Maquinarias.

- Rendimientos:** los rindes tomados como base son 2,5 Tn/ha para soja y 2 Tn/ha para colza. Sin embargo, esta variable resulta compleja de acotar debido a la falta de experiencias de modelos productivos similares al evaluado en la Provincia. Por lo tanto, se realizarán luego estudios de sensibilidad en los cuales se incrementan los rindes de base mencionados.
- Precios de Venta.** Los precios de venta relevantes para el productor de Mendoza se calculan del siguiente modo: **Precio Venta de Soja y Colza en Mendoza = Precio FOB oficial (-) Derechos a la exportación (-) Gastos de Comercialización (3% del precio FOB neto de derechos de exp.) (-) Flete Mendoza/Rosario.**
 - El precio FOB es el oficial y publicado diariamente por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
 - Los derechos a las exportaciones actuales para el grano de soja son del 35%; y para el grano de colza son del 10%.
 - El costo de flete Mendoza - Rosario fue estimado en 34 USD por tonelada.

I. B) Rentabilidad del Modelo de Producción Agrícola.

a) Inversión Inicial y Costos Operativos.

Los costos de inversión inicial en concepto de tierra (200 Ha); maquinarias para siembra, tratamiento y cosecha; y equipos de riego se estiman en un total de USD 1.301.000 para el caso de riego con Pivote Central y USD 954.000 para el caso de Riego por canal Discontinuo.

Como se advierte en el cuadro N°3, la diferencia en la inversión inicial se encuentra en los sistemas de riego. La inversión en equipos de Riego Discontinuo representa solo el 13% de la inversión en equipos de riego por Pivote Central (USD 53 mil versus USD 400 mil).

Cuadro N°3

Inversión Inicial (200 ha)	En USD		En %	
	Pivote Central	Riego Discontinuo	Pivote Central	Riego Discontinuo
Tierra	600.000	600.000	46%	63%
Maquinarias Usadas al 70% (Semb., Mosquito, Cosechad., Trilladora).	301.000	301.000	23%	32%
Equipos Riego	400.000	53.000	31%	6%
Total	1.301.000	954.000	100%	100%

Estimación de Inversión Inicial. Principales Ítems. Comparación de Modelos: Pivote Central y Riego Discontinuo

En relación al total de costos operativos, la temporada agrícola de rotación soja/colza arroja un costo USD 1.330 por Ha en el caso que se utilice un sistema de riego con Pivote Central, y USD 1.184 en el caso que se utilice un sistema de Riego por Canal Discontinuo.

El sistema de Pivote Central posee como principales componentes de costos operativos al Riego (34%) debido al elevado consumo de energía; y luego la siembra (31%) debido al costo de insumos como semillas, fertilizantes multi-nutrientes y herbicidas. Este modelo posee un ahorro relativo de costos en tareas que requieren mayor mano de obra.

El sistema de Riego por Canal Discontinuo, posee mayores costos en preparación y conducción (por mayor necesidad de mano de obra: 46hs vs. 21 hs en el caso de riego por pivote central) y menores costos en Riego debido a que utiliza menor energía eléctrica para el funcionamiento de las válvulas.

Comparativamente, el riego por Pivote Central presenta un 12% más de costos operativos por Ha que el sistema de Riego Discontinuo, esta pauta da una referencia de la mejora en rendimientos que debería ser exigida al sistema de Pivote Central para igualar los costos operativos por tonelada producida. Este punto será profundizado en las matrices de sensibilidad que se analizan en puntos sucesivos.

Cuadro N°4

Importancia Gastos Op./Ha	En USD		En %	
	Pivote Central	Riego Pulsante	Pivote Central	Riego Pulsante
Preparación	100	171	8%	14%
Siembra	413	439	31%	37%
Conducción	23	101	2%	9%
Fertilización Curación	262	291	20%	25%
Cosecha	81	81	6%	7%
Riego	450	100	34%	8%
Total	1.330	1.184	100%	100%

Costos Operativos. Principales Ítems. Comparación de Modelos: Pivote Central y Riego Discontinuo

b) Variables de Elevada Sensibilidad para el Cálculo de Rentabilidad.

Antes de presentar los resultados de la evaluación económica, debe destacarse que existen tres variables que son altamente sensibles para la rentabilidad del modelo. Ellas son: los rindes por hectárea, el precio internacional, y el costo operativo del riego por Pivote Central.

Por tal razón, se decidió focalizar las matrices de sensibilidad sobre diversas magnitudes que podrían tomar estas variables.

Variable Crítica N°1: Rendimientos.



Para el caso de los rindes, la reciente temporada 2009/2010 mostró rindes promedio para toda la Argentina de 3 toneladas para la soja y 1,5 toneladas para la Colza.

Sin embargo, la variabilidad de dichos rendimientos es muy elevada según región o experiencias documentadas en los centros experimentales del INTA.

Para el caso de soja, la Bolsa de Cereales de Buenos Aires analiza los rendimientos de la última campaña 2010 en 15 zonas del País (imagen derecha).

Entre ellas se encuentra la zona denominada Pampa Húmeda que abarca parte de las Provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos y La Pampa, donde se concentra la mayor parte de la producción y los mejores rindes. También

pueden identificarse zonas relativamente marginales a la Pampa Húmeda como el Noroeste y Noreste Argentino, y el sur de Buenos Aires. Si bien los rendimientos promedios son de 3 Tn/ Ha, existe en la campaña reciente una variabilidad de rendimientos según zona de entre 1,4 Tn/Ha, hasta 3,6 Tn/Ha (Ver Cuadro N°5).

El modelo productivo sobre el cual se realiza la evaluación contempla maquinarias, actividades y sistemas de riego que apuntan a lograr una eficiencia productiva relativamente elevada.

Sin embargo, las experiencias en nuestra región son acotadas para poder transpolar nuestro modelo productivo a la realidad de los suelos y climas de Mendoza. Por tal razón, se consideró en el análisis de sensibilidad que los rendimientos de la soja podrían variar desde las 2,5 Tn/ha hasta un máximo de 3,5 Tn/ha. Dentro de ese rango, el modelo de Riego por Pivote sería más eficiente para lograr rendimientos mayores a los que podría alcanzar el sistema de Riego Discontinuo.

Para el caso de la Colza, las experiencias son mucho más acotadas ya que existen apenas 12 mil Ha sembradas en el país (versus 18 millones de ha con soja) y casi en su mayoría se concentran en la Provincia de Buenos Aires. Sin embargo, un marco de referencia lo puede dar la Red Nacional de Cultivares de Colza para la campaña 2007.

Cuadro N°5

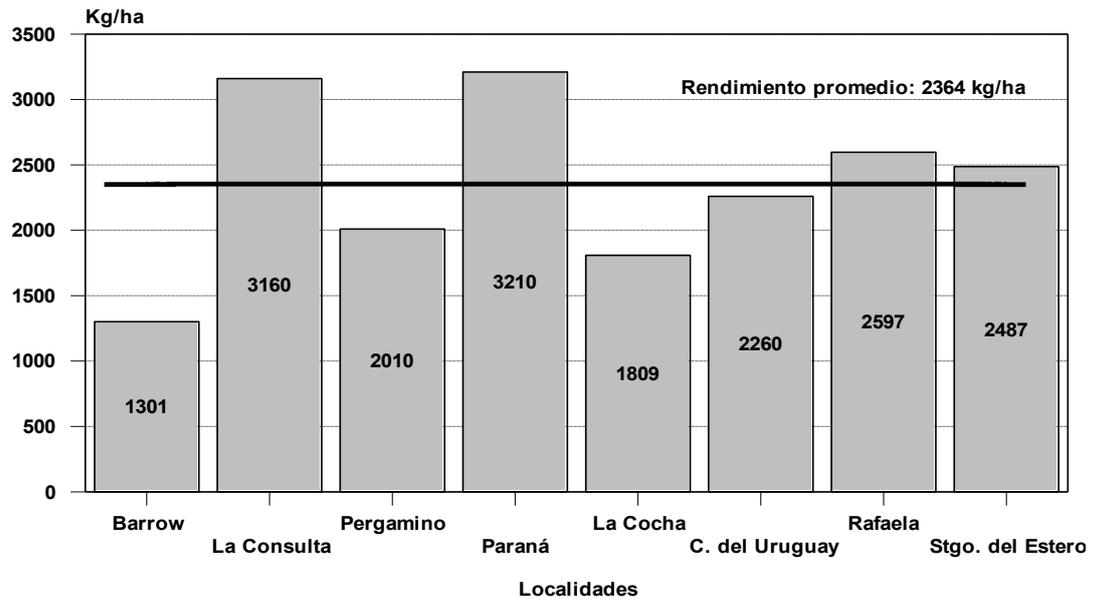
Zonas		Superficie (ha)			Porcentual cosechado	Hectáreas cosechadas	Rinde (1) (qq/ha)	Producción (Tm)
		Sembrada	Perdida	Cosechable				
I	NOA	1.244.000	65.000	1.179.000	100	1.179.000	27,5	3.242.250
II	NEA	1.820.000	52.000	1.768.000	100	1.768.000	27,5	4.862.000
III	Ctro N Cba	2.530.000	27.000	2.503.000	100	2.503.000	26,0	6.507.800
IV	S Cba	1.430.000	30.000	1.400.000	100	1.400.000	24,5	3.430.000
V	Ctro N SFe	1.120.000	20.000	1.100.000	99	1.089.000	29,0	3.158.100
VI	Núcleo Norte	3.432.000	24.000	3.408.000	100	3.408.000	36,0	12.268.800
VII	Núcleo Sur	2.683.250	28.000	2.655.250	100	2.655.250	36,5	9.691.663
VIII	Ctro E ER	1.209.000	18.000	1.191.000	100	1.191.000	26,0	3.096.600
IX	N LP-OBA	1.500.000	30.000	1.470.000	100	1.470.000	28,5	4.189.500
X	Ctro BA	563.500	10.000	553.500	100	553.500	26,5	1.466.775
XI	SO BA-S LP	357.000	15.000	342.000	100	342.000	14,5	495.900
XII	SE BA	715.750	18.000	697.750	99	690.773	23,5	1.623.315
XIII	SL	150.500	6.000	144.500	100	144.500	18,0	260.100
XIV	Cuenca Sal.	203.000	6.000	197.000	100	197.000	31,0	610.700
XV	Otras	42.000	1.000	41.000	100	41.000	20,0	82.000
TOTAL		19.000.000	350.000	18.650.000	99,9	18.632.023	29,5	54.985.503

Producción de Soja. Campaña 2010. - Rendimientos Según Región. Fuente: Bolsa de Cereales de Buenos Aires.

Esta red está conformada por son ensayos de Colza realizados por el INTA en 7 localidades del país en las cuales se alcanzaron rendimientos promedios por Ha de 2,3 Tn. Los rendimientos varían según zona desde 1,3 Tn/Ha hasta 3,2 Tn/Ha.

En el caso de la Consulta (Mendoza) los rindes promedio alcanzaron los 3,1 Tn/Ha (Gráfico N°1). Sin embargo, debe aclararse que estos resultados fueron alcanzados en estaciones experimentales de pequeña escala, por lo tanto, pueden existir ciertas limitaciones para extrapolar los resultados a modelos comerciales de mayor tamaño.

Gráfico N°1



Producción de Colza. Variabilidad en Rindes según Localidad. Estaciones experimentales del INTA. Año 2007.

Fuente: INTA, Red Nacional de Cultivares de Colza.

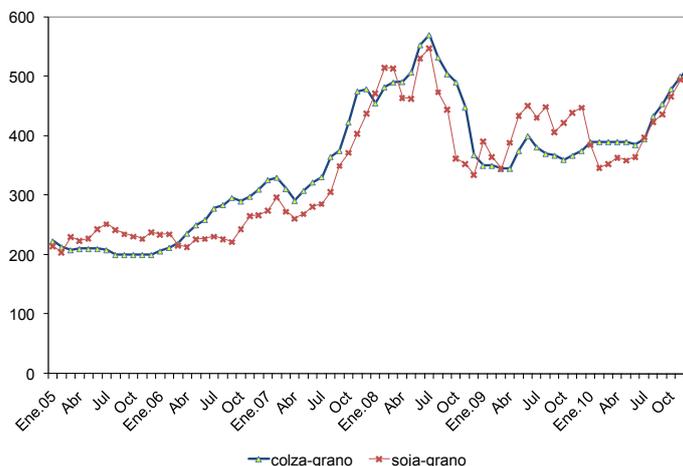
No obstante, tomando estos marcos como referencia, se decidió sensibilizar los rindes de Colza en Mendoza en un rango que va desde las 2 Tn/Ha hasta las 3,2 Tn/Ha.

Variable Crítica N°2: Precio Internacional de la Soja y Colza.

En relación a los precios internacionales, debe mencionarse como primer punto ambos granos (soja y colza) presentan valores muy similares que se encuentra elevadamente correlacionados en el mediano plazo (Gráfico N°2).

Entre los años 2005 y 2010, el precio por tonelada de soja o colza alcanzó valores que van desde los USD 200 hasta casi USD 600, rango que muestra a las claras la elevada volatilidad de esta variable.

Gráfico N°2



Precios Internacionales de Soja y Colza. Promedios Mensuales, Años 2007 – 2010.

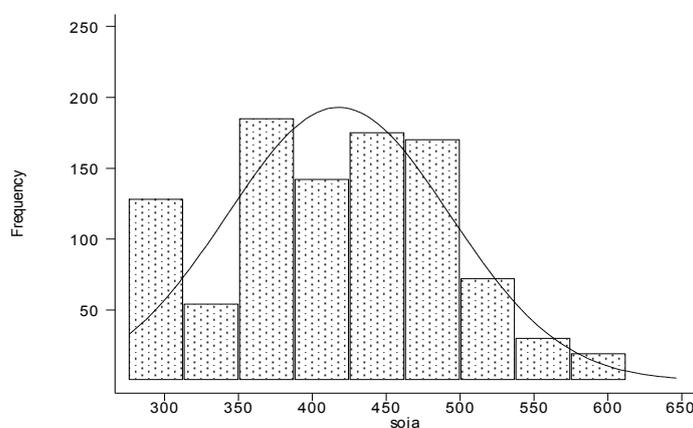
Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

Al momento de elaborar este informe el valor de la soja alcanzaba los USD 510/Tn y la Colza los USD 540/Tn (diciembre de 2010).

A partir del año 2007, comienzan a observarse nuevos niveles de precios internacionales en ambos commodities los cuales alcanzarían niveles más compatibles con las condiciones estructurales de la economía mundial, donde los países emergentes comienzan a marcar cada vez con mayor fortaleza el ritmo de crecimiento global y a generar un quiebre en los patrones de demanda internacional.

La distribución de frecuencia para los precios diarios de los últimos 4 años muestra que el rango de precios entre USD 350 y USD 550 resultó el de mayor probabilidad de ocurrencia (Gráfico N°3).

Gráfico N°3



*Precios Internacionales. Soja.
Frecuencia de Precios diarios. Años
2007 – 2010 Fuente: en base a
Ministerio de Agricultura, Ganadería
y Pesca.*

De cara al futuro, los informes recientes de organismos calificados destacan que en los próximos años deberá incrementarse de manera significativa la producción de granos para abastecer al crecimiento en la demanda mundial que impulsan los países emergentes (principalmente China e India)⁵.

Por lo tanto, cabe esperar que las economías emergentes sigan representando gran parte del crecimiento de la demanda de los principales cultivos durante los próximos años y que, en términos generales, los precios de los alimentos se mantengan elevados en términos reales frente a los promedios de las últimas décadas. Si bien los rangos de precios sobre los cuales se realizó el análisis de sensibilidad oscilan entre 350 y 600 USD por tonelada, el rango más probable podría ubicarse entre los 450 y 550 dólares por tonelada de grano.

Variable Crítica N°3: Costo Operativo del Riego por Pivote Central.

Para el caso del costo operativo para Pivote Central debe destacarse que el mismo depende en gran medida de la energía consumida y del costo de la misma.

⁵ Ver: Fondo Monetario Internacional: "World Economic Outlook" Octubre de 2010; y OECD – FAO: "Agricultural Outlook 2010-2019", Junio 2010.

A su vez, la energía consumida varía si el agua se toma predominantemente de un pozo (porque se encuentra limitado el derecho de riego o la disponibilidad de vertientes naturales); o si se toma el agua predominantemente de una represa la cual se abastece con derecho de riego y/o vertientes naturales. Para la primera situación se deben utilizar bombas de mayor potencia y el consumo de energía resulta mayor; mientras que lo contrario sucede en la segunda hipótesis.

Por otro lado, el costo de la energía también resulta diferente dependiendo del horario de extracción debido al consumo con tarifa en baja (o subsidiada) o en alta.

En definitiva, si se absorbe agua predominantemente de una represa y con tarifa baja, el costo operativo podría reducirse al 50%/40% respecto de si se absorbe agua de pozo.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados, el costo operativo por energía tomada como base para el Pivote Central fue de 0,5 USD por milímetro de agua. Sin embargo, se consideró que esta magnitud podría oscilar desde 0,3 USD mm hasta 0,6 USD mm.

c) Rentabilidad del Modelo. Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno.

El estudio de rentabilidad se realiza analizando el indicador de Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). La tasa de descuento utilizada para estimar el VAN fue del 10% anual en dólares⁶.

Para dotar de mayor generalidad a los resultados, y evitar su condicionamiento a un determinado encuadre organizacional de gerenciamiento, se decidió formular los flujos de fondos sin contemplar costos de gestión gerencial del emprendimiento, ni el impacto impositivo correspondiente al pago de impuesto a las ganancias (en caso en que los hubiere).

Los cuadros A.3 y A.4 en anexo muestran los flujos de ingresos y egresos sobre los cuales se realiza en estudio de sensibilidad.

Para el caso del modelo soja – colza con riego mediante Pivote Central, los resultados marcan que a niveles de precios internacionales similares a los actuales (USD 500/Tn), el VAN resulta positivo solo para rendimientos elevados que superen las 3,25 Tn/Ha.

El VAN de este modelo exige precios internacionales relativamente altos (cerca de los USD 550) y rindes superiores a las 3 Tn/ha para que resulte económicamente viable al 10% anual en USD.

⁶ Vale recordar que el Valor Actual Neto es el valor presente de los flujos del proyecto descontado a una tasa de interés (o tasa de descuento) dada. Por lo tanto, es el valor en el momento actual de todos los ingresos menos todos los pagos generados en el proyecto. La Tasa de Descuento expresa que la inversión se financia con recursos propios e indica el costo de oportunidad de los fondos invertidos. El VAN dará positivo solo si el proyecto asegura una rentabilidad mayor a la tasa de descuento utilizada. La Tasa Interna de Retorno es la tasa de interés con la cual el VAN es cero. La TIR es un indicador de rentabilidad del proyecto y debe compararse con la tasa mínima de corte que exprese el costo de oportunidad de la inversión. Para que el proyecto sea rentable, la TIR debe ser superior al costo del capital empleado.

Por las perspectivas del contexto internacional, y el impacto del sistema de riego utilizado, podría suponerse que un rango de ocurrencia razonable en precios podría situarse entre USD 450 y USD 550 por tonelada de grano; y los rindes podrían rondar las 2,5 y 3,25 Tn por hectárea. En este escenario, la rentabilidad del proyecto que muestra la TIR varía entre 2% y 11% anual en dólares.

Por lo tanto, los resultados indicarían que si el costo de oportunidad del capital invertido es del 10%, el proyecto resultaría relativamente riesgoso ya que existen poca probabilidad de que el VAN sea positivo.

Cuadro N°6

Modelo de Soja y Colza. Riego con Pivote Central. Análisis de Sensibilidad: variación en Precios y Rindes.

Rindes		Precios: Colza y Soja					
		Bajos		Medios		Altos	
Soja	Colza	350	400	450	500	550	600
2,5 Tn/ha	2 Tn/ha	-7,7%	-5,3%	-2,9%	-0,5%	1,9%	4,2%
3 Tn/ha	2,5 Tn/ha	-4,4%	-1,4%	1,5%	4,3%	7,2%	9,98%
3,25 Tn/ha	3 Tn /ha	-1,7%	1,6%	4,9%	8,1%	11,3%	14,5%
3,5 Tn/ha	3,25 Tn /ha	-0,1%	3,5%	7,0%	10,5%	13,9%	17,3%

Panel A. Tasa Interna de Retorno

Rindes		Precios: Colza y Soja					
		Bajos		Medios		Altos	
Soja	Colza	350	400	450	500	550	600
2,5 Tn/ha	2 Tn/ha	-1.520.484	-1.318.328	-1.116.172	-914.015	-711.859	-509.703
3 Tn/ha	2,5 Tn/ha	-1.241.799	-993.866	-745.933	-498.000	-250.066	-2.133
3,25 Tn/ha	3 Tn /ha	-1.019.344	-735.157	-450.971	-166.785	117.401	401.588
3,5 Tn/ha	3,25 Tn /ha	-880.001	-572.926	-265.852	41.223	348.298	655.372

Panel B. Valor Actual Neto (en USD, Tasa de Descuento: 10%)

Para el caso de producción soja – colza con riego Discontinuo, el modelo resulta menos exigente debido a la menor inversión inicial y los menores costos operativos. Como se mencionó antes, el ajuste aquí viene por el hecho de que podrían obtenerse rindes potencialmente menores que en el modelo de riego por Pivote Central.

Los resultados aquí marcan que a niveles de precios internacionales similares a los actuales (USD 500/Tn), el VAN resulta positivo para rendimientos cercanos o levemente inferiores a las 3 Tn/ha. En un contexto donde los rindes varíen entre 2,5 Tn/Ha y 3 Tn/Ha para colza y soja respectivamente, la TIR resulta muy similar al costo de oportunidad tomado como referencia.

En este modelo, podría suponerse que un rango de ocurrencia razonable en rindes podrían estar entre 2 y 3 Tn/Ha y en precios entre USD 450 por Tn y USD 550 por Tn. En este escenario, la rentabilidad del proyecto que muestra la TIR varía entre 1% y 13% anual en dólares.

Cuadro N°7

Modelo de Soja y Colza. Riego con Caudal Discontinuo. Análisis de Sensibilidad: variación en Precios y Rindes.

Rindes		Precios: Colza y Soja					
		Bajos		Medios		Altos	
Soja	Colza	350	400	450	500	550	600
2,5 Tn/ha	2 Tn/ha	-5,9%	-2,9%	0,2%	3,1%	6,1%	9,1%
3 Tn/ha	2,5 Tn/ha	-1,7%	2,0%	5,6%	9,2%	12,8%	16,4%
3,25 Tn/ha	3 Tn /ha	1,6%	5,8%	9,9%	14,0%	18,1%	22,1%
3,5 Tn/ha	3,25 Tn /ha	3,7%	8,1%	12,6%	17,0%	21,4%	25,7%

Panel A. Tasa Interna de Retorno

Rindes		Precios: Colza y Soja					
		Bajos		Medios		Altos	
Soja	Colza	350	400	450	500	550	600
2,5 Tn/ha	2 Tn/ha	-1.074.967	-872.811	-670.655	-468.499	-266.342	-64.186
3 Tn/ha	2,5 Tn/ha	-796.283	-548.350	-300.416	-52.483	195.450	443.384
3,25 Tn/ha	3 Tn /ha	-573.827	-289.641	-5.454	278.732	562.918	847.104
3,5 Tn/ha	3,25 Tn /ha	-434.485	-127.410	179.665	486.740	793.814	1.100.889

Panel B. Valor Actual Neto (en USD, Tasa de Descuento: 10%)

Finalmente, la sensibilidad entre costos operativos de riego por Pivote Central y Rindes (fijando los precios internacionales para ambos granos a diciembre de 2010) muestra que para rendimientos de 3 Tn/Ha y 3,25 Tn/Ha (de colza y soja respectivamente), la rentabilidad del proyecto sería del 12,5% anual en caso de que se logren reducir los costos operativos a 0,30 USD por milímetro de agua y se reducirían a 8,4% anual en caso de que los costos sean de 0,60 USD por mm de agua.

Por lo tanto, para niveles de rindes elevados (levemente superiores a las 3Tn/ha), los costos operativos del riego definen si la tasas interna de retorno será superior o inferior al 10% anual en USD, o en desde otra perspectiva, definen si el VAN es positivo o negativo. A menores niveles de rindes (3 Tn/Ha y 2,5 Tn/Ha), la reducción de costos operativos en este sistema de riego a sus mínimos supuestos (USD 0,30 por mm) no permitiría lograr rentabilidades mayores al 10% anual y se requeriría de precios internacionales mayores para que el proyecto sea aceptado.

Cuadro N°8

Rindes		Costos Operativos Riego. Costo por mm			
Soja	Colza	0,30 USD	0,40 USD	0,50 USD	0,60 USD
2,5 Tn/ha	2 Tn/ha	3,3%	2,0%	0,7%	-0,6%
3 Tn/ha	2,5 Tn/ha	8,5%	7,1%	5,8%	4,4%
3,25 Tn/ha	3 Tn /ha	12,5%	11,1%	9,8%	8,4%
3,5 Tn/ha	3,25 Tn /ha	15,0%	13,6%	12,2%	10,9%

Modelo de Soja y Colza. Riego con Pivote Central. Análisis de Sensibilidad. Variación en Costos Operativos de Riego y Rindes.
Tasa Interna de Retorno.

Capítulo II.

Evaluación del Modelo Industrial y Etapa Integrada

II.A) Proceso de Molienda o “crushing”.

El proceso de molienda de la semilla permite obtener el aceite y el material seco aplicando un proceso que, a través de presión, genera temperatura que ayuda a expulsar el aceite de los alvéolos en los que está contenido en la semilla, y permite que este fluya libremente.

La proporción de aceite que puede extraerse de la colza y el que puede extraerse de la soja varía: alcanza a 40-45% en el primer caso y a sólo 18% en el segundo.

Relación de Materia Prima y Aceite

Cultivo	Kg grano	Kg aceite	Kg pellets
Colza	1000	450-500	550 – 500
Soja	1000	180	820

Sin embargo, así como el aceite es el principal subproducto de la molienda cuando se pone el énfasis en la producción de biodiesel, el material “seco” o pellet que se obtiene tiene importante valor de mercado, principalmente como materia prima de alimento animal no sólo en la actividad pecuaria sino también en la cría de salmónidos⁷.

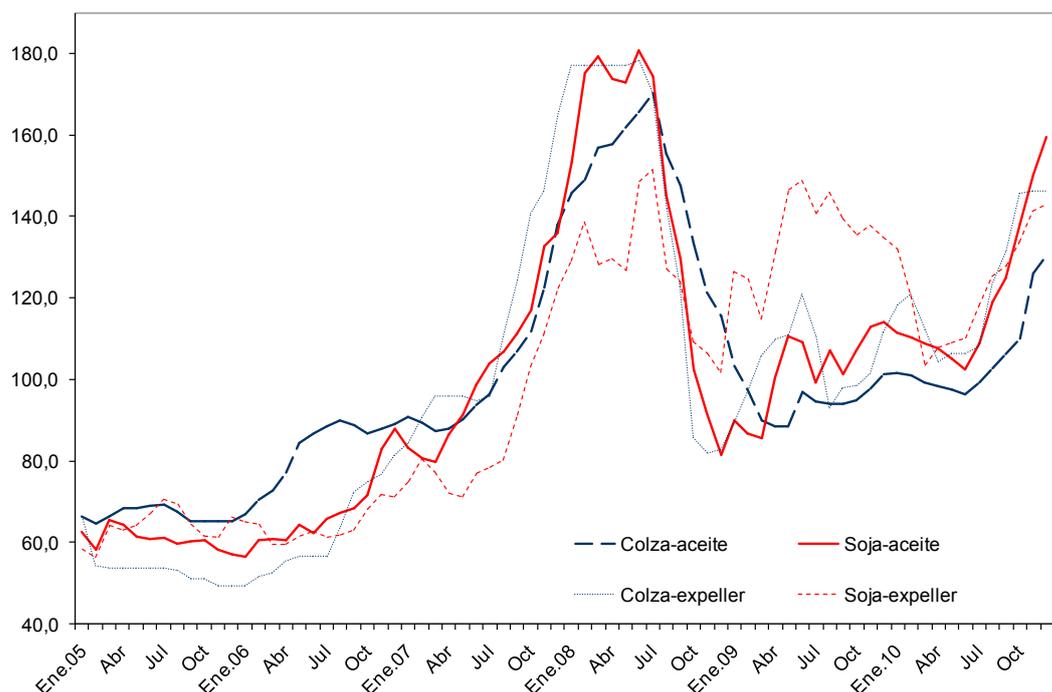
El gráfico N°4 ilustra la evolución de los precios de los productos elaborados de la molienda; a fin de tomar referencia, se consideró valor 100 al índice cuando el precio corresponde al promedio mensual 2005-2010. Puede advertirse que, al igual que en los granos, el grado de correlación es muy elevado en aceites y pellets de soja y colza.

Si bien la tendencia a lo largo de los cinco años es ascendente, el año 2008 presenta un pico que en todos los casos representa no menos de 50% por encima del promedio.

En 2009 se retoma la trayectoria anterior cercana a los promedios, para cerrar 2010 con una nueva escalada cercana a 40% del promedio histórico 2005-10.

⁷ Higgs, Dave, Angela Prendergast y Bakshish Dosanjh, “Canola protein offers hope for efficient salmon production”, Department of Fisheries and Oceans, West Vancouver Laboratory, West Vancouver, British Columbia, Canada. www.dfo-mpo-gc-ca. En este trabajo se destaca: “...Therefore, the greatest challenge will likely be to commercially produce canola protein concentrate in an economically fashion relative to fish meal. Preliminary cost estimates ...suggest that it should be feasible to market concentrates at a lower price/kg protein than fish meal. If this proves to be the case, the cost efficiency of salmon production will be improved”.

Gráfico N°4



Precio del Aceite y Expeler (Pellets) de Colza y Soja. Años 2005/2010. En Número Índice..Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

Cuadro N°9

	Prom. 2005-10 u\$/t	D.S.	Coefficiente de variación
Colza - aceite	905,0	249,8	0,28
Soja - aceite	756,9	265,7	0,35
Colza - pellets	178,4	69,5	0,39
Soja - pellets	285,6	86,5	0,30

Promedio y Desvío en Precio de Aceite y Pellets de Colza y Soja. Años 2005/2010

II.B) Estructura de Costos de la Actividad de Molienda: Modelo Productivo de Base.

A continuación se presentan las principales características que describen el modelo técnico-económico utilizado en esta etapa de molienda para la obtención de aceites y pellets de colza y soja.

Escala de Actividad Productiva: a partir de la escala de producción del modelo agrícola, se ha tomado de base la obtención de cerca de 500 Tn de colza y 600 Tn de soja por temporada, totalizando 1.100 Tn de grano como objetivo de la etapa de molienda. Para una actividad media de 300 días anuales, este volumen presume una capacidad instalada de 4 Tn de grano que en combinación colza-soja permitirán obtener 1,2 Tn diarias de aceite.

Componentes de Inversión Inicial:

- Prensa a tornillo que permite procesar hasta 300 kg/h de cualquier semilla, accionada por motor eléctrico ⁸.
- Tanque de depósito de aceite: capacidad de almacenaje de una semana de producción (6.000 Tn = 6.500 lts).
- Depósito de pellets.



Componentes de Costos Operativos:

- Alquiler galpón 100 m².
- Costos laborales: 1 operario por turno
- Materia prima: grano obtenido en la etapa de producción agrícola (soja/colza) o grano de soja comprado en la primera zona de producción.
- Energía eléctrica: 10 HP/h = 7,5 kwh; en régimen de 12 horas diarias a 25 días/mes = 2.250 kwh/mes.

⁸ Prensa a tornillo para oleaginosas, tipo Mpex3, con partidor de semilla 5 HP, calefacción eléctrica 1.8kw, tornillo seccional asimétrico para estrujar 200-300 kg/h (5-7 T/día) de semilla en servicio continuo. Protecciones mecánicas, reengrase, tablero y motor de 20HP trifásico. Extrae aceite hasta el 90-92% del contenido graso de la semilla y el resto sólido sale como expeller rico trozado.

Estimación de Inversión y Costos Etapa de Molienda.

Inversión	
Molino	USD 8.954
Tanque	USD 4.000
Costos operativos (anuales)	
Laborales	USD 12.512
Energía eléctrica: 2.250 kwh/mes (T1-G, EPRE)	USD 2.700
Materia prima: grano propio o adquirido ver análisis económico	
Alquiler	USD 6.000

II.C) Elaboración del Biodiesel.

a) Proceso de Producción.

A partir de la transesterificación del aceite de colza o soja, puede obtenerse el biodiesel que es sustituto del gas oil, con prácticamente iguales propiedades en cuanto a densidad y número de cetano. Por todo ello, el biodiesel puede combinarse con el gasoil para su uso en motores e incluso sustituirlo totalmente si se adaptan éstos convenientemente.

Básicamente el proceso de transesterificación consiste en la combinación de un aceite con un alcohol a través de un catalizador cuya reacción permite obtener biodiesel y glicerol.

Esta reacción química como proceso industrial utilizado en la producción de biodiesel consiste en tres reacciones reversibles y consecutivas. El triglicérido es convertido consecutivamente en diglicérido, monoglicérido y glicerina. En cada reacción un mol de éster metílico es liberado. Todo este proceso se lleva a cabo en un reactor donde se producen las reacciones y en posteriores fases de separación, purificación y estabilización.

Las tecnologías existentes pueden ser combinadas de diferentes maneras variando las condiciones del proceso y la alimentación del mismo. La elección de la tecnología será función de la capacidad deseada de producción, alimentación, calidad y recuperación del alcohol y del catalizador.

En general pueden distinguirse dos tipos de procesos productivos:

- Una línea continua de producción, a través de la cual se incorpora el aceite y el resto de los insumos utilizados, y sin interrupción se va produciendo la transesterificación y continuadamente el proceso va entregando el biodiesel terminado. Este tipo de proceso permite obtener volúmenes de producción significativamente mayores, requiriendo mayor número de personal (aunque menor ratio "hs hombre"/kg biodiesel) y una alimentación más uniforme y de volúmenes significativos, lo que permite alcanzar importantes economías de escala en la producción.

- El proceso por lotes o “batch” convencional de producción de biodiesel es la transesterificación de grasas o aceites con metanol o etanol en un reactor tanque agitado, que sólo permite la producción de biodiesel por lotes limitados, debiendo terminar primero la elaboración de un lote para recién poder inicial la producción de uno nuevo.

Cuadro N°10

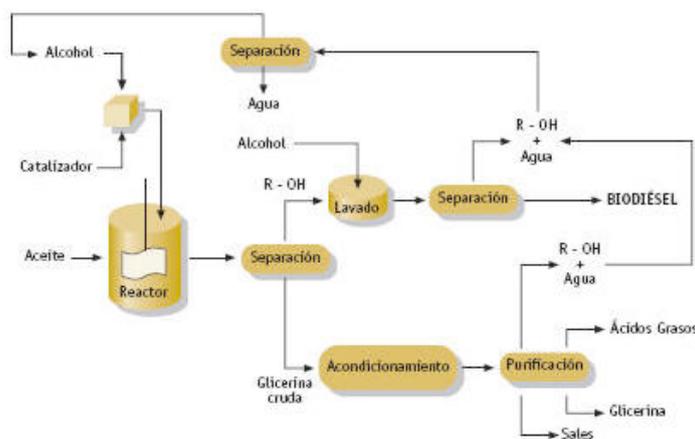


Diagrama de Producción de Biodiesel en Sistema por Lotes o Batch

En el caso considerado en este informe se trata de una planta de producción por lotes con capacidad de trabajo de 1.200 litros de biodiesel diarios, lo que equivale a unos 370.000 litros anuales.

El proceso de producción de biodiesel arroja otros subproductos. En la síntesis del biodiesel se forman entre el aceite y el alcohol, normalmente metílico, ésteres en una proporción aproximada del 90% más un 10% de glicerina, más bien un concentrado de ácidos grasos y glicerina, que posteriormente pueden separarse en tres fases:

- **Glicerina concentrada:** con esta glicerina concentrada y por un proceso de destilación con arrastre de vapor se obtiene una glicerina farmacopea grado USP que tiene la ventaja de que al ser de origen vegetal (las glicerinas en su mayoría son de origen animal) tienen un alto valor y es exportables en su totalidad.
- **Ácidos grasos:** con la base de los ácidos grasos que se obtienen del proceso de separación de la glicerina, puede realizarse una purificación de los mismos y posteriormente se efectúa un proceso de esterificación con alcoholes superiores del cual se obtiene un poliéster, que es un aceite sintético biodegradable, autoextinguible, con amplio campo de acción como lubricante en sistemas hidráulicos, motores de 2 tiempos, etc. Asimismo, a través del uso de espesantes inorgánicos pueden obtenerse grasas sintéticas biodegradables.
- **Fosfato trisódico (fertilizante):** contiene 40 % de fósforo y 35 % de potasio, que incorporándole nitrógeno permite contar con un fertilizante de amplio espectro.

Dado que gran parte de los subproductos recién comentados sólo se encuentran en etapa de experimentación y/o resulta dificultoso asignarles un valor de mercado, en lo que sigue de este informe sólo se considerará como subproducto del biodiesel a la glicerina.

b) Estructura de costos de la actividad industrial de elaboración de biodiesel: modelo económico utilizado en las simulaciones

Inversión Inicial:

Planta: sistema batch con capacidad diaria de 1,2 t de biodiesel: un reactor de 400 litros por lote , unidad de precalentado (400 lt por lote), y clarificadora centrífuga.



Aspectos Técnicos del Proceso Productivo:

Paquete BIO1 - Información General:

Capacidad	1,200 Litros (300 Galones) cada 24 horas
Consumo eléctrico por litro	40-60 watts
Capacidad Instalada Requerida	18kW
Tiempo promedio por batch	50'
Personal Necesario	1
Temperatura de Reacción	90°C (194F)
Presión Recomendada	1 Atm
Tiempo de Decantación Promedio	6 - 8 horas
Reactor y BioAlky Volts/Ciclos Disponibles	(Tres Fases) 3x200/240/380/440 AC 50/60Hz
BioClean	220-240 AC 50/60Hz

Otros Componentes de la Inversión Inicial:

Tanques de stock: capacidad de hasta 5 jornadas de producción (2.000 litros de metanol y 8.500 litros de biodiesel).

Laboratorio: instalado con elementos básicos de control de calidad de las materias primas utilizadas y de los resultados productivos. Este ítem no está incluido en los costos de inversión del proyecto. Podría suponerse que los costos del laboratorista descrito debajo incluyen el costo anual equivalente de los materiales del laboratorio, o que se encuentra tercerizado el servicio

Componentes de Costos operativos:

- Alquiler de galpón industrial de 100 m2.
- Costos laborales: un operario y un laboratorista
- Insumos:
 - Materias primas: aceite desgomado y neutralizado, según proceso de crushing.
 - Metanol: 25% del volumen utilizado de aceite.
 - Otros insumos (catalizador, aditivos, etc.): representan entre 7 y 9% del costo del aceite, s/estructuras de costos consultadas.
 - Energía eléctrica: 60 w por litro elaborado; 1.200 l x 25 días = 1.800 kwh/mes.

Estimación de Inversión y Costos Operativos. Elaboración de biodiesel.

Inversión	
- Planta de elaboración	USD 32.000
- Tanques p/bio y metanol	USD 6.000
Costos operativos (anuales)	
- Operario	USD 12.512
- Laboratorista	USD 18.200
- Materia prima: aceite propio y/o adquirido; Metanol: 21,5% del volumen de aceite; Otros insumos: entre 7 y 9% del costo de aceite	Ver análisis económico
- Alquiler	USD 6.000
- Energía eléctrica: 60w x 1200 lt/día (T1-G, EPRE)	USD 1.980

II.D) Evaluación Económica Según Modelos de Producción.

En esta sección se presenta el análisis económico de modelos productivos con diferentes configuraciones para las etapas agrícola, industrial de molienda e industrial de elaboración de biodiesel.

Al igual que en los modelos primarios mostrados en el punto I, en todos los casos el análisis que se presenta está asociado a un horizonte temporal de 10 años de explotación⁹. Asimismo, no se han contemplado los costos correspondientes a la gestión gerencial del emprendimiento ni el impacto impositivo correspondiente al pago del impuesto a las ganancias.

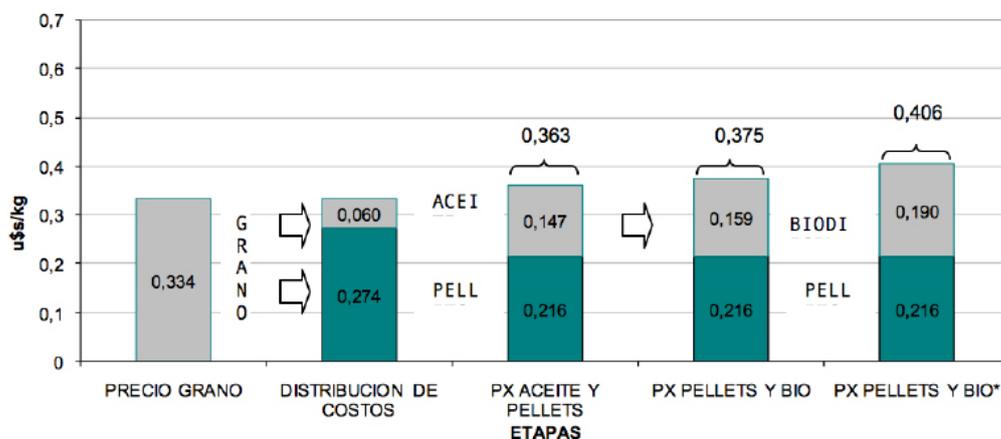
Antes de analizar los resultados de la evaluación económica, se realizará una descripción de la cadena de creación de valor del biodiesel según los precios de mercado a fin de poner en contexto el análisis económico posterior.

a) La creación de valor en la cadena de la colza y la soja.

En este apartado se pretende mostrar cuáles son las posibilidades de creación de valor agregado según los precios de mercado para la colza y la soja, a medida que se avanza en la cadena de producción desde el grano, pasando por el aceite para llegar finalmente al biodiesel.

El esquema utilizado es el ilustrado en el gráfico N°5: a partir del precio de mercado por kg de grano (primera columna del gráfico), se descompone este precio conforme las respectivas proporciones físicas de aceite y pellets que pueden obtenerse con un kg de grano en el proceso de molienda (columna 2: el color gris corresponde a aceite y el verde a pellet). La columna 3 "valoriza" esas cantidades físicas de aceite y pellet a precio de mercado para luego, partiendo del aceite y pellets, en la columna 4 valorizar a precio de mercado la proporción de biodiesel obtenido (en color gris en las columnas 4ta. y 5ta.).

Gráfico N°5



Creación de Valor en la Cadena Productiva del Biodiesel a base de Soja.

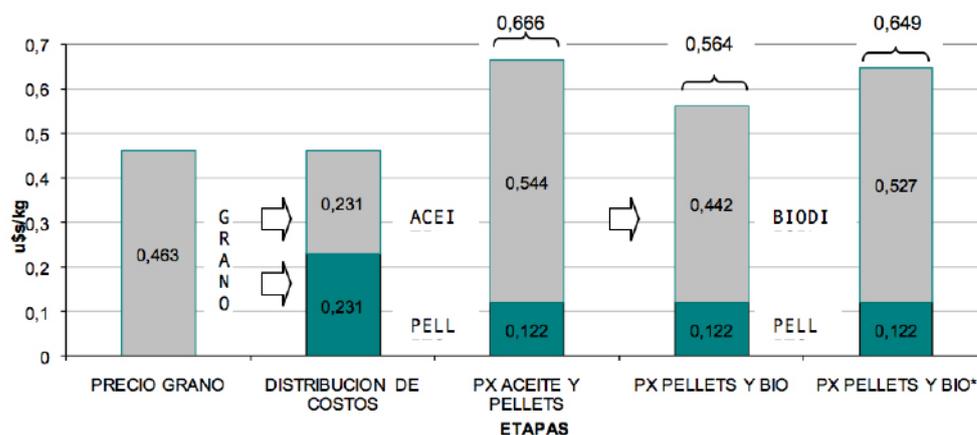
⁹ Cabe recordar que en el primer informe entregado se hizo una evaluación preliminar del modelo agrícola concentrado sólo en la producción de colza; sin embargo en esa oportunidad el análisis fue sólo de tipo "estático" y se refirió sólo al cultivo de colza. Se calcularon los costos operativos y de inversión (equivalentes anuales) y se los puso en contexto con los precios de mercado vigentes, sin plantear la explotación sobre un escenario temporal o dinámico.

Como puede observarse, el mercado de aceite de soja permite una diferencia de USD 0,029 entre grano y aceite como resultado de la agregación de valor del crushing; para llegar al biodiesel (sin considerar la glicerina como subproducto, cuya contribución es marginal a la recuperación de costos), el precio actual del biodiesel sólo permite USD 0,012 por kg en la segunda etapa industrial como agregación de valor por sobre la materia prima.

Estos escasos márgenes han originado negociaciones entre la Secretaría de Energía y la cámara de productores de biodiesel. Según lo informado por referentes consultados (a diciembre de 2010), la Secretaría estaría pronta a fijar un aumento del precio regulado del biodiesel, cercano a USD 1,055 por kg. En este escenario, que es receptado en la última columna del gráfico anterior, el diferencial aumenta a USD 0,043 por kg.

Sin embargo, planteando la misma lógica para el grano de colza, la situación es diferente.

Gráfico N°6



Creación de Valor en la Cadena Productiva del Biodiesel a base de Colza.

Dado el significativo mayor valor del aceite de colza (debido a los menores derechos de exportación que tributa este producto), el crushing de colza permite agregar valor por un máximo de USD 0,204, lo cual no vuelve rentable su aplicación como materia prima para el biodiesel, aún en el escenario de aumento del precio biodiesel recién comentado. Al precio vigente hay una destrucción de valor de USD 0,102, mientras que con el precio con aumento, una destrucción de valor de USD 0,017.

Este análisis permite concluir que en la elaboración de biodiesel, la intervención de la autoridad de aplicación reguladora de precios tiene en vista la cadena de agregación de valor de la soja, y así la utilización de aceite de colza para biodiesel no resultaría una alternativa conveniente.

Como se verá en secciones posteriores, estos diferenciales originarán modificaciones en los modelos integrados de producción, agregando actividades de "arbitraje" de materias primas.

Por lo tanto, ante las condiciones de mercado vigentes (con asimétricos derechos a las exportaciones para el aceite de soja y colza; y un precio del biodiesel regulado) la producción de colza solo es económicamente viable hasta la etapa de generación de aceite y su uso resulta antieconómico para la producción de biodiesel.

Entonces, la producción de aceite de colza debería ser comercializada en el mercado con el fin de sustituir este insumo con igual volumen de aceite de soja. Esta sustitución genera un beneficio económico adicional en el proyecto por las diferencias en el precio de mercado que exhiben ambos aceites.

b) La Rentabilidad Económica de los Diferentes Modelos Considerados

En esta sección se presenta el análisis económico de proyectos bajo diferentes modos de integración. En todos los casos se utiliza el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Costo Anual Equivalente (CAE) como indicadores de rentabilidad de los mismos.

b.1) Modelo Industrial Puro: Producción de Crushing y Biodiesel.

Como primera aplicación, se presenta el modelo "industrial" integrando las etapas de "crushing" y biodiesel en una misma unidad de decisión.

Sin embargo, el modelo industrial contempla una escala de procesamiento de granos similar a la capacidad productiva estudiada en los modelos agrícolas descriptos en el punto I. De este modo, el modelo industrial puro, posteriormente podrá integrarse con los modelos de producción primaria. De tal modo, la escala de producción la etapa industrial se ha adecuado al volumen de producción de grano (colza/soja) que correspondería a una explotación agrícola de 200 ha: alrededor de 1.100 t anuales de grano.

Principales Parámetros y Precios Considerados

ITEM	OBSERVACIONES	PRECIO (en USD)
Colza (grano) por tonelada	Precio FOB oficial a diciembre de 2010 (+) flete Rosario Mendoza de 35 USD/Tn (-) derechos de exportaciones (-) costos de comercialización de 3%.	USD 498/t
Soja (grano) por tonelada		USD 369/t
Colza (pellets) por tonelada	Idem anterior pero sin el flete.	USD 244/t
Soja (pellets) por tonelada		USD 263/t
Biodiesel por tonelada	Precio oficial (Sec. Energía) en pesos convertidos a dólares	USD 883,1/t
Metanol por litro	Puesto en Mendoza: \$2,8 + IVA por litro	USD 0,847/L
Glicerina por tonelada	Se obtiene el 11% del volumen utilizado de aceite	USD 100/t

CAPACIDAD TANQUES (Stock para 5 días hábiles)	
	LITROS
ACEITE	6.500
METANOL	2.000
BIODIESEL	8.500

- Se incluyen USD 10.000 de inversión en tanques (aceite, metanol, biodiesel) cuya capacidad en litros está expresada en el gráfico anterior.
- Se recupera 40% de la inversión después de 10 años.
- El aceite que se utiliza en la elaboración de biodiesel está neutralizado y desgomado.
- A excepción del metanol, los insumos restantes en la elaboración de biodiesel (hidróxido de sodio o potasio, aditivos, etc.) alcanzan al 7% del costo del aceite. De todas maneras, se sensibilizó la participación total del resto de estos insumos.
- Salvo indicación en contrario, los indicadores de rentabilidad (VAN, CAE) están calculados al 10% anual en dólares.

Resultados

En esta hipótesis de trabajo, la utilización de sólo soja como materia prima adquirida en la zona primaria de producción (Pampa Húmeda) resulta no rentable en los valores de base.

Al precio vigente del grano de soja, el costo de un kg de biodiesel supera los USD 1,4 lo cual desaconseja la ejecución de la actividad en esta modalidad.

Esto se evidencia aún en un escenario “favorable” que implique una baja de 15% del precio del grano y suba de 30% de la tonelada de biodiesel. En los rangos de precios de granos de mayor probabilidad de ocurrencia (USD 450/Tn hasta USD 550/Tn), el VAN es predominantemente negativo (Cuadro N°11. Panel A).

Cuadro N°11

Modelo de Crushing y Biodiesel con Soja y Colza. Análisis de Sensibilidad: Variación en Precios de Granos y Precio del Biodiesel.

		CAMBIO EN PRECIOS FOB DE GRANOS (USD/Tn)			
		350	425	500	575
PRECIO DEL BIODIESEL (\$/t)	\$ 3.532,5	\$ 73.304	\$ -565.931	\$ -1.205.166	\$ -1.844.400
	\$ 3.885,7	\$ 268.654	\$ -370.581	\$ -1.009.815	\$ -1.649.050
	\$ 4.239,0	\$ 464.005	\$ -175.230	\$ -814.465	\$ -1.453.699
	\$ 4.592,2	\$ 659.355	\$ 20.121	\$ -619.114	\$ -1.258.349

Panel A. Producción Biodiesel con Soja

		CAMBIO EN PRECIOS FOB DE GRANOS (USD/Tn)			
		350	425	500	575
PRECIO DEL BIODIESEL (\$/t)	\$ 3.532,5	\$ -146.711	\$ -559.755	\$ -972.799	\$ -1.385.843
	\$ 3.885,7	\$ 47.554	\$ -365.490	\$ -778.534	\$ -1.191.577
	\$ 4.239,0	\$ 241.820	\$ -171.224	\$ -584.268	\$ -997.312
	\$ 4.592,2	\$ 436.085	\$ 23.041	\$ -390.003	\$ -803.047

Panel B. Producción Biodiesel con Colza

Por otra parte, cuando también se utiliza como materia prima a la colza en la etapa de crushing se pone en evidencia la no conveniencia de la utilización del aceite de colza para elaborar biodiesel que se analizó en el apartado anterior (Cuadro N°11. Panel B).

Es por ello que forzosamente se plantea la necesidad considerar comercializar el aceite de colza, destinándolo a exportación, y sustituir su volumen como materia prima en la producción de biodiesel por aceite de soja adquirido en la Pampa Húmeda.

Este mecanismo de intercambio de materias primas del biodiesel se lo denominará “Modelo con Trading”. En este escenario se elabora aceite de colza en Mendoza y se lo comercializa en los puertos del Litoral. Por otro lado, se adquiere aceite de soja en igual volumen para elaboración de biodiesel en Mendoza.

Cuadro N°12

Modelo con Trading. Crushing y Biodiesel con Soja. Análisis de Sensibilidad:

Variación en Precios de Granos y Precio del Biodiesel.

MODELO CON TRADING		CAMBIO EN PRECIOS FOB DE GRANOS (u\$/t)			
		350	425	500	575
PRECIO DEL BIODIESEL (\$/t)	\$ 3.532,5	\$ 273.306	\$ -139.737	\$ -552.781	\$ -965.825
	\$ 3.885,7	\$ 467.572	\$ 54.528	\$ -358.516	\$ -771.560
	\$ 4.239,0	\$ 661.837	\$ 248.793	\$ -164.251	\$ -577.295
	\$ 4.592,2	\$ 856.102	\$ 443.058	\$ 30.015	\$ -383.029

Panel A. Valor Actual Neto

MODELO CON TRADING		CAMBIO EN PRECIOS FOB DE GRANOS (u\$/t)			
		350	425	500	575
PRECIO DEL BIODIESEL (\$/t)	\$ 3.532,5	19%	6%	-4%	
	\$ 3.885,7	25%	12%	1%	
	\$ 4.239,0	31%	17%	6%	-3%
	\$ 4.592,2	37%	22%	11%	1%

Panel B. Tasa Interna de Retorno

Nota: color verde corresponde a TIR mayor al 10%, color naranja corresponde a TIR menor al 10%.

Como puede observarse en el cuadro N° 12, el trading permite que el proyecto ya sea rentable con VAN (10%) positivo en escenarios de precios de biodiesel 20% superiores a los vigentes (es un escenario muy probable para los próximos meses, dado el avance de las negociaciones de la Secretaría de Energía y la Cámara de productores de biodiesel).

Sin embargo, el elevado precio actual y esperado de las materias primas continúa condicionando el modelo. Para precios de granos esperados de entre USD 450/Tn y USD 550 /Tn; y para precios del biodiesel cercanos a los \$ 4.000; la TIR del proyecto varía desde un 1% a un 15%. Esto indica que el escenario de probable ocurrencia, continua previendo situaciones en las cuales el proyecto posee un VAN negativo ya que la rentabilidad del proyecto (TIR) resulta menor al 10% anual.

A continuación se plantea una sensibilización frente a diferentes escenarios de participación porcentual de otros insumos (catalizador, aditivos) en la elaboración del biodiesel (el valor base es de 7%).

Cuadro N°13

MODELO CON TRADING		PARTICIPACION OTROS INSUMOS EN COSTOS BIODIESEL			
		7,0%	8,0%	9,0%	10,0%
PRECIO DEL BIODIESEL (\$/t)	\$ 3.532,5	-8%			
	\$ 3.885,7	-3%	-3%	-4%	-4%
	\$ 4.239,0	2%	2%	1%	1%
	\$ 4.592,2	7%	6%	6%	5%

Modelo con Trading. Crushing y Biodiesel con Soja. Análisis de Sensibilidad:

Variación en Costos de Insumos y Precio del Biodiesel. Tasa Interna de Retorno.

Finalmente, a fin de poner en contexto la estructura de costos y márgenes de este modelo, se presenta en el cuadro N°14 los costos medios de producción del biodiesel¹⁰, indicados como USD por kg, frente a escenarios alternativos de precio de la materia prima y participación de otros insumos en el costo:

Cuadro N°14

MODELO CON TRADING		PARTICIPACION OTROS INSUMOS EN COSTOS BIODIESEL			
		7,0%	8,0%	9,0%	10,0%
CAMBIO EN PRECIOS DE GRANOS (u\$/t)	350	0,69	0,70	0,71	0,71
	425	0,86	0,87	0,88	0,89
	500	1,03	1,04	1,05	1,06
	575	1,20	1,21	1,22	1,23

Modelo con Trading. Crushing y Biodiesel con Soja. Costos Medios de Producción de Biodiesel por Kg en Pesos.

Precio de Venta Actual: \$ 0,883 / Kg. Precio Esperado: \$ 1,055 / Kg. Nota: color verde corresponde a costos medios menores al precio actual de mercado, color naranja corresponde a costos mayores al precio actual de mercado.

Frente a un precio vigente del biodiesel de \$0,883/kg, los costos de producción evidencian la no conveniencia en escenarios de materia prima relativamente "cara", siendo significativamente menos sensibles en relación a la participación en los costos de los otros insumos.

En un escenario de precio regulado cercano a USD1,055, conforme a las negociaciones que presumiblemente se están llevando a cabo actualmente, el modelo presenta una ajustada rentabilidad para los precios de granos actuales y proyectados.

b.2) Modelo Integrado: Proceso Agrícola, Crushing y Biodiesel.

Cuando el modelo anterior es "ampliado", permitiendo que la misma unidad económica tome las decisiones de producción también en la etapa agrícola, la situación relativa de rentabilidad mejora dependiendo del esquema de rendimientos obtenidos y su relación con el elemento clave en nuestra zona productiva: el manejo del agua o el sistema de riego.

Como ya se adelantó, se contemplan dos diferentes esquemas al respecto: un sistema de riego por pivote central y un sistema de riego discontinuo. En los Anexos de los Capítulos I y II se presentan los flujos de fondos respectivos a cada modelo.

¹⁰ Se presentan utilizando como indicador al Costo Anual Equivalente por unidad, calculado al 10%.

En esta sección, y con el objeto de simplificar el abordaje de la temática, en una primera exposición se presentan los costos medios de producción [CAE] para toda la cadena productiva primaria e industrial contemplando una tasa de descuento del 10% y los rendimientos de base (2,5 Tn y 3 Tn para colza y soja, resp. en pivot central, y 2,1 Tn y 2,5 Tn para colza y soja, resp., en riego discontinuo), para posteriormente contemplar la sensibilidad de la rentabilidad del proyecto (TIR) frente a cambios en los precios del biodiesel y en rendimientos primarios.

En cuanto al primer aspecto, y como nota de advertencia al lector, es importante destacar que los costos medios de producción agrícola (Cuadro N°15) se han calculado a partir de la producción conjunta de colza y soja en una misma explotación y como modelo de rotación; esto es, una vez calculados los costos de inversión equivalente anuales así como los de riego, se han prorrateado en partes iguales para ambos cultivos, aspecto que reduce significativamente los respectivos CAE's en relación a los correspondientes a un modelo de monocultivo. Asimismo, en el cálculo de los costos medios del aceite producido a base de colza o soja (4ta. columna del Cuadro N°15), a los costos anuales equivalentes obtenidos en el flujo descontado de fondos se les han neteado los ingresos provenientes de la venta de pellets, así como los provenientes del "trading" (la diferencia entre lo obtenido por la venta del aceite de colza y la compra de igual volumen de aceite de soja como materia prima para el biodiesel).

Cuadro N°15

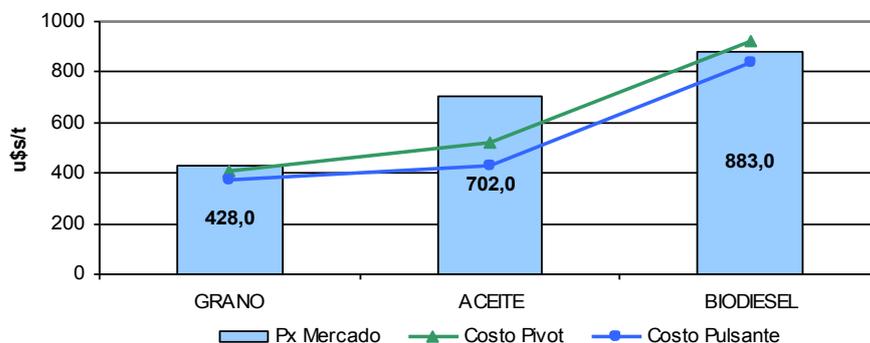
	Modelo/Fuente	Producción Agrícola	Producción Aceite	Producción Biodiesel
Colza	Riego Pivote Central. Costo por Tn.	405	524	921
	Riego Discontinuo. Costo por Tn.	374	430	840
	Precio de Mercado Relevante.	428	702	883
Soja	Riego Pivote Central. Costo por Tn.	340	524	921
	Riego Discontinuo. Costo por Tn.	307	430	840
	Precio de Mercado Relevante.	299	702	883

Costos y Precios por Tonelada según Grano y Sistema de Riego. Costos de Producción y Precios de Mercado Relevantes. En USD por Tonelada. Nota: al precio de mercado de la tonelada de grano se le ha restado el flete Mendoza/Rosario de USD 35/Tn, tal como en el Capítulo I de este informe.

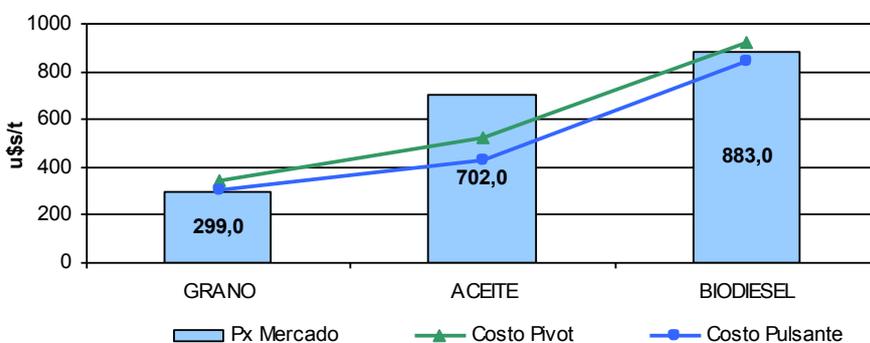
El gráfico N°7 a continuación ilustra las comparaciones anteriores tanto para el caso de la soja como de colza, permitiendo advertir que el modelo de explotación integral con Riego Discontinuo (o Pulsante) es rentable en cualquiera de las etapas industriales, mientras el de pivote central sólo lo es en la medida en que el precio del biodiesel supere USD 921/t.

Gráfico N°7

Colza. Comparación de Costos de Producción Según Sistema de Riego y Precio de Mercado.



Panel A. Colza



Panel B. Soja

Evidentemente la integración de la explotación agrícola permite “apalancar” los proyectos de modelos industriales al suministrar una materia prima a menor costo.

En el caso del riego por Pivote central es necesario un escenario de significativo aumento de rendimientos y mayores precios de biodiesel para obtener rentabilidades (TIR) convenientes mientras que, por el contrario, en el esquema de Discontinuo, las rentabilidades convenientes ya se evidencian en escenarios de rendimientos base y precios cercanos al valor probable según negociaciones (Cuadro N°16).

Cuadro N°16

Modelo integrado. Sensibilidad a Rendimientos y Precio del Biodiesel. Tasa Interna de Retorno.

		SENSIBILIDAD DE RENDIMIENTOS			
		COLZA = 2,1 Tn SOJA=2,5 Tn	COLZA = 2,3 Tn SOJA=2,75 Tn	COLZA = 2,5 Tn SOJA=3 Tn	COLZA = 2,7 Tn SOJA=3,25 Tn
PRECIO DEL BIODIESEL (\$/Tn)	\$ 3.532,5	0%	10%	20%	30%
	\$ 3.885,7	2%	5%	7%	10%
	\$ 4.239,0	4%	7%	9%	12%
	\$ 4.592,2	6%	8%	11%	14%
	\$ 4.592,2	7%	10%	13%	16%

Panel A. Modelo Primario con Riego con Pivote Central.

Nota: color verde corresponde a TIR mayor al 10%, color naranja corresponde a TIR menor al 10%.

		SENSIBILIDAD DE RENDIMIENTOS			
		COLZA = 2,1 Tn SOJA=2,5 Tn	COLZA = 2,3 Tn SOJA=2,75 Tn	COLZA = 2,5 Tn SOJA=3 Tn	COLZA = 2,7 Tn SOJA=3,25 Tn
		0%	10%	20%	30%
PRECIO DEL BIO DIESEL (\$/T)	\$ 3.532,5	6%	9%	12%	15%
	\$ 3.885,7	8%	11%	14%	17%
	\$ 4.239,0	10%	13%	17%	20%
	\$ 4.592,2	12%	16%	19%	22%

Panel B. Modelo Primario con Riego por Canal Discontinuo.

Nota: color verde corresponde a TIR mayor al 10%, color naranja corresponde a TIR menor al 10%.

En definitiva, el modelo muestra que para rangos de precios en biodiesel de entre \$3.900 y \$ 4.200 la tonelada, y rindes cercanos a las 3 toneladas de soja por Ha (y 2,5 toneladas de Colza por Ha), el proyecto otorga una rentabilidad de entre el 9% y 11% anual en USD si se utiliza riego por pivote central, y una rentabilidad anual de entre 14% y 17% en USD si se utiliza riego por canal discontinuo.

En Anexo 2 se presentan adicionalmente los cuadros de sensibilidad tomando al VAN como indicador de rentabilidad, y el cruce con la participación en los costos de los otros insumos. En este último caso se verifica la relativa menor elasticidad de la rentabilidad de los modelos a este parámetro.

Nuevamente se plantea la necesidad de enfatizar que estas mejoras relativas en rentabilidad del modelo integrado están condicionadas a la ejecución del proyecto en forma integral, contemplando tanto la etapa productiva primaria (y condicionada a la rotación colza/soja) como industriales (el crushing y la elaboración de biodiesel). Esto, a fin de desincentivar la extrapolación de los resultados expuestos a casos de monocultivos y/o de proyectos parciales que contemplen sólo un eslabón de la cadena productiva.

Comentarios Finales

La evaluación económica permite determinar que en Mendoza, la producción de colza y soja resulta rentable predominantemente en modelos de explotación suficientemente grandes; y con adecuada mecanización y esquemas de riego que aseguren muy elevados rendimientos.

En el modelo productivo primario se observa que un punto crítico es la rotación entre ambos cultivos (colza en invierno, soja en verano) para “apalancar” recíprocamente proyectos que individualmente no serían rentables económicamente.

En relación a la etapa industrial, dado que el precio interno del Biodiesel se encuentra regulado por la Secretaría de Energía; y habida cuenta que este organismo toma de referencia la estructura de costos de producción de la soja para establecer el precio del biodiesel; la utilización del aceite de colza como materia prima para biodiesel no resulta una alternativa rentable dado que origina una “destrucción” de valor.

Sin embargo, en este trabajo se demuestra que en un modelo basado en un esquema de intermediación adecuado que permita la comercialización del aceite de colza producido en Mendoza, y su correspondiente intercambio por aceite de soja como materia prima para biodiesel, puede encontrarse espacio para el cultivo de ambas oleaginosas en Mendoza.

La evaluación del modelo primario no integrado mostró dificultades para alcanzar niveles de rentabilidad superiores al costo de oportunidad determinado (10% anual en USD). En este caso se exigen rindes elevados y similares a los observados en la pampa húmeda (similar a 3 Tn por Ha) y precios de venta relativamente elevados.

También se exigen en los modelos primarios sistemas de riego altamente eficientes y relativamente poco difundidos en la provincia. Dados sus relativos menores costos de inversión, la explotación agrícola bajo riego Discontinuo resulta ser conveniente frente a una alternativa de manejo del riego vía pivote central. Adicionalmente, otra ventaja del riego discontinuo es su adaptabilidad en zonas de alto grado de atomización de la propiedad rural.

La evaluación del modelo industrial no integrado también mostró dificultades para alcanzar niveles de rentabilidad superior al 10% anual en USD debido a los elevados precios actuales y proyectados en los granos; y a los niveles de precios actuales y proyectados regulados por la Secretaría de Energía de la Nación.

El modelo que mejor ajuste y viabilidad mostró en la evaluación es el integrado entre etapas primarias e industriales. Resulta evidente que la integración permite “apalancar” los proyectos de modelos industriales al suministrar una materia prima a menor costo. Este aspecto reduce significativamente los riesgos de la inversión simulados en los escenarios de mayor probabilidad futura.

Anexo a Capítulo I

Cuadro A.1 - Modelo de Colza y Soja con Pivote Central. Costos por Actividad.

SOJA - PIVOTE CENTRAL- ACTIVIDADES Y COSTOS (SIN COSTOS DE ENERGÍA POR RIEGO). EN PESOS CORRIENTES.												
ACTIVIDAD			MANO DE OBRA			MECANIZACION			INSUMOS/MAT. PRIMAS			TOTAL
			ITEM	Horas	\$	ITEM	Horas	\$	PRODUCTO	Kg	\$	
1	PREPARACION	RASTREADO	HH	2	26,66	T	2	40,80				\$ 200,2
		HERBICIDA	HH	1	13,33	T	1	20,40	Trifluralina	3	99	
2	SIEMBRA	SIEMBRA		2	26,66	M	2	40,80	Semilla	70	165,2	\$ 839,6
		FERTILIZACION	HH	4	46,36				18-46-0	150	450	
		DESMALEZADO	HH	1	11,59				herbicida post.		99	
3	CONDUCCION	LABORES SUELO	HH	4	46,36						\$ 46,4	
4	FERTILIZACION/ CURACION	FERTILIZACION	HH	1	11,59				Urea	150	285	\$ 530,8
		CURACION	HH	1	13,33	T	1	20,40	Insecticida: KARATE	0,1	34	
		APLICACIÓN HERBICIDA	HH	2	26,66	T	2	40,80	Herbicida		99	
5	COSECHA	OPERACIÓN		3	39,99	M	6	122,40			\$ 162,4	
TOTAL											\$ 1.779,3	

Panel A. Soja

COLZA - PIVOTE CENTRAL - ACTIVIDADES Y COSTOS (SIN COSTOS DE ENERGÍA POR RIEGO). EN PESOS CORRIENTES.												
Actividad			MANO DE OBRA			MECANIZACION			INSUMOS/MAT. PRIMAS			TOTAL
			ITEM	Horas	\$	ITEM	Horas	\$	PRODUCTO	Kg	\$	
1	PREPARACION	RASTREADO	HH	2	26,66	T	2	40,80				\$ 200,2
		HERBICIDA	HH	1	13,33	T	1	20,40	Trifluralina	3	99	
2	SIEMBRA	SIEMBRA		2	26,66	M	2	40,80	Semilla	7	218,4	\$ 812,8
		FERTILIZACION	HH	4	46,36				18-46-0	150	450	
		DESMALEZADO	HH	1	11,59				herbicida post.		19	
3	CONDUCCION	LABORES SUELO	HH	4	46,36						\$ 46,4	
4	FERTILIZACION/ CURACION	FERTILIZACION	HH	1	11,59				Urea	150	285	\$ 518,4
		CURACION	HH	1	13,33				Insecticida: KARATE	0,1	34	
		APLICACIÓN HERBICIDA	HH	2	26,66	T	2	40,80	Herbicida		107	
5	COSECHA	OPERACIÓN		3	39,99	M	3	122,40			\$ 162,4	
TOTAL											\$ 1.740,1	

Panel B. Colza

Cuadro A.2 - Modelo de Colza y Soja con Riego Discontinuo. Costos por Actividad.

SOJA - RIEGO PULSANTE - ACTIVIDADES Y COSTOS (SIN COSTOS DE ENERGÍA POR RIEGO). EN PESOS CORRIENTES.										
ACTIVIDAD			MANO DE OBRA		MECANIZACION		INSUMOS/MAT. PRIMAS			TOTAL
			ITEM	Horas	ITEM	Horas	PRODUCTO	Kg	\$	
1	PREPARACION	RIEGO	HH	3						\$ 342,9
		RASTREADO	HH	2	T	2				
		RETOQUE NIVELES	HH	1,2	T	1,2				
		HERBICIDA	HH	1	T	1	Trifluralina	3	99	
		ARMADO SIST. RIEGO	HH	2	T	2				
2	SIEMBRA	SIEMBRA	HH	2	M	2	Semilla	70	165,2	\$ 874,4
		FERTILIZACION	HH	4			18-46-0	150	450	
		RIEGO	HH	3						
		DESMALEZADO	HH	1			herbicida post.		99	
3	CONDUCCION	RIEGO	HH	3						\$ 115,9
		LABORES SUELO	HH	4						
		RIEGO	HH	3						
		RIEGO	HH	3						
4	FERTILIZACION/ CURACION	FERTILIZACION Y APORQUE	HH	2			Urea	150	285	\$ 577,1
		CURACION	HH	1	T	1	Insecticida: KARATE	0,1	34	
		APLICACION HERBICIDA	HH	2	T	2	Herbicida		99	
5	CONDUCCION	RIEGO	HH	3						\$ 34,8
		RIEGO	HH	3						
6	COSECHA	OPERACION		3	M	3				\$ 162,4
TOTAL										\$ 2.142,3

Panel A. Soja

COLZA - RIEGO PULSANTE - ACTIVIDADES Y COSTOS (SIN COSTOS DE ENERGÍA POR RIEGO). EN PESOS CORRIENTES.										
ACTIVIDAD			MANO DE OBRA		MECANIZACION		INSUMOS/MAT. PRIMAS			TOTAL
			ITEM	Horas	ITEM	Horas	PRODUCTO	Kg	\$	
1	PREPARACION	RIEGO	HH	3						\$ 342,9
		RASTREADO	HH	2	T	2				
		RETOQUE NIVELES	HH	1,2	T	1,2				
		HERBICIDA	HH	1	T	1	Trifluralina	3	99	
		ARMADO SIST. RIEGO	HH	2	T	2				
2	SIEMBRA	SIEMBRA	HH	2	M	2	Semilla	7	218,4	\$ 882,4
		FERTILIZACION	HH	4			18-46-0	150	450	
		RIEGO	HH	3						
		DESMALEZADO	HH	1			herbicida post.		19	
3	CONDUCCION	RIEGO	HH	3						\$ 115,9
		LABORES SUELO	HH	4						
		RIEGO	HH	3						
		RIEGO	HH	3						
4	FERTILIZACION/ CURACION	FERTILIZACION	HH	2			Urea	150	285	\$ 585,1
		CURACION	HH	1	T	1	Insecticida: KARATE	0,1	34	
		APLICACION HERBICIDA	HH	2	T	2	Herbicida		107	
5	CONDUCCION	RIEGO	HH	3						\$ 34,8
		RIEGO	HH	3						
6	COSECHA	OPERACION		3	M	3				\$ 162,4
TOTAL										\$ 2.193,0

Panel B. Colza

**Cuadro A.3 - Valor Actual Neto en Modelo de Riego con Pivote Central.
Flujo de Fondos en USD a 10 Años.**

ITEM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSION	\$ -1.301.000										\$ 910.500
COSTOS OPERATIVOS RIEGO	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	\$ -90.000	
COSTO OPERATIVOS SOJA	\$ -88.966	\$ -88.966	\$ -88.966	\$ -88.966	\$ -88.966	\$ -88.966	\$ -88.966	\$ -88.966	\$ -88.966	\$ -88.966	
COSTOS OPERATIVOS COLZA	\$ -87.006	\$ -87.006	\$ -87.006	\$ -87.006	\$ -87.006	\$ -87.006	\$ -87.006	\$ -87.006	\$ -87.006	\$ -87.006	
VENTAS COLZA		\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496
VENTAS SOJA		\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234
BENEFICIOS NETOS	\$ -1.566.973	\$ 177.757	\$ 1.354.230								
BNDESCONTADOS	\$ -1.566.973	\$ 161.597	\$ 146.907	\$ 133.551	\$ 121.410	\$ 110.373	\$ 100.339	\$ 91.217	\$ 82.925	\$ 75.386	\$ 522.114
VAN	\$ -21.153										
TIR		9,8%									

Principales Parámetros:

- Tamaño Explotación: 200 Has.
- Inversión en Tierra: USD 600.000.
- Inversión en Equipos de Riego por Pivote Central: USD 400.000.
- Cantidad de Agua Necesaria: 450 mm para soja y 450 mm para colza por temporada.
- Inversión en Maquinarias y Equipos: USD 301.000 (1 sembradora, 1 cosechadora de soja, 1 trilladora para la cosecha de colza, 1 mosquito para actividades de fertilización y cura, y 1 tractor).
- Costos Operativos Soja (menos costos de energía por riego): USD 445/Ha.
- Costos Operativos Colza (menos costos de energía por riego): USD 435/Ha.
- Costo Operativo por Riego para Soja y Colza: USD 450/Ha.
- Rindes de Soja: 3,2 Tn/Ha.
- Rindes de Colza: 3 Tn/Ha.
- Precios de Venta: USD 436/Tn para Colza y USD 280/Tn para Soja (precios FOB de referencia a diciembre de 2010 – retenciones – gastos de comercialización – fletes a Rosario).
- Tasa de Descuento: 10% anual.

**Cuadro A.4 - Valor Actual Neto en Modelo de Riego con Canal Discontinuo.
Flujo de Fondos en USD a 10 Años.**

ITEM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-PRODUCCION COLZA/SOJA											
INVERSION	\$ -951.000				\$ -35.000				\$ -35.000		\$ 750.500
COSTOS OPERATIVOS RIEGO	\$ -20.000	\$ -20.000	\$ -20.000	\$ -20.000	\$ -20.000	\$ -20.000	\$ -20.000	\$ -20.000	\$ -20.000	\$ -20.000	\$ -20.000
COSTO OPERATIVOS SOJA	\$ -107.113	\$ -107.113	\$ -107.113	\$ -107.113	\$ -107.113	\$ -107.113	\$ -107.113	\$ -107.113	\$ -107.113	\$ -107.113	\$ -107.113
COSTOS OPERATIVOS COLZA	\$ -109.650	\$ -109.650	\$ -109.650	\$ -109.650	\$ -109.650	\$ -109.650	\$ -109.650	\$ -109.650	\$ -109.650	\$ -109.650	\$ -109.650
VENTAS COLZA		\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496	\$ 261.496
VENTAS SOJA		\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234	\$ 182.234
BENEFICIOS NETOS	\$ -1.187.762	\$ 206.968	\$ 206.968	\$ 206.968	\$ 171.968	\$ 206.968	\$ 206.968	\$ 206.968	\$ 171.968	\$ 206.968	\$ 1.194.230
BNDESCONTADOS	\$ -1.187.762	\$ 188.153	\$ 171.048	\$ 155.498	\$ 117.456	\$ 128.511	\$ 116.828	\$ 106.207	\$ 80.224	\$ 87.775	\$ 460.427
VAN	\$ 424.364										
TIR	16,1%										

Principales Parámetros:

- Tamaño Explotación: 200 Has.
- Inversión en Tierra: USD 600.000.
- Inversión en Equipos de Riego por Canal Discontinuo: USD 50.000.
- Inversión en Maquinarias y Equipos: USD 301.000 (1 sembradora, 1 cosechadora de soja, 1 trilladora para la cosecha de colza, 1 mosquito para actividades de fertilización y cura, y 1 tractor).
- Costos Operativos Soja (menos costos de energía por riego): USD 535/Ha.
- Costos Operativos Colza (menos costos de energía por riego): USD 548/Ha.
- Costo Operativo por Riego para Soja y Colza: USD 100/Ha.
- Rindes de Soja: 3,2 Tn/Ha.
- Rindes de Colza: 3 Tn/Ha.
- Precios de Venta: USD 436/Tn para Colza y USD 280/Tn para Soja (precios FOB de referencia a diciembre de 2010 – retenciones – gastos de comercialización – fletes a Rosario).
- Tasa de Descuento: 10% anual.

Anexo a Capítulo II

Cuadro B.1 - Flujo de fondos del modelo industrial "Crushing" + Biodiesel

B.1.1 Sin "TRADING"

ITEM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-ACEITE											
INVERSION	\$ -8.954										\$ 3.582
MATERIA PRIMA	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	
MANO DE OBRA	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	
ENERGIA ELECTRICA	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	
-BODIESEL											
INVERSION	\$ -42.000										\$ 16.800
MATERIA PRIMA											
OTROS INSUMOS	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	
PERSONAL	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	
OTROS GASTOS CORRIENTES	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	
VENTAS											
PELLETS SOJA		\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485
PELLETS COLZA		\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049
TRADING		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
GLICERINA		\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905
BODIESEL		\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158
BENEFICIOS NETOS	\$ -677.127	\$ -115.576	\$ 530.979								
BNDESCONTADOS	\$ -677.127	\$ -105.069	\$ -95.517	\$ -86.834	\$ -78.940	\$ -71.764	\$ -65.240	\$ -59.309	\$ -53.917	\$ -49.015	\$ 204.715
VAN	\$ -1.138.016										

B.1.2 Con "TRADING"

ITEM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-ACEITE											
INVERSION	\$ -8.954										\$ 3.582
MATERIA PRIMA	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	\$ -470.344	
MANO DE OBRA	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	
ENERGIA ELECTRICA	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	
-BODIESEL											
INVERSION	\$ -42.000										\$ 16.800
MATERIA PRIMA											
OTROS INSUMOS	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	
PERSONAL	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	
OTROS GASTOS CORRIENTES	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	
VENTAS											
PELLETS SOJA		\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485
PELLETS COLZA		\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049
TRADING		\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356
GLICERINA		\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905
BODIESEL		\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158
BENEFICIOS NETOS	\$ -677.127	\$ -47.220	\$ 599.334								
BNDESCONTADOS	\$ -677.127	\$ -42.927	\$ -39.025	\$ -35.477	\$ -32.252	\$ -29.320	\$ -26.654	\$ -24.231	\$ -22.029	\$ -20.026	\$ 231.069
VAN	\$ -717.999										

Principales Parámetros:

- Escala de producción: 4 Tn/día de grano; 1,2 Tn/día de biodiesel
- Tasa de descuento: 10% anual en USD
- Inversión en crushing:
 - Molino: USD 8.954
 - Tanque p/aceite: USD 4.000
- Inversión en biodiesel:
 - Planta: USD 32.000
 - Tanques: USD 6.000
- Proporción otros insumos en el costo: 7%
- Precios de Referencia:
 - Colza (grano) por tonelada USD 498/t
 - Soja (grano) por tonelada USD 369/t
 - Colza (pellets) por tonelada USD 244/t
 - Soja (pellets) por tonelada USD 263/t
 - Biodiesel por tonelada USD 883,1/t

Cuadro B.2 - Flujo de fondos y análisis de sensibilidad del modelo agroindustrial: Agrícola + "Crushing" + Biodiesel

B.2.1. Riego por Pivot Central

a) Flujo de fondos, VAN y TIR

ITEM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-ACEITE											
INVERSION	\$ -8.954										\$ 3.582
MATERIA PRIMA (COSTO AGRICOLA)	\$ -1.566.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ 910.500
MANO DE OBRA	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513
ENERGIA ELECTRICA	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685
-BODIESEL											
INVERSION	\$ -42.000										\$ 16.800
MATERIA PRIMA											
OTROS INSUMOS	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939
PERSONAL	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713
OTROS GASTOS CORRIENTES	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980
VENTAS											
PELLETS SOJA		\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485
PELLETS COLZA		\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049
TRADING		\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356
GLICERINA		\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905
BODIESEL		\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158
BENEFICIOS NETOS	\$ -1.773.756	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 1.509.834
BNDESCONTADOS	\$ -1.773.756	\$ 142.865	\$ 129.877	\$ 118.070	\$ 107.336	\$ 97.578	\$ 88.708	\$ 80.643	\$ 73.312	\$ 66.647	\$ 582.107
VAN	\$ -286.613										
TIR	7,154%										

b) Análisis de sensibilidad:

		SENSIBILIDAD DE RENDIMIENTOS				
		COLZA = 2,1 Tn SOJA=2,5 Tn	COLZA = 2,3 Tn SOJA=2,75 Tn	COLZA = 2,5 Tn SOJA=3 Tn	COLZA = 2,7 Tn SOJA=3,25 Tn	
PRECIO DEL BODIESEL (\$/Tn)		0%	10%	20%	30%	INDICADOR VAN
	\$ 3.532,5	-764.681,1	-525.647,1	-286.613,2	-47.579,3	
	\$ 3.885,7	-602.793,3	-347.570,6	-92.347,9	162.874,8	
	\$ 4.239,0	-440.905,5	-169.494,1	101.917,4	373.328,9	
\$ 4.592,2	-279.017,8	8.582,5	296.182,7	583.783,0		

		PARTICIPACION OTROS INSUMOS EN COSTOS BODIESEL				
		7%	10%	13%	16,0%	
PRECIO DEL BODIESEL (\$/Tn)						INDICADOR TIR
	\$ 3.532,5	-286.613,2	-345.703,0	-404.792,9	-463.882,7	
	\$ 3.885,7	-92.347,9	-151.437,7	-210.527,5	-269.617,4	
	\$ 4.239,0	101.917,4	42.827,6	-16.262,2	-75.352,0	
\$ 4.592,2	296.182,7	237.092,9	178.003,1	118.913,3		

Principales Parámetros:

- Escala de producción:
 - Agrícola: 2,5 Tn/ha en colza; 3 Tn/ha en soja
 - Industrial: 4 Tn/día de grano; 1,2 Tn/día de biodiesel
- Tasa de descuento: 10% anual en USD
- Inversión en crushing:
 - Molino: USD 8.954
 - Tanque p/aceite: USD 4.000
- Inversión en biodiesel:
 - Planta: USD 32.000
 - Tanques: USD 6.000
- Proporción otros insumos en el costo: 7%
 - Precios de Referencia:
 - Colza (pellets) por tonelada USD 244/t
 - Soja (pellets) por tonelada USD 263/t
 - Biodiesel por tonelada USD 883,1/t

B.2.1. Riego por Canal Discontinuo

a) Flujo de fondos, VAN y TIR

ITEM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-ACEITE											
INVERSION	\$ -8.954										\$ 3.582
MATERIA PRIMA (COSTO AGRICOLA)	\$ -1.566.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ -265.973	\$ 910.500
MANO DE OBRA	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	\$ -12.513	
ENERGIA ELECTRICA	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	\$ -2.685	
-BIO DIESEL											
INVERSION	\$ -42.000										\$ 16.800
MATERIA PRIMA											
OTROS INSUMOS	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	\$ -101.939	
PERSONAL	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	\$ -30.713	
OTROS GASTOS CORRIENTES	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	\$ -7.980	
VENTAS											
PELLETS SOJA		\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485	\$ 129.485
PELLETS COLZA		\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049	\$ 61.049
TRADING		\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356	\$ 68.356
GLICERINA		\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905	\$ 3.905
BIO DIESEL		\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158	\$ 316.158
BENEFICIOS NETOS	\$ -1.773.756	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 157.151	\$ 1.509.834
BNDESCONTADOS	\$ -1.773.756	\$ 142.865	\$ 129.877	\$ 118.070	\$ 107.336	\$ 97.578	\$ 88.708	\$ 80.643	\$ 73.312	\$ 66.647	\$ 582.107
VAN	\$ -286.613										
TIR	7,154%										

b) Análisis de sensibilidad:

		SENSIBILIDAD DE RENDIMIENTOS					
		COLZA = 2,1 Tn SOJA=2,5 Tn	COLZA = 2,3 Tn SOJA=2,75 Tn	COLZA = 2,5 Tn SOJA=3 Tn	COLZA = 2,7 Tn SOJA=3,25 Tn		
		0%	10%	20%	30%	INDICADOR VAN	
PRECIO DEL BIO DIESEL (\$/Tn)	\$ 3.532,5	-764.681,1	-525.647,1	-286.613,2	-47.579,3		}
	\$ 3.885,7	-602.793,3	-347.570,6	-92.347,9	162.874,8		
	\$ 4.239,0	-440.905,5	-169.494,1	101.917,4	373.328,9		
	\$ 4.592,2	-279.017,8	8.582,5	296.182,7	583.783,0		
		PARTICIPACION OTROS INSUMOS EN COSTOS BIO DIESEL				INDICADOR TIR	
		7%	10%	13%	16,0%		
PRECIO DEL BIO DIESEL (\$/Tn)	\$ 3.532,5	-286.613,2	-345.703,0	-404.792,9	-463.882,7		}
	\$ 3.885,7	-92.347,9	-151.437,7	-210.527,5	-269.617,4		
	\$ 4.239,0	101.917,4	42.827,6	-16.262,2	-75.352,0		
	\$ 4.592,2	296.182,7	237.092,9	178.003,1	118.913,3		

Principales Parámetros:

- Escala de producción:
 - Agrícola: 2,3 Tn/ha en colza; 2,75 Tn/ha en soja
 - Industrial: 4 Tn/día de grano; 1,2 Tn/día de biodiesel
- Tasa de descuento: 10% anual en USD
- Inversión en crushing:
 - Molino: USD 8.954
 - Tanque p/aceite: USD 4.000
- Inversión en biodiesel:
 - Planta: USD 32.000
 - Tanques: USD 6.000
- Proporción otros insumos en el costo: 7%
- Precios:
 - Colza (pellets) por tonelada USD 244/t
 - Soja (pellets) por tonelada USD 263/t
 - Biodiesel por tonelada USD 883,1/t

**B.3 Tarifas eléctricas aplicadas. Consumo eléctrico: T 1-G Uso General
con consumos menores a 2000 kWh-mes (Según EPRE, Mendoza)**

Cargo fijo (haya o no consumo)	\$11,58/mes
Cargo Variable por energía(\$/kWh)	
Primeros 125 kWh/mes:	0,2168
Siguientes 225 kWh/mes:	0,3136
Excedente de 350 kWh/mes:	0,3759

www.imd.uncu.edu.ar

Instituto de Energía
Universidad Nacional de Cuyo

+54 261 4299986

www.imd.uncu.edu.ar

ide@uncu.edu.ar

Espacio de la Ciencia y la Tecnología

Lic. Elvira Calle de Antequeda

Padre Contreras 1300, Parque General San Martín

Mendoza, República Argentina, CP 5500



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

SDI
SECRETARÍA DE
DESARROLLO INSTITUCIONAL



IDE
Instituto de
Energía