

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**APORTE METODOLÓGICO A LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE CULTIVOS
BIOENERGÉTICOS EN CHILE.**

CLAUDIO ANDRÉS IPIÑA PARRAGUEZ

Santiago, Chile
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**APORTE METODOLÓGICO A LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE CULTIVOS
BIOENERGÉTICOS EN CHILE.**

**METHODOLOGICAL CONTRIBUTION TO ECONOMIC ASSESSMENT OF
BIOENERGY CROPS IN CHILE.**

CLAUDIO ANDRÉS IPIÑA PARRAGUEZ

Santiago, Chile
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

APORTE METODOLÓGICO A LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE CULTIVOS BIOENERGÉTICOS EN CHILE.

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Economía Agraria

CLAUDIO ANDRÉS IPIÑA PARRAGUEZ

PROFESORES GUÍAS	CALIFICACIONES
Sr. Manuel Paneque C. Bioquímico, Dr.	7,0
Sr. Nicolás Magner P. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,6
PROFESORES EVALUADORES	
Sra. Maruja Cortés B. Ingeniero Agrónomo, Dra.	6,2
Sra. Susana Muñoz M. Ingeniero Agrónomo, M. Sc.	5,8

Santiago, Chile
2012

*Dedicado a mi familia y en especial,
a esa luz de conocimiento que llenó mi vida
y me inspiró profundamente a desarrollar
la presente memoria, por largos meses;
y a todo hombre de ciencia y de bien
que sepa sacarle provecho a
este documento.*

*En memoria de Don Juan Eduardo Donoso Gutiérrez,
quién en el corto tiempo que compartimos,
trató de hacer de este trabajo el mejor de todos.
Muchas gracias por todo, siempre.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sincera y profundamente a todas las personas que ayudaron en la realización de esta Memoria y en forma muy especial:

A mi familia; en primer lugar a mis padres, por enseñarme que la perseverancia, el tesón y el amor propio llevan a conquistar los sueños y metas que durante la vida se forjan y por sobre todo a ser siempre feliz sin ir en desmedro de ser una persona íntegra y de bien. Ergo, a mis dos hermanos, las personas que más amo en este mundo y los dos mejores amigos que la vida me pudo entregar, por su eterno sostén e inquebrantable convicción en mi persona, por sus palabras de aliento, su coraje, sus reproches y todas sus enseñanzas y conocimientos que siempre buscan transmitirme, convirtiéndose en el mejor ejemplo para mi vida. Con mi profunda admiración y respeto, siempre irán un paso delante de mi.

En segundo lugar a mi profesor guía Nicolás, por sus consejos, recomendaciones y conversaciones que surgieron en el desarrollo de esta memoria para construir a una mejor persona y a un mejor profesional. Al Departamento de Economía Agraria de la facultad y a su cuerpo docente y extra docente, por el apoyo, las oportunidades y herramientas que me brindó durante mis años de mención.

A mis amigos de la vida Titi y Dani, Viruta, David y Sami (y Magdita), Mari, Luxo, Cristian, Fito y Coté, Yusuf, Malkavian, Albino, Micina, Danita, Vivi, Kari, Fla, Csiki; por su inagotable paciencia e infinito cariño, compartir sus sueños, miedos y experiencias conmigo y permitirme formar parte de sus vidas, entregándome su apoyo, comprensión y consejos para la realización de este trabajo, y sobre todo mi vida.

A mis grandes amigos y colegas del DEA; Ale, Nicole, Wallace, Taca, Diego y Yeso por alegrar constantemente el ambiente con sus bromas y forjar una profunda amistad que fue un gran soporte en ciertos momentos difíciles vividos dentro del departamento.

En tercer lugar y final, a todas esas personas que ya no forman parte de mi vida y que contribuyeron de una u otra forma a que lograra ser el profesional que hoy escribe.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	Pág. 1
ABSTRACT	Pág. 2
INTRODUCCIÓN	Pág. 3
MATERIALES Y MÉTODOS	
• Lugar de estudio	Pág. 7
• Materiales	Pág. 7
• Métodos	Pág. 7
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
• Método para realizar un estudio económico	Pág. 13
• Método para realizar estudio del territorio	Pág. 21
• Método para realizar estudio del cultivo	Pág. 24
• Medición de riesgo utilizando la metodología del Value at Risk y simulaciones estocásticas.	Pág. 29
• Implementación de la metodología propuesta a través del desarrollo de un estudio de caso, <i>Jatropha curcas</i> L., en la provincia de Ovalle.	Pág. 31
CONCLUSIONES	Pág. 47
LITERATURA CITADA	Pág. 48
ANEXOS	Pág. 53
APÉNDICES	Pág. 56

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo proponer nuevos aportes metodológicos que permitan medir el riesgo asociado a invertir en negocios relacionados a cultivos bioenergéticos. Los aportes consideran una metodología para la evaluación anticipada del impacto a nivel territorial de proyectos que involucran el cambio de la actividad productiva de suelos (o nuevo uso), orientado en el contexto específicamente económico. Esta investigación se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile y en la ciudad de Ovalle, considerando un estudio de caso en ésta última.

Los aportes metodológicos fueron validados a través de un estudio de caso, utilizando como objeto de estudio un campo agrícola de 30 hectáreas plantadas con la especie *Jatropha curcas* L., considerando una evaluación económica con información referente a aspectos económicos y financieros del cultivo. Además, los aportes permiten considerar el nivel de riesgo del negocio, medido a través del valor en riesgo (VaR), herramienta utilizada ampliamente en la industria financiera en modelos de inversión.

Los resultados del estudio de caso mostraron que un negocio de 30 hectáreas de *Jatropha* ubicadas en Ovalle-Chile, presenta un ingreso bruto que bordea los 1,35 millones de pesos chilenos por hectárea y con un margen bruto por hectárea que bordea un valor de \$779.000. Por otra parte, el valor actual neto, calculado con una tasa de descuento del 4,25%, presentó una rentabilidad con un valor de \$421.465.550. La tasa interna de retorno, dio un valor de 31% para la *Jatropha*, en esta zona de estudio. Finalmente el valor en riesgo, permitió determinar un 53% de probabilidades de ocurrencia de obtener un valor actual neto positivo, con una máxima pérdida de \$205.192.825, con un nivel de confianza del 95%.

Palabras clave: Cultivo bioenergético, valor en riesgo, valor del uso del suelo, margen bruto.

ABSTRACT

The objective of this research was to propose new methodological contributions that allow to measure the risk associated with investing in businesses related to bioenergy crops. The contributions considered a methodology for the early evaluation of the impact at the territorial level of projects that involve the change of the productive activity of soil (or re-use), focused on the specific economic context. This research was carried out at the Faculty of agricultural sciences of the University of Chile and the city of Ovalle, whereas a case study in this last.

The methodological contributions were validated through a case study, using as an object of study an agricultural field of 30 hectares planted with specie *Jatropha curcas* L., whereas an economic assessment with information concerning economic and financial aspects of the crop. Contributions also allow to consider the level of business risk, measured by the value at risk (VaR), a tool widely used in the financial industry on investment models.

The results of the case study showed that a business of 30 hectares of *Jatropha* located in Ovalle-Chile, presents a gross income that the 1.35 million Chilean pesos per hectare and with a gross margin per hectare bordering a value of \$779,000. On the other hand, the net present value, calculated using a discount rate of 4.25%, filed a return with a value of \$421.465.550. The internal rate of return, gave a value of 31% for the *Jatropha* in this area of study. Finally the value at risk, allowed to determine a 53% chance of occurrence for a net present value positive with a maximum loss of \$205.192.825, with a 95% confidence level.

Keywords: Bioenergy crops, value at risk, value of land use, gross margin.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realiza en el contexto del proyecto titulado "Puesta en valor de terrenos fiscales y suelos marginales mediante el desarrollo de cultivos energéticos", desarrollado por la Universidad de Chile y el Ministerio de Bienes Nacionales, financiado por Innova-Chile de CORFO.

El proyecto, tiene por objetivo estudiar nuevas especies que permitan la ampliación de la frontera agrícola y la diversificación de la matriz energética, valorizando territorios actualmente deprimidos y cuyas restricciones técnicas los transforman en marginales a la agricultura tradicional (Programa Jatropha Chile, 2008).

Con el fin de proponer un método de valoración económica de cultivos capaces de aprovechar suelos marginales y deprimidos, este estudio propone nuevos aportes metodológicos que no solo consideren criterios de rentabilidad del negocio, sino que también permita estudiar en detalle los riesgos económicos del negocio.

Actualmente, las metodologías propuestas para evaluar la conveniencia económica de realizar negocios relacionados a la producción de biocombustibles no permiten medir el riesgo asociado a invertir en ellos, y por lo tanto, tampoco miden el verdadero valor económico de este tipo de negocios.

Lo anterior, es una problemática para el desarrollo de nuevos negocios y para la atracción de nuevos capitales de inversión, pues las metodologías no son apropiadas para medir el componente de riesgo e incertidumbre que éste aporta al portafolio del inversionista (Artzner *et al.*, 1999).

Además, este problema genera barreras de información para futuros usuarios e inversionistas, encareciendo el costo de capital asociado.

Las formas tradicionales para valorar cualquier tipo de cultivos, se basan en la utilización de indicadores financieros clásicos: valor actual neto y la tasa interna de retorno (Kingswood, 2010). Cuando se trata de cultivos oleaginosos con fines alimentarios, como por ejemplo, el poroto de soya o el raps, donde existe una forma de evaluar la rentabilidad del proyecto aceptada por los inversionistas (Kingswood, 2010), no se generan mayores problemas al utilizar la metodología tradicional. Los beneficios de valorarlos de esta manera radican en una rápida obtención de las rentabilidades generadas y una ordenada asignación de los costos y beneficios del proyecto en estudio (Sapag, 2007), mientras que el principal perjuicio es que esta metodología es no incorpora herramientas que midan el riesgo asociado de la inversión (Campos *et al.*, 2005).

Los trabajos existentes como los de Hervé (2007) y Arancibia (*et al*, 2007), que utilizan la metodología tradicional, son incapaces de incorporar la medición del riesgo, que efectúa la herramienta valoración en riesgo - VaR, sigla que proviene del inglés Value at Risk - (Benninga, 2008).

La utilización de la herramienta VaR es reciente. En un principio grandes instituciones financieras a comienzos de la década de los 80 empezaron a utilizarlo para medir el riesgo de sus portafolios de inversión, pero fue la clasificadora J.P. Morgan quien en el año 1994 le dio el uso más popular, al utilizarlo para conformar un sistema de clasificación de riesgo denominado RiskMetrics (Jorion, 2006). Actualmente el VaR es ampliamente utilizado en instituciones financieras y no financieras (Linsmeier *et al.*, 2000).

Bajo este antecedente, se incorpora esta herramienta en el presente trabajo. Es necesario evaluar este tipo de negocios con una nueva metodología, ya que la energía es uno de los actores productivos de mayor importancia para el desarrollo de un país, y la fuerte dependencia a un solo tipo de ésta para su desarrollo, junto con los consiguientes problemas de desabastecimiento y aumento de su costo, han demostrado la necesidad de diversificar la matriz energética (EIA, 2010).

En relación a la industria energética, durante los últimos años la energía ha aumentado gracias al aumento en la demanda de la población, industria y comercio; la tendencia mundial es a dejar de utilizar los derivados del petróleo a favor de fuentes de energías más limpias y menos dañinas con el ambiente, como el biodiesel (EIA, 2010).

Las particularidades de la bioenergía permiten que su análisis se vincule no sólo a la diversificación energética y reducción de gases de efecto invernadero, sino también al desarrollo económico, salud, seguridad alimentaria, seguridad de suministro de materias primas y productos terminados, desarrollo tecnológico e industrial, sostenibilidad ambiental y respeto a las poblaciones locales (EIA, 2010).

Las previsiones de potencial de biomasa en el mundo a largo plazo, son en base a seis tipos de recurso (cultivos energéticos, restos forestales, biomasa en terrenos marginales, restos agrícolas, residuos ganaderos y residuos urbanos orgánicos). La comunidad internacional otorga buenas perspectivas de crecimiento para la bioenergía, así como pronostica que esta siga siendo la principal energía renovable durante los próximos años (EIA, 2010).

Sin embargo, existen algunos argumentos en contra del desarrollo de este tipo de energías, siendo el más relevante, el fuerte impacto económico causado por el cambio de uso de suelos destinados a la producción de alimentos, causando el encarecimiento de la comida. Chile necesita estudiar nuevas especies que permitan, por un lado, diversificar la matriz energética, pero que además no compitan por recursos naturales con la industria agrícola actual. Es necesario buscar especies que se adapten a territorios definidos como suelos marginales, desarrollando negocios de bioenergía a escala local, los que deberán responder a los requerimientos que tendrá la nueva industria energética: ser compatibles con los objetivos ambientales del país e idealmente aprovechar agro-ecosistemas actualmente degradados o subutilizados (Programa Jatropa Chile, 2008).

Una de las principales limitantes del aporte metodológico propuesto puede darse en la dificultad de la obtención de la información validada, sin embargo, una gran ventaja es la amplia factibilidad de aplicación a otros cultivos, tanto bioenergéticos como no bioenergéticos, además de otros sectores económicos.

Dado el argumento de que la producción de biomasa ha estado en un sostenido aumento durante los últimos 10 años (EIA, 2010), la motivación de este trabajo es precisar una metodología para modelar el riesgo económico de un proyecto de producción de biomasa, utilizando principalmente conceptos de valor en riesgo.

La figura 1 muestra cómo es posible realizar una valoración económica sistemática a través de un estudio estratégico, un estudio del territorio y un estudio del cultivo, para poner en relevancia aspectos distintivos de este tipo de negocio como lo es el alto riesgo relacionado al precio de energías commodity y el alto componente innovador.

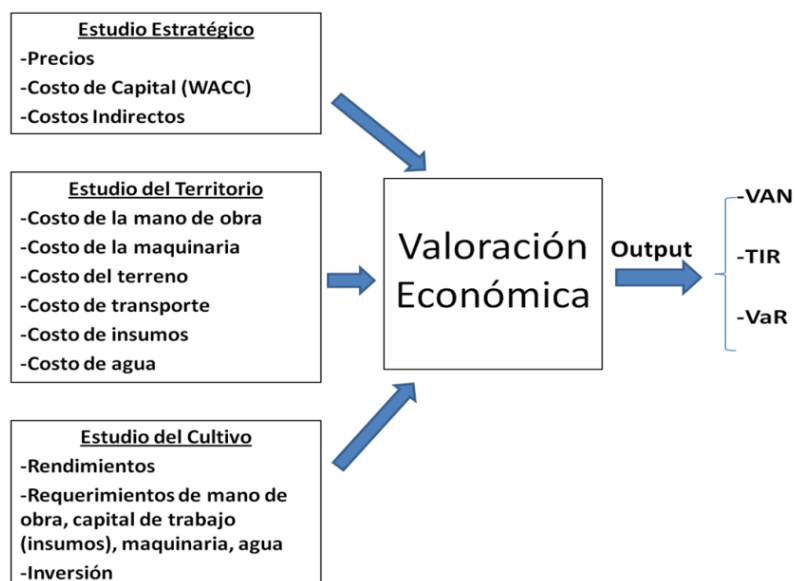


Figura 1. Metodología de valoración económica sistemática.
Fuente: Elaboración propia.

Objetivo general: desarrollar una metodología de valoración económica de la implementación de cultivos bioenergéticos.

Objetivos específicos:

1. Elaborar una metodología que permita realizar un estudio económico.
2. Elaborar una metodología que permita realizar un estudio del territorio.
3. Elaborar una metodología que permita realizar un estudio del cultivo.
4. Medir el riesgo utilizando la metodología del Value at Risk y simulaciones estocásticas.
5. Implementar la metodología propuesta a través del desarrollo de un estudio de casos, *Jatropha curcas* L., en la provincia de Ovale.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del estudio

El estudio se desarrolló en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, comuna La Pintana, Región Metropolitana, departamento de Economía Agraria. Para el estudio de caso final, orientado a validar la propuesta metodológica, los datos provienen de la ciudad de Ovalle, comuna Ovalle, provincia Limarí, IV región de Coquimbo.

Materiales

Las fuentes de información de esta investigación están divididas en primarias y secundarias. Las fuentes primarias fueron cuestionarios, pautas de observación y pautas de entrevistas. Las fuentes secundarias fueron series históricas de precios de aceites de origen vegetal¹ y diarios locales. Los instrumentos son parte de los aportes metodológicos y se encuentran adjuntos en los apéndices I, II y III.

Métodos

El método utilizado para componer una metodología que aporte a formular y evaluar negocios asociados a la producción de biomasa, está ordenado en forma general por la condición de la estructura basada en el estudio de los componentes de la formulación y evaluación de proyectos, integrando nuevos elementos que mejoren el proceso de toma de decisiones de especialistas y futuros inversionistas.

La primera fase, consistió en proponer un aporte metodológico que permita analizar el comportamiento de precios. Para esto, se recurrió a la serie histórica de productos relacionados con precios de aceites de origen vegetal, debido a la falta de información disponible para los precios históricos de biocombustibles. Las series históricas fueron empleadas para predecir un comportamiento futuro de los precios, utilizando análisis de regresión lineal simple y tendencia (Sapag, 2007). Los datos fueron recopilados del sitio web Yahoo Finance (<http://finance.yahoo.com>).

¹ Se utiliza el precio del aceite de origen vegetal, por sobre el precio de los biocombustibles, debido a que no existen series históricas de precios de biocombustibles y además, lo que se evalúa es un producto derivado del aceite vegetal.

Junto con lo anterior, se consideró la metodología del Value at Risk, la que se basa en establecer diferentes escenarios de precios futuros y medir en ellos el riesgo involucrado en su variabilidad, al considerar distintos escenarios determinados en forma aleatoria (Benninga, 2008).

Para esto, se implementaron procesos estocásticos utilizados en metodologías clásicas de valoración de activos (Gujarati, 2004). Fue necesario identificar las fuentes de riesgo del proyecto, y su sensibilidad a modificaciones en el precio del commodity. Una vez identificada la fuente de riesgo del negocio, se diseñó el proceso estocástico que describe el comportamiento futuro de tal fuente de riesgo (Gujarati, 2004). Por ejemplo, en el caso de un negocio de producción de biocombustibles, lo correcto fue modelar el proceso estocástico que describe el comportamiento del precio del aceite vegetal, pues este commodity está fuertemente correlacionado con el precio del producto final generado dentro del proyecto de biocombustible.

La metodología del VaR funciona asumiendo que la evaluación del riesgo de una cartera accionaria es parecida a la evaluación del riesgo de diferentes opciones de negocio, pues la inversión en una cartera accionaria conlleva adquirir un conjunto de títulos en un momento t determinado para venderlos a un precio definido en el momento posterior, $t + 1$. Análogo a esto, un inversionista puede utilizar su dinero en un proyecto productivo cualquiera, como en este caso es un proyecto de producción de biocombustibles, en el mismo momento t anteriormente definido y pretende venderlo en el futuro, momento definido como $t + 1$. En ambas casos, el precio en el momento t es conocido y equivalente a la suma ponderada de los precios de las acciones del portafolio en la primera alternativa productiva, así como también al valor presente neto estimado en la opción del proyecto productivo. Sin embargo, en ambas situaciones no se conoce el flujo de caja que generarán ambas alternativas durante su vida, y su valor futuro en el período posterior $t + 1$ (Benninga, 2008).

A pesar de esto, se puede medir el riesgo de una cartera accionaria contrastando su desempeño contra cualquier índice de mercado como el IPSA en Chile o el S&P 500 en Estados Unidos y estimar el nivel de covarianza de ambos, mientras que en el caso de tratarse de algún proyecto productivo el índice es desconocido (Benninga, 2008).

Para sobrepasar esta barrera en la presente investigación se planteó la utilización de procesos aleatorios empleados en metodologías tradicionales de valoración de activos, haciendo necesario identificar las fuentes de riesgo pertenecientes al proyecto, al igual que su reacción a modificaciones en el precio del commodity (Gujarati, 2004).

Se diseñó el proceso estocástico que describió el comportamiento futuro de tal fuente de riesgo (Benninga, 2008). En este caso al tratarse de un negocio relacionado con la producción de biocombustible, lo correcto fue modelar el proceso que describe el comportamiento del precio del aceite de origen vegetal.

La segunda fase, propuso un aporte metodológico que estime el costo de capital asociado al negocio del biocombustible. El método utilizado se denomina costo promedio del capital (o en sus siglas en inglés Weighthed Average Cost of Capital – WACC). Esta herramienta tiene por objetivo determinar la tasa de descuento utilizada en la evaluación de proyectos que crean valor para las corporaciones y sus accionistas (rentabilidad del capital invertido) (Miles *et al.*, 1980).

El costo de capital fue estimado a través del promedio ponderado del costo de capital (o en sus siglas en inglés Weighthed Average Cost of Capital - WACC). Esta herramienta tiene por objetivo determinar la tasa de descuento utilizada en la evaluación de proyectos que crean valor para las corporaciones y sus accionistas (rentabilidad del capital invertido) (Miles *et al.*, 1980).

El WACC pondera los costos de cada una de las fuentes de capital. Su principal ventaja nace cuando se utiliza el WACC para descontar los flujos, porque no hace falta considerar los intereses de la deuda en los flujos del proyecto. La mayor desventaja se genera desde antes de la utilización del WACC, porque es necesario conocer la tasa de descuento de los accionistas antes de trabajar con ésta herramienta. Su método de aplicación consiste en calcular el promedio ponderado del costo de capital de una determinada empresa como la suma ponderada del costo de la deuda y la rentabilidad exigida por el accionista, donde la ponderación refleja el peso de cada recurso sobre el total de la financiación (Stewart, 2001), cuya fórmula es la siguiente:

$$WACC_{(cpp)} = \frac{E}{V} * Re + \frac{D}{V} * Rd * (1 - Tc) \quad (1)$$

Donde:

- Re = costo del capital.
- Rd = costo de la deuda.
- E = valor de mercado del patrimonio de la empresa.
- D = valor de mercado de la deuda de la empresa.
- V = E + D.
- E / V = porcentaje de financiación que es la equidad.
- D / V = porcentaje de financiación que es la deuda.
- Tc = tasa de impuesto de sociedades.

Para lograr el paso anterior, fue necesario obtener la serie histórica del índice Standar & Poor's 500, ya que al momento de calcular el coeficiente de regresión de la rentabilidad de las acciones de la empresa en el mercado, se calcula la covarianza del retorno de los precios de las acciones de la empresa evaluada, con el retorno de la cartera de mercado. Todo lo anterior es dividido por la varianza del retorno de la cartera de mercado (Benninga, 2008), como lo expresa la formula siguiente:

$$\beta_{wacc} = \frac{Cov(r_a, r_p)}{Var(r_p)} \quad (2)$$

Donde:

- R_a = retorno de los precios de las acciones de la empresa.
 R_b = retorno de la cartera de mercado.
 $Cov(r_a, r_b)$ = la covarianza entre el retorno del patrimonio de la empresa, con el retorno de la cartera de mercado.
 $Var(r_a)$ = la varianza del retorno de la cartera de mercado.

Para la recopilación de la información, se utilizaron las estadísticas financieras de empresas relacionadas al cultivo y generación de energía proveniente de biomasa, listadas en mercados bursátiles de E.E.U.U. Adicional a esto, se usó el supuesto de que el costo de capital obtenido para ese mercado es similar al costo de capital exigible en Chile. La ventaja de este supuesto, es contar con una muestra aceptable de empresas y con los estados financieros y precios bursátiles disponibles. La desventaja es asumir que las condiciones financieras de Estados Unidos son similares a las de Chile (Benninga, 2008).

La tercera fase, definió la estructura de organizacional del proyecto, estimando los costos indirectos de producción, principalmente el asociado al recurso humano (Sapag, 2007). Para esto se consideró el esquema organizacional asociado al tamaño y tipo de explotación a estudiar (Pino *et al*, 2008).

La siguiente fase, propone ajustes metodológicos que incorporan características específicas del territorio, definido éste como el área local de trabajo del productor analizado, relevante para la valoración de un negocio de producción de biomasa. La metodología de trabajo se orientó a entrevistar en forma individual o grupal a expertos y actores relevantes del territorio, tales como: agentes públicos y privados, agentes de asociaciones comunales (como juntas de vecinos) y agentes provenientes del mundo científico, tanto académico como no académico, permitiendo obtener información relativa a costos de mano de obra, maquinaria, terreno, transporte, insumos y agua (Karremans, 1994).

En relación al cultivo, la fase específica, consistió en proponer aportes metodológicos capaces de organizar información del cultivo bioenergético, a partir de fichas técnicas, rendimientos, inversiones y otros aspectos importantes que permitieron recoger la mayor cantidad de detalles útiles para una valoración económica.

Las fichas técnicas, entregaron información sobre Jornada-Hombre (JH), Jornada-Máquina (JM), insumos y labores culturales que se realizan en el cultivo, tanto para la puesta en marcha como para el estado de operación. Respecto a rendimiento, la información se refirió al potencial productivo de la planta y a su curva de rendimiento, generando información en dos escenarios diferentes: en presencia y ausencia de riego, y éstos a su vez divididos en sus mínimos y máximos rendimientos (López *et al.*, 2005).

El resto del método considera componentes comunes de la metodología de formulación y evaluación de proyectos, tales como costos y precios de arriendo y/o ventas de terrenos, bodegas, viviendas, maquinarias, vehículos, equipos y sistemas de riego (Sapag, 2007).

La metodología también contempló el cálculo de indicadores financieros claves como valor actual neto y tasa interna de retorno, definidos a continuación:

- Valor actual neto: indicador medido en base al plan de negocio propuesto. En dichos planes se detallan costos fijos e inversiones a realizar de acuerdo a la definición de tres escenarios: pequeño, mediano y gran inversionista. Se calcula a través de la suma de flujos futuros actualizados a una tasa de descuento (Sapag, 2007), como lo describe la siguiente fórmula:

$$VAN_{(k)} = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad (3)$$

Donde:

F_t = flujos de caja en cada periodo t.

I_0 = valor del desembolso inicial de la inversión.

n = número de períodos considerado.

k = tasa de descuento utilizada. Si el proyecto no tiene riesgo, se tomará como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VAN se estimará si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico.

- Tasa interna de retorno: indicador medido en base al plan de negocio propuesto. De la misma manera que el indicador anterior, éste se calcula iterando la tasa de descuento hasta encontrar una tasa que haga el valor actual neto cero (Sapag, 2007). Su fórmula es la siguiente:

$$VAN_{(TIR)} = \sum_{t=1}^n \frac{F_{Ft}}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0 \quad (4)$$

Donde:

F_{Ft} = Flujo de Caja en el período t.

I_0 = valor del desembolso inicial de la inversión.

n = número de períodos considerado.

Finalmente, se efectuó una valoración con la metodología tradicional de evaluación de proyectos, utilizando los indicadores Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno (Sapag, 2007) y se comparó en un escenario incorporando la metodología del indicador VaR, en una sensibilización de escenarios.

Para lograrlo, se utilizó el método de simulación de Montecarlo, el cual simula los resultados que puede asumir el VAN del proyecto, a través de la asignación estocástica de un valor a cada variable pertinente del flujo de caja. La selección de valores aleatorios otorga la posibilidad de que, al aplicarlos repetidas veces a las variables relevantes, se obtengan suficientes resultados de prueba para que se aproxime a la forma de distribución estimada. Cada variable asume de forma individual valores estocásticos concordantes con una distribución de probabilidades propias para cada una de ellas. (Sapag, 2007).

Para la aplicación de este modelo, se utilizó el software CrystalBall.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aportes metodológicos para el estudio económico.

El estudio de la rentabilidad de una inversión busca determinar, con la mayor precisión posible, la cuantía de las inversiones, costos y beneficios de un proyecto, para posteriormente compararlos y determinar la conveniencia de emprenderlo. La primera etapa se conoce como formulación y preparación de proyectos, donde la formulación corresponde al proceso de definición o configuración del proyecto, mientras que la preparación es el proceso de cálculo y estructuración de los costos, inversiones y beneficios de la opción configurada. La segunda etapa corresponde a la evaluación económica del proyecto (Sapag, 2007).

- ESTIMACIÓN DE PRECIOS

El aporte metodológico propone realizar un análisis detallado de precios históricos, con el objetivo de utilizar dicha información para pronosticar el comportamiento de los precios en el futuro.

A continuación, se presenta un detalle paso a paso de la propuesta metodológica asociada al estudio y análisis de precios.

Paso 1: Definición de precios.

Los precios de aceites de origen vegetal fueron obtenidos desde desde la página de estadísticas de FAO (FAOSTAT). Para mayor detalle ver anexo I.

Paso 2: Selección de serie de precios.

Luego de descargar la serie de precios de los productos oleaginosos, correspondió utilizar únicamente aquellos que indicaban aceites de origen vegetal, descartando cualquier otro tipo de producto oleaginoso, ya que a partir del precio de los aceites vegetales se asociará un comportamiento futuro del precio del biocombustible.

Paso 3: Proyección de precios.

Para explicar un fenómeno económico en el tiempo es necesario reconocer patrones de comportamiento histórico, y utilizar el patrón de regularidad que presentan los datos (Gujarati, 2004).

Para construir un modelo de series de tiempo, se necesita solamente la información de una muestra de precios históricos, estimando posteriormente el comportamiento de los precios en los próximos años. Cabe destacar que este comportamiento no será capaz de prever eventos inesperados, sino que se basa la estimación en que las condiciones actuales se mantienen a lo largo del tiempo (Sapag, 2007).

La metodología que describió la proyección de los precios a largo plazo para los biocombustibles se desarrolló a través de un proceso de aplicación de técnicas econométricas y de simulación matemática, siendo cada una de ellas una etapa correspondiente al proceso de cálculo y explicadas a continuación (Benninga, 2008).

Aplicación de técnicas econométricas. El primer aporte consiste en la realización de un análisis econométrico de regresión lineal simple para determinar los coeficientes de regresión. Para asegurar que la variable se distribuya normal y sea estacionaria tenga reversion a la media (ambas condiciones necesarias para realizar modelos de serie de tiempo), se trabaja con retornos de precios históricos, los que son definidos como la diferencia logarítmica del precio en el año t y el precio en el año $t - 1$. (ver ecuación 3).

El modelo de serie de tiempo propuesto corresponde a un modelo autoregresivo de un grado (AR(1)) (Mills y Markelos, 2008).

$$r_{p(x)} = Ln_{p(x)} - Ln_{p(x)-1} \quad (5)$$

Donde:

- $r_{p(x)}$ = es el retorno del precio del año en estudio.
 $Ln_{p(x)}$ = es el logaritmo natural del precio del año de estudio.
 $Ln_{p(x)-1}$ = es el logaritmo natural del precio del año anterior al año de estudio.

Por otra parte, el cálculo del coeficiente de regresión, está dado por la fórmula siguiente:

$$\beta_2 = \frac{Cov(r_t, r_{t-1})}{Var(r_{t-1})} \quad (6)$$

Donde:

- r_t = retorno de los precios de los aceites vegetales en el periodo t .
 r_{t-1} = retorno de los precios del aceite vegetal en el período $t-1$, rezagado en un año.
 $Cov(r_t, r_{t-1})$ = la covarianza entre los retornos de los precios de los aceites vegetales en el periodo t , y el retorno de de los precios de los aceites vegetales en el periodo $t-1$, rezagados en un año.
 $Var(r_t)$ = la varianza de los retornos de los precios de los aceites vegetales en el periodo t .

El intercepto no es más que el valor que toma la variable dependiente cuando la variable independiente es igual a cero, corresponde a β_1 (Sapag, 2007) y está definida por la fórmula siguiente:

$$\beta_1 = \bar{Y} + \beta_2 * \bar{X} \quad (7)$$

Donde:

- \bar{Y} = promedio de los retornos de los precios históricos de los aceites de origen vegetal.
 β_2 = pendiente de la recta, definida en la fórmula anterior.
 \bar{X} = promedio de los retornos de los precios históricos de los aceites de origen vegetal, rezagados en un año.

Aplicación de técnicas de simulación matemática, Montecarlo.

Para plantear escenarios de alta incertidumbre, se utilizó el método de simulación de Montecarlo, el cual simula los resultados que puede asumir el VAN del proyecto, mediante la asignación aleatoria de un valor a cada variable pertinente del flujo de caja (Benninga, 2008).

Con los parámetros de la regresión estimados anteriormente para las variables que se obtuvieron en la presente investigación, se procedió a correr el modelo para diseñar una distribución de frecuencias para la variable explicativa. El modelo fijó una distribución de frecuencia a cada una de las variables explicativas de la ecuación obtenida en la modelación econométrica, asignándole a cada variable explicativa una distribución normal con una media igual al valor promedio obtenido desde los valores observados para el período de los últimos años (Benninga, 2008).

Con la combinación de las funciones de distribución de cada variable y los parámetros estimados a través del método econométrico, se obtuvo una serie de valores de precio con los cuales se construyó la función densidad de la misma. Ésta, posteriormente se utilizó para confeccionar intervalos de confianza para los precios de equilibrio de los biocombustibles (Benninga, 2008).

Lo anterior se logró a través de los siguientes pasos (Benninga, 2008):

1. Como punto de inicio se definieron las variables y objetivos del modelo a utilizar, para luego estimar la distribución de probabilidad que explica el comportamiento de los retornos anuales de los precios.
2. Se procedió a calcular las probabilidades acumuladas de cada uno de los retornos, para generar un número aleatorio, a través de la función “aleatorio” de EXCEL.

3. Se vinculó el número aleatorio con las variables cuya probabilidad acumulada fuese menor o igual al número aleatorio obtenido. Este proceso se debió repetir un elevado número de veces, hasta que se obtuvo el número deseado de valores definidos como espacio muestral.
4. Con las variables obtenidas, se realizaron las operaciones especificadas en el modelo.
5. Finalmente se analizó las funciones de distribución de las variables objetivo obtenidas con las operaciones indicadas, como herramienta para la toma de decisiones.

Los resultados de la simulación de Montecarlo para el presente estudio de caso, se presentan en el capítulo 5.

- ESTIMACIÓN DEL COSTO DE CAPITAL.

El segundo aporte metodológico consiste en estimar el costo promedio del capital de un negocio relacionado a la producción de biocombustibles, con el objetivo de establecer una tasa de descuento para el cálculo de los indicadores financieros del proyecto.

A continuación, se presenta un detalle paso a paso de la propuesta metodológica asociada a esta estimación, utilizando particularmente la metodología del cálculo del costo promedio ponderado del capital (WACC).

Paso 1: estimación de costos componentes del costo de capital.

Se recopiló la información sobre el coeficiente de regresión y su valor de mercado para cada empresa analizada. Los resultados son presentados en el capítulo final, sobre la aplicación de los aportes metodológicos propuestos.

Paso 2: recopilación de información sobre capital bursátil.

Se obtuvo la serie de precios semanales de las 5 empresas, New Gen Biofuels Inc., AE Biofuels Inc., Momentum Biofuels Inc., Kreidos Biofuels Inc. y Biofuels Power Inc.; se consideraron 108 semanas, comprendidas entre el 2 de Enero de 2009 y el 24 de enero de 2011. No se consideraron semanas anteriores para evitar el impacto que tuvo la crisis del año 2008.

Se obtuvo la serie histórica de precios del índice Standard & Poor's 500 (S&P 500), éste es uno de los índices bursátiles más importantes de Estados Unidos, y se le considera el más representativo de la situación real del mercado norteamericano. Al igual que en el caso anterior, se consideraron 108 semanas, comprendidas entre el 2 de Enero de 2009 y el 24 de enero de 2011.

Paso 3: cálculo de la rentabilidad exigida por el accionista.

Una vez obtenidas las series históricas de los precios, y calculado el coeficiente de regresión de la rentabilidad de las acciones de la empresa en el mercado, Beta, se calcula el costo de capital R_e , del año de estudio (Benninga, 2008), que se descompone en:

$$R_e = R_f + \beta * P \quad (8)$$

De la cual:

- R_f = retorno del activo libre de riesgo, dado por el rendimiento de los bonos del gobierno de los E.E.U.U. en un plazo a diez años.
- B = Beta de la acción, o bien el coeficiente de regresión de la rentabilidad de las acciones de la empresa en el mercado, el cual representa el riesgo sistemático de la empresa reflejando características tales como el sector en que la empresa actúa, mercado en el que se desenvuelve, etc. La relación entre la deuda de la empresa (D) y su capital propio (E) también interfiere en el Beta una vez que cuanto mayor la relación D/E mayor será el riesgo y consecuentemente mayor será el Beta.
- P = premio por el riesgo del mercado, el cual se define como la cantidad o porcentaje de rendimiento adicional que el inversionista aspira recibir por invertir en instrumentos de riesgos, a cambio de hacerlo en instrumentos libres de éste. La fórmula de P , queda detallada como sigue:

$$P = R_m - R_f \quad (9)$$

Donde:

- R_m = un 7% dado por la visión del experto Nicolás Magner y es referido al crecimiento del mercado de E.E.U.U.²
- R_f = el retorno del activo libre de riesgo, explicado en la fórmula anterior.

Paso 4: cálculo del costo de la deuda.

En primer lugar se obtiene la información para el año de estudio, y el año anterior. Desde el balance general se consiguen los datos referidos a deudas a largo plazo, y deudas a largo plazo circulante/corto plazo, siendo la suma de ambos la deuda total de la empresa. Además se necesita la caja y los equivalentes de caja junto con las inversiones a corto plazo, siendo la resta entre la deuda total y los dos anteriores, la deuda neta de la empresa (Benninga, 2008). La fórmula para la deuda neta es:

² Nicolás Magner, Ingeniero Agrónomo, Profesor Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, 2011, Chile. (Comunicación personal).

$$D_N = (D_{lp} + D_{lp/cp}) - (E_c + I_{cp}) \quad (10)$$

Donde:

D_N	= Deuda neta de la empresa.
D_{lp}	= Deudas a largo plazo de la empresa.
$D_{lp/cp}$	= Deudas a largo plazo circulante/corto plazo.
$D_T = D_{lp} + D_{lp/cp}$	= Deuda total de la empresa.
E_c	= Caja y equivalentes de caja de la empresa.
I_{cp}	= Inversiones a corto plazo.

Por otro lado, desde el estado de resultados se obtiene la información referida a los gastos de interés.

En segundo lugar se calcula el costo de la deuda Rd (Benninga, 2008), según la fórmula siguiente:

$$Rd = \frac{\text{Gastos de interés}}{\text{Promedio de la deuda neta de ambos años}} \quad (11)$$

En tercer lugar se estima el valor de mercado del patrimonio de la empresa, el valor de mercado de la deuda de la empresa y el valor de mercado total, que se definen a continuación (Benninga, 2008):

El valor de mercado del patrimonio de la empresa, E , se define como la resta entre el valor de mercado de los activos menos el valor de mercado de los pasivos. La cantidad se expresa a valores de mercado para determinar el costo de oportunidad del dinero invertido en la actividad.

El valor de mercado de la deuda de la empresa, D , se determina como la suma de la deuda en bonos que cotizan en bolsa y deuda mantenida en los libros.

El valor de mercado total, se establece como la suma los valores de mercado del patrimonio y de la deuda.

Finalmente, restaba calcular el promedio ponderado del costo de capital según la fórmula (6).

- ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS INDIRECTOS

Costos indirectos se refieren a todos aquellos que no participan activamente en la elaboración de un producto. De ésta manera son costos indirectos los gastos administrativos, de dirección, servicios básicos, ventas y distribución, depreciación, impuestos, seguros, financiación, rentas, contribuciones, mano de obra junto con materiales que no participan activamente en la elaboración de un producto, por mencionar los más importantes. Debido a su alto grado de diversidad y heterogeneidad se deben calcular aparte de los costos directos, ya que los costos indirectos no pueden ser adjudicados a una orden de trabajo o a una unidad de producto, por lo que deben ser absorbidos por la totalidad de la producción, y no por la venta del producto elaborado (Sapag, 2007).

Paso 1: construcción del organigrama.

Un organigrama, es la representación gráfica de la organización de la empresa, así como la interdependencia entre sus departamentos y servicios (Louffat, 2006). Esta herramienta tiene gran importancia, tanto para las empresas como para el exterior, ya que permite analizar la organización existente y detectar los defectos posibles en la asignación de funciones. Establece una jerarquía en forma clara, concreta y concisa, y permite una continua evaluación de la estructura empresarial, aprovechando los cambios existentes en la misma. (Pino *et al.*, 2008)

De acuerdo a la información obtenida, se determinó la necesidad de recursos humanos para el funcionamiento de la entidad analizada elaborándose un organigrama presentado en el capítulo 5.

Paso 2: Descripción de cargos.

Se definieron las características y necesidades de cada puesto de trabajo y el perfil de la persona a ocupar esos cargos. El cargo define las relaciones entre la persona que lo ocupa y los demás cargos de la organización (Louffat, 2006).

La descripción de cargos se realizó mediante el proceso de análisis de puesto, en el cual se identifican las tareas, responsabilidades, características y condiciones del puesto. En una segunda etapa se tomó en cuenta las habilidades, destrezas, educación, experiencia que debe poseer la persona que se desempeñe en un puesto determinado y finalmente, los requerimientos propios de la empresa. (Zelaya, 2006).

La descripción de cargos para la empresa analizada, se presenta en el capítulo 5.

Paso 3: uso de tabla de costos.

Se procedió a trabajar con la siguiente herramienta, denominada tabla de costos, que tuvo por objetivo establecer los cargos de manera esquematizada y definida. Esta herramienta, se adjunta en el apéndice I. Los cargos definidos en ella, son los que el organigrama refleja y se precisan acorde al tiempo que cada funcionario lleve en la empresa analizada, para así definir los costos asociados a cada empleado.

Aquellos ítems que pertenecen a los costos indirectos y que no pertenecen a los recursos humanos, son los referidos a gastos en arriendos, servicios básicos, mantenimiento de equipos, maquinarias y vehículos, gastos administrativos y costos de comercialización; los que se detallan a continuación (Sapag, 2007):

- Gasto en arriendos: se refiere al dinero transado en la cesión durante cierta cantidad de tiempo, previamente definida, de obras o servicios, a través de un contrato de arriendo, es decir, el precio que se paga por éstos.
- Gasto en servicios básicos: son aquellos en los cuales incurre la entidad analizada para el establecimiento y posterior mantenimiento de las obras de infraestructura necesarias para la vida diaria. Entre servicios básicos se encuentran el sistema de abastecimiento de agua potable, el sistema de alcantarillado de aguas servidas, el sistema de drenaje de aguas pluviales, el sistema de vías, el sistema de alumbrado público, la red de distribución de energía eléctrica, el servicio de recolección de residuos sólidos y finalmente el servicio de gas.
- Gastos en mantención de equipos, maquinaria y vehículos: son los gastos en los cuales incurre la empresa para mantener el equipo, la maquinaria, y los vehículos que son destinados a la producción, en cualquier nivel de ésta.
- Gastos administrativos: son aquellos gastos en los que incurre la empresa como los gastos generales de oficina, personal y créditos y cobranzas; éstos se individualizan o se controlan por cuentas separadas. Para mencionar algunos se citan seguros, honorarios profesionales, depreciación de edificios, maquinaria y equipos, amortización de deudas y/o gastos de organización, entre otros.
- Costos de comercialización: son los gastos relacionados con la preparación y almacenamiento de los artículos para la venta, la promoción de ventas, los gastos en que se incurre al realizar éstas, gastos de distribución y otros.

Aportes metodológicos para el estudio del territorio

El resultado económico final de cualquier proyecto o negocio depende directamente del territorio donde se inserta. Desde esta perspectiva, es importante considerar un estudio detallado y estructurado del territorio, con el objetivo de incorporar información relacionada a costos relevantes como mano de obra y personal, y para la identificación de riesgos relevantes para el desempeño del negocio.

El aporte metodológico propone paso a paso una metodología estructurada que permita obtener cifras relacionadas al territorio; costo de la mano de obra, sueldos, arriendos, etc.

Paso 1: recolección de datos.

Spiegel (1991) señala que para la recolección de datos, la metodología recomienda un muestreo por conveniencia y no representativo; esto significa que la elección es por métodos no aleatorios de una muestra cuyas características son similares a las de la población objetivo. Además aclara que se le llama muestra a una parte de la población a estudiar que sirve para representarla.

La principal ventaja de este tipo de muestreo, radica en que es un sistema de muestreo simplificado y de bajo costo, punto de vital importancia, ya que al evaluar un proyecto se desconoce en forma a priori si será favorable o no, lo que permite una aproximación a terreno de una manera fidedigna, sin necesidad de estar propiamente evaluando en el mismo (Hernández *et al.*, 2006).

Sin embargo, existen dos claras desventajas de este tipo de muestreos: en primer lugar, la representatividad es determinada por el investigador de modo subjetivo, impidiendo que se puede cuantificar la representatividad de la muestra. En segundo lugar, el investigador puede incluir individuos próximos a la media o no, sin representar necesariamente la variabilidad de la población, quedando subestimada (Hernández *et al.*, 2006). Pese a esto, lo que importa en estos casos es la representatividad de la mayoría de los actores relevantes para el estudio, no su número.

Paso 2: utilización de encuesta.

La encuesta permitió conocer características específicas del territorio que influían directamente en la evaluación económica, tales como disponibilidad y costos de factores productivos locales. Sapag (2007) clasifica a estos factores productivos en maquinaria, terreno, transporte, insumos y agua, junto con el valor del uso del suelo, referidos a costos definidos a partir de las actividades de producción y consumo que se desarrollan en él.

El instrumento propuesto (apéndice II), tiene preguntas preestablecidas; abiertas si las respuestas no son precodificadas en categorías, o cerradas cuando las categorías ya están definidas (Karremans, 1994). El objetivo de esta herramienta, fue obtener información relativa a disponibilidad y costos de mano de obra, relacionada a la actividad agrícola, que Karremans (1994) especifica en los siguientes niveles:

- Personal temporal de bajo nivel de calificación: Se refiere al personal con competencias en áreas generales del conocimiento, con educación básica incompleta, básica completa y media incompleta o media completa pero sin educación superior, que bajo supervisión general, desempeña funciones y cumple deberes y responsabilidades, de baja dificultad.
- Personal técnico profesional: Se refiere al personal con competencias en áreas específicas del conocimiento, con educación universitaria, técnica y/o profesional, que bajo supervisión general, desempeña funciones y cumple deberes y responsabilidades, de dificultad promedio y considerable.
- Personal profesional: Se refiere al personal con competencias en áreas específicas del conocimiento, con educación universitaria profesional, que bajo supervisión específica, desempeña funciones y cumple deberes y responsabilidades, de alta dificultad y considerable.

Paso 3: aplicación de la encuesta.

La metodología, propuso un protocolo de aplicación del instrumento de acuerdo a las siguientes características:

- Aplicación individual: esto corresponde a interrogar en forma personal a expertos o actores relevantes del territorio, tales como: agentes públicos y privados, agentes de asociaciones comunales (como juntas de vecinos) y agentes provenientes del mundo científico y académico (Karremans, 1994).
- Aplicación grupal: entrevista con un grupo focal, donde participen la misma categoría de agentes descritos anteriormente, pero a través de un grupo focal para desarrollar una verdadera participación de la población objeto dentro de sus actividades, conociendo las necesidades locales y a la vez reforzando la capacidad de los grupos de base de expresión y de toma de decisiones. La importancia de este tipo de entrevista grupal radica en que las necesidades no son necesariamente compartidas por toda la comunidad o por lo menos no son sentidas así, lo que vuelve imprescindible este tipo de reuniones para conocer las opiniones y los grupos divergentes (Karremans, 1994).

Paso 4: recolección de información secundaria.

Paralelo a la entrevista, se propuso la recolección de información de manera independiente, como complemento a la información ya obtenida, a través de métodos no estructurados, como consultas libres en diarios locales, instituciones gubernamentales, directamente con las empresas desarrolladas, entre otros medios (Karremans, 1994).

Es significativo señalar que la información obtenida fue específica de cada territorio, lo que permitió obtener mejor información tanto de los costos directos del cultivo como de sus probabilidades de éxito.

Paso 5: utilización de datos extraídos desde la entrevista.

Luego de recopilar todos los datos, éstos debieron ser ordenados y tabulados para su correcta utilización. El formato utilizado es el de archivo EXCEL, lo que permitió determinar los costos y/o ingresos dentro del estudio del territorio.

Aportes metodológicos para el estudio del cultivo

El análisis económico de cualquier negocio se basa directamente en el cultivo que se implementa. Considerando esto, es fundamental establecer un estudio minucioso y organizado, con el fin de concentrar la información vinculada a costos directos del cultivo, rendimientos y los diferentes niveles de inversión requerida para la correcta especificación de riesgos involucrados en el negocio.

El aporte metodológico propone paso a paso una metodología ordenada que permita obtener cifras relacionadas al cultivo; costo de jornada hombre, jornada máquina, rendimientos de los cultivos, etc.

Paso 1: estudio de factibilidad técnica.

Este estudio considera si la organización tiene el personal que posee la experiencia técnica requerida y la tecnología suficiente para diseñar, implementar, operar y mantener el sistema propuesto, siendo esencialmente dinámico, proyectando los costos y beneficios a lo largo del tiempo y expresándolos mediante un flujo de caja estructurado en función de criterios convencionales previamente establecidos, reduciendo la incertidumbre sobre algunas variables que condicionan el resultado en la medición de la rentabilidad de un proyecto (Sapag, 2007).

Paso 2: precisar el tipo de información a utilizar.

Se recomendó que la recolección de la información fuese de manera esquemática, en un orden previamente establecido. Se reunió la información referente a costos indirectos, costos directos, rendimientos e inversión. El instrumento que permitió la clasificación de la información obtenida consiste en un formulario dividido en tres secciones para completar, que permite extraer información relevante sobre el cultivo a evaluar, sin importar de cual se trate.

Los resultados obtenidos en este paso, se presentan en el capítulo 5.

- SECCION I: ESTIMACION DE COSTOS DIRECTOS.

Para la obtención de ésta, se establece la viabilidad técnica del cultivo determinando a través de una ficha técnica las principales labores ejecutadas en su producción. Para cada labor determinada se consideran las jornadas hombre (JH), jornadas máquina (JM), insumos y fechas de las labores propias del cultivo. Esta sección de la ficha está dividida en cuatro columnas que son definidas por (Sapag, 2007):

- a) Actividad: hace referencia a la labor especificada según sea el caso.
- b) Cantidad: indica el número de veces que se ejecuta la actividad.
- c) Precio unitario: establece el costo de esa actividad.
- d) Total: establece el total de dinero utilizado.

Además se encuentra dividida en diecisiete filas especificadas a continuación. En cuanto a la etapa referida al suelo, se consideran las labores de descepado (siempre que sea posible), subsolado, arado, rastraje, siembra directa o transplante dependiendo del cultivo, tipo(s) de propagación y épocas de siembra junto con marcos de plantación; cada una definida como sigue (FAO, 1994):

- a) Descepado: esta labor consiste en la destrucción e incorporación al suelo de los residuos de cultivos anteriores.
- b) Subsolado: se trata de fracturar el suelo hasta una profundidad de 60 cm. para destruir las capas compactadas o impermeables, mejorando la estructura del suelo y facilitando el movimiento de agua y aire dentro de éste.
- c) Arado: esta labor corresponde a fracturar y voltear el suelo hasta una profundidad entre los 30 y 40 cm. para favorecer la distribución de los agregados y el establecimiento de la cama de raíces.
- d) Rastraje: consiste en destruir los terrones generados en las labores anteriores para establecer la cama de semillas, garantizando el buen contacto entre el suelo y la semilla.
- e) Siembra directa o transplante: en el caso de siembra directa, la labor es el establecimiento de la semilla dentro del suelo; en el caso de transplante, se trata de la misma labor, pero en vez de usar semilla, se usa un plantín de 3 o 4 hojas verdaderas obtenida desde el almácigo.
- f) Tipo(s) de propagación: este punto se refiere a la forma en que la planta puede multiplicarse en condiciones de invernadero, siendo propagación reproductiva y vegetativa las formas habituales.
- g) Épocas de siembra y marcos de plantación: con épocas de siembra se describe el cuándo se debe sembrar la semilla del cultivo y con marcos de plantación, a las distancias sobre hilera y entre hilera que debe llevar cada semilla.

Para la etapa referida a fitosanidad se considera a plagas y enfermedades que afecten el cultivo establecido para la generación de biocombustibles, definiéndose de la siguiente forma (FAO, 1994):

- a) Control de plagas: labores ejecutadas por la mano de obra para esta actividad. Se considera plaga, en un contexto en el cual un animal produce daños económicos, normalmente físicos, a intereses de las personas como salud, plantas cultivadas, animales domésticos, materiales o medios naturales.
- b) Control de enfermedades: labores ejecutadas por la mano de obra para esta actividad. Bajo el mismo criterio anterior, la enfermedad no es el agente patógeno que la causa, sino la situación en la que un organismo vivo ocasiona alteraciones fisiológicas en otro, normalmente con síntomas visibles o daños económicos.

Para la etapa de ciclo vegetativo se consideran las labores de poda y fertilización, especificadas por (FAO, 1994):

- a) Poda: labor(es) ejecutada(s) por la mano de obra para esta actividad, que puede ser manual o mecanizada, definida como una técnica agrícola consistente en la supresión de cualquier parte de la planta que busca incrementar el rendimiento de ésta.
- b) Fertilización: labor(es) ejecutada(s) por la mano de obra para esta actividad, definida como el proceso a través del cual se abona el suelo añadiéndole sustancias naturales o sintéticas para aumentar su capacidad productiva.

Para la etapa de ciclo productivo se consideran floración, fructificación, desarrollo de frutos además de maduración, recolección/cosecha y semillas, explicadas de la siguiente manera (FAO, 1994):

- a) Labores en floración: trabajos por parte de la mano de obra en la etapa en la cual la planta pasa de una fase vegetativa a una reproductiva, con la aparición de una estructura nueva denominada flor.
- b) Labores en fructificación: trabajos por parte de la mano de obra en el momento en que la flor ha sido fecundada dando aparición al fruto de la planta.
- c) Labores en desarrollo de frutos y maduración: trabajos por parte de la mano de obra en el proceso por el cual el fruto sufre un crecimiento y pasa de un estado de inmadurez fisiológica a uno de madurez fisiológica, a través de una transformación química y física.
- d) Labores en recolección/cosecha: trabajos por parte de la mano de obra en el momento en el cual se recolectan los frutos desde la planta para su posterior utilización.
- e) Almacenaje de semillas: trabajos por parte de la mano de obra en la etapa de almacenamiento de las semillas, supervisando la calidad de éstas durante el tiempo que permanezca en bodega.

Finalmente se incorpora una sección definida como otras actividades, en la cual se considerará cualquier actividad no definida en los puntos anteriores.

- SECCION II: ESTIMACION DE INFORMACION DE RENDIMIENTOS.

Esta etapa consiste en un análisis del potencial productivo de la planta y el conocimiento de la curva de rendimiento del cultivo, preferiblemente considerando las diferencias entre el rendimiento con uso de riego y sin uso de riego (Connor *et al.*, 2002). La ficha, en este punto, se dividió en una columna, para la descripción de potencial productivo promedio de la planta, y en dos columnas, para la descripción de la curva de rendimiento del cultivo, debido a que es necesario especificar el comportamiento de la curva en dos niveles de producción diferentes, tanto con uso de riego, como sin uso de riego. Las definiciones de cada elemento dentro de las filas se describen a continuación:

- a) Potencial productivo promedio de la planta: es el volumen de producción promedio posible de alcanzar si se aprovechan al máximo la capacidad y los recursos disponibles, es decir, de la manera más eficiente y con el mínimo de costos (Connor *et al.*, 2002).
- b) Curva de rendimiento del cultivo: es la curva que relaciona el crecimiento del cultivo frente al contenido de un elemento determinado en la planta (Connor *et al.*, 2002). Para el caso del presente estudio no se hace referencia a un elemento en particular, sino al contenido de agua disponible en el suelo según la fase de crecimiento en la que se encuentre la planta, determinándose las diferencias en presencia de riego, y en ausencia de éste.

- SECCION III: ESTIMACION DE INVERSIONES

Para conocer las necesidades en inversión, se estableció una búsqueda de información referente a los activos fijos tangibles, tanto los no relacionados al cultivo de forma directa junto con aquellos si relacionados. Respecto a los primeros, este paso se refirió a aquellos como las instalaciones en obras físicas, equipamiento, maquinaria y sistema de riego utilizado por el cultivo. En cuanto a los segundos se consideran las inversiones específicas sobre el cultivo (Sapag, 2007).

La definición de activos fijos tangibles es para aquellos que posee una empresa para su uso en la producción o suministro de bienes y servicios, para arrendarlos a terceros o para propósitos administrativos. Se caracterizan por ser usados durante más de un periodo económico. El término tangible denota existencia física y se describe a continuación cada tipo de activos fijos que figuran en la lista (Sapag, 2007):

- a) Activos fijos tangibles no relacionados directamente: abarca, por una parte, a todas las instalaciones físicas como terrenos, bodegas y viviendas y por otra parte, a todo tipo de maquinarias, vehículos, herramientas, muebles y enseres, equipos y sistemas de riego.

- b) Activos fijos tangibles relacionados directamente: entran en esta categoría todas las inversiones efectuadas en el cultivo, además de cualquier otra inversión no contemplada en los puntos anteriores.

La ficha técnica se divide en cinco columnas para activos fijos tangibles no relacionados con el cultivo. En el caso de las instalaciones se describen las presentes (Sapag, 2007):

- a) Descripción: corresponde a una reseña en detalle sobre el activo fijo tangible listado en esta sección de la ficha.
- b) $\$/m^2$: se refiere al precio por cada metro cuadrado calculado que resultará en la construcción del bien determinado.
- c) Cantidad: describe el número de unidades que se utilizarán
- d) Vida útil: es la duración estimada en años que un objeto puede tener cumpliendo de manera adecuada la función para la cual ha sido diseñado.
- e) Total: establece el total del dinero utilizado.

En el caso de maquinarias, equipos y sistemas de riego, se divide en 5 columnas de igual manera que la anterior, con la única salvedad que en vez de estar el ítem $\$/m^2$ se encuentra el ítem valor, el cual se describe a continuación (Sapag, 2007):

- a) Valor: es el valor monetario del bien listado.

Para activos fijos tangibles relacionados directamente, se divide en las mismas columnas que la parte anterior, exceptuando el ítem vida útil, que no se encuentra presente.

Paso 3: utilización de datos obtenidos a partir de los puntos anteriores.

En este capítulo se evaluaron todas las opciones encontradas en los puntos anteriores, analizando todas las alternativas que resultaron de combinar las diversas opciones técnicas, financieras, de rendimientos y viabilidad, para determinar todos los costos y/o ingresos en el archivo EXCEL adjunto. La información en su conjunto se recolectó en una herramienta que se adjunta en el Apéndice III.

Medición de riesgo utilizando la metodología del Value at Risk y simulaciones estocásticas.

La incorporación del VaR se efectuó manejando la variable precio de materias primas. Los valores obtenidos permitieron identificar cual fue la máxima pérdida, dado un nivel de confianza, que se pudo generar como consecuencia de la evolución de los mercados y en función de la estructura de riesgo (Benninga, 2008).

Para definir el proceso estocástico del precio de los aceites de origen vegetal, el supuesto principal fue aceptar que en promedio, éstos precios durante una serie larga de tiempo se distribuyeron en forma lognormal. Una vez aceptada esta idea, fue posible definir un proceso de difusión geométrica para simular los precios de los aceites de origen vegetal y biocombustibles. Suponiendo que S_t es el precio de éstos últimos en el momento t . La distribución lognormal asumió que el logaritmo natural de los retornos de los periodos t y $t + dt$ estaban normalmente distribuidos con media μ y distribución estándar σ . Esto permitió denotar la tasa de retorno dentro del intervalo dt como rd_t (Benninga, 2008). Luego se pudo escribir:

$$\frac{S_{t+dt}}{S_t} = \exp[\mu dt + \sigma Z \sqrt{dt}] \quad (12)$$

Siendo la variable Z normal distribuida entre 0 y 1.

Ahora que fue posible generar infinitas series de precios simulando su trayectoria futura, fue posible valorar infinitas veces el negocio de biocombustibles (asumiendo una correlación entre el precio de los aceites de origen vegetal y el precio del biocombustible) de tal forma de obtener infinitos valores actuales netos distribuidos en forma normal (figura 2).

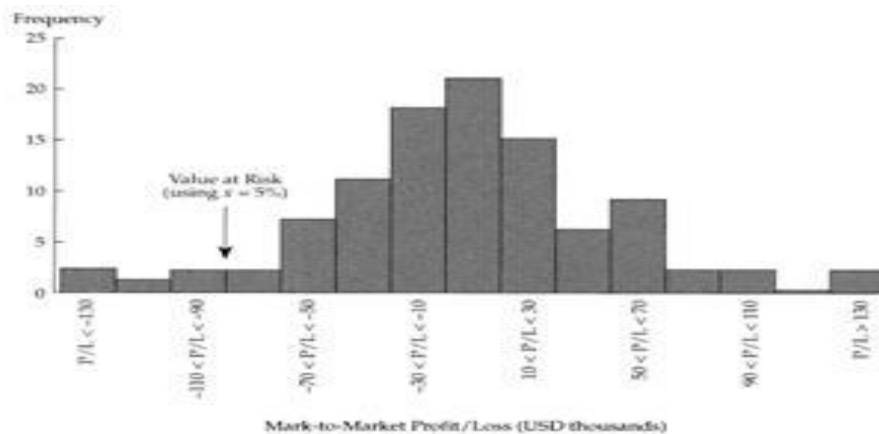


Figura 2. Histograma de las ganancias y pérdidas diarias del valor de mercado hipotéticas de un contrato a plazo (forward).

Fuente: Benninga, 2008.

Una vez calculada la distribución de probabilidades del negocio de producción de biocombustibles, la aplicación del concepto VaR resultó sencilla utilizando la siguiente fórmula (Jorion, 2006).

$$VAR(95\%) = - \left[E(VPN(\alpha)) - 1.65 * \sqrt{V(VPN(\alpha))} \right] \quad (13)$$

Donde VAR (95%) fue la máxima pérdida considerando un 95% de confianza estadística, E (VPN (α)) es la esperanza del valor presente neto del negocio, y V (VPN (α)) es la varianza del valor presente neto del negocio.

Los resultados expresados por los indicadores VAN, TIR y VaR se enuncian en el capítulo siguiente.

Implementación de la metodología propuesta a través del desarrollo de un estudio de casos, *Jatropha curcas* L., en la provincia de Ovale.

En el presente paso se realizó un caso de estudio con *Jatropha curcas* L., en la provincia de Ovale. A través de las técnicas propuestas en los pasos anteriores, fue posible realizar una valoración económica sistemática que puso en relevancia aspectos distintivos de este tipo de negocio como lo es el alto riesgo relacionado al precio de energías commodity y el alto componente innovador.

Para validar la propuesta metodología se utiliza un estudio de caso el cual consideró un predio de pequeño tamaño, con una superficie de 30 hectáreas; esto significó que la producción fue a escala local, sin grandes niveles de inversión ni mano de obra.

Por otra parte, la estructura orgánica de la empresa es pequeña, con un encargado que hace las funciones de administrador el cual puede ser un técnico agrícola. Posteriormente, al año 4 del periodo de estudio se integran una secretaria y un jefe de producción y calidad, para liberar de carga laboral al administrador; esto ocurre al año 4 debido a que desde este periodo en adelante la producción aumenta y se regulariza. Además se encuentra presente durante todos los años un administrativo contable que se encarga de los trámites de contaduría y las auditorías respectivas.

Los gastos en arriendo de terreno y bodegas, al igual que los costos de comercialización, no se consideran, ya que el modelo de negocio consiste en cultivar las plantas para la obtención de semillas y su posterior comercialización dentro del predio. Posteriormente el comprador de la semilla es quién se dirige al campo, permitiendo que el productor ahorre en conceptos de promoción y/o publicidad, al igual que almacenaje y distribución.

Se contrata mano de obra temporal en la época del año que sea requerida, evitando contratar un número alto de personal de planta.

Finalmente, debido a que ya existe un terreno cultivable, y la mayor parte de la infraestructura necesaria para el funcionamiento del campo ya existe, el nivel de inversión inicial es bajo, siendo necesario invertir en el sistema de riego únicamente.

Capítulo 1, estudio económico.

En cuanto al capítulo referido al estudio económico, éste se dividió en tres partes, definidas como estimación de precios, estimación del costo de capital y estimación de los costos indirectos.

Estimación de precios por técnicas econométricas.

Para la estimación del precio se utilizó como base la serie histórica del precio del aceite de origen vegetal extraído desde la página de internet FAOSTAT. Para este punto cabe mencionar que el evaluador debe ingresar la serie histórica que considere más atinente al cultivo en evaluación.

Estimación de precios por técnicas de simulación.

Se aplicó un método de simulación matemático para corroborar la estimación econométrica, ambos explicados en el capítulo 1, paso 3. El precio del año a estudiar, utilizó como base el precio del año 2010 que fue de US\$ 1.329 por galón, y se le adicionó una cierta cantidad basada en los retornos, que será la variación calculada para los próximos años.

La proyección se inició desde el año 2011 en adelante con un precio para ese año correspondiente a US\$ 1.371 por galón, manteniendo un alza sostenida hasta el final del periodo de estimación, finalizando ésta en un valor de US\$ 1.797 por galón, para el año 2020.

El retorno de los precios se calculó por la fórmula siguiente:

$$r_s = (S_0 * \bar{X} * T) + (\sigma * S_0 * \sqrt{T} * Z), \text{ con } Z \sim N(0,1) \quad (14)$$

Donde:

- r_s = es el retorno del precio analizado.
- S_0 = al precio del año base, en este caso el año 2010.
- \bar{X} = promedio de los retornos.
- T = el periodo de tiempo de la proyección, en este caso 1 año (T=1).
- σ = es la desviación estándar de los retornos.
- Z = número de distribuciones a generar.

Los supuestos de la simulación deben cumplir 3 propiedades (Benninga, 2008):

- Existe una sucesión de variables aleatorias.
- Existe una distribución de probabilidad determinada.
- Se debe calcular una media matemática condicionada.

Considerando lo anterior, el supuesto de la simulación fue que los retornos de los precios se distribuyen en forma normal con media y desviación estándar histórica (Benninga, 2008).

En la Figura 3, se presenta el gráfico de la proyección de los precios estimados.

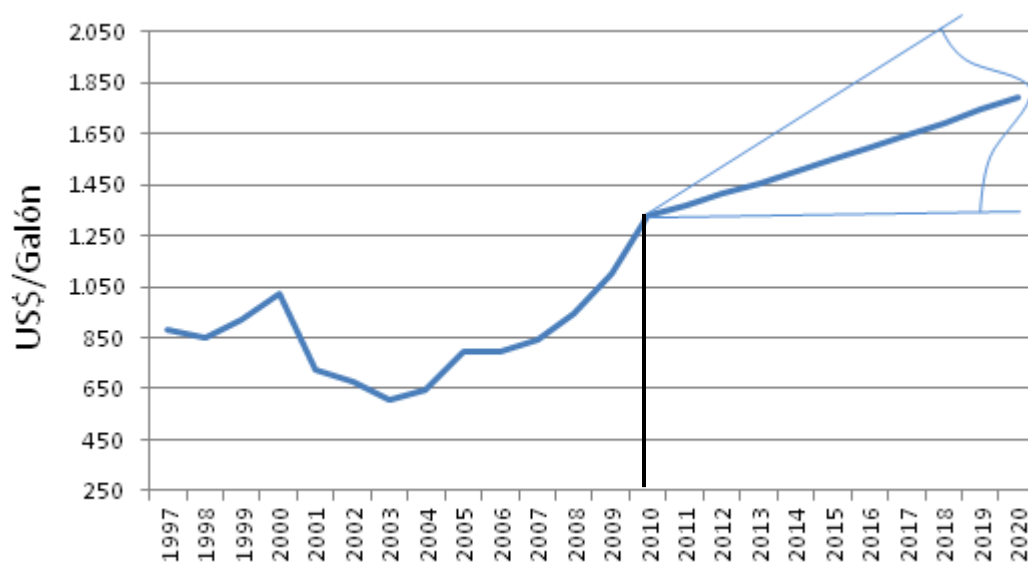


Figura 3. Proyección de los precios estimados para el galón de biocombustible en el periodo 2011-2020.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos para cada año, se muestran en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Precios proyectados, en US\$/galón, y sus retornos, para el periodo 2011 – 2020.

Año de la proyección	Precios proyectados	Retorno calculado para cada año
2011	1.371	0,031
2012	1.412	0,030
2013	1.456	0,030
2014	1.500	0,030
2015	1.546	0,030
2016	1.593	0,030
2017	1.642	0,030
2018	1.692	0,030
2019	1.744	0,030
2020	1.797	0,030

Calculo del WACC.

Las 5 empresas analizadas relacionadas con el cultivo y la generación de energía proveniente de biomasa, pertenecen al mercado estadounidense, las cuales son: New Gen Biofuels Inc., AE Biofuels Inc., Momentum Biofuels Inc., Kreidos Biofuels Inc. y Biofuels Power Inc. Los datos específicos para cada una de las 5 empresas se presentan en el Cuadro 2:

Cuadro 2. Valores calculados de beta de mercado (β), costo de capital (R_e), costo de la deuda (R_d) y promedio ponderado de los costos de capital (WACC), para las cinco empresas analizadas.

Firmas	B	R_e	R_d	WACC
New gen biofuels Inc.	0,112	3,78%	52,16%	3,78%
AE Biofuels Inc.	0,341	4,61%	19,88%	4,62%
Momentum Biofuels Inc.	0,112	3,78%	76,68%	3,78%
Kreidos Biofuels Inc.	0,112	3,78%	52,16%	3,78%
Biofuels Power Inc.	0,526	5,28%	4,87%	5,28%

Fuente: Elaboración propia.

El valor promedio del WACC correspondió a 4,25%. La relevancia de este número radica en que este valor será la tasa de descuento utilizada en el cálculo de los indicadores financieros y los flujos de caja, en el capítulo 5.

Organigrama.

Finalmente para el capítulo 1, respecto a la estimación de los costos indirectos se diseñó un organigrama de la empresa estudiada, el cual se presenta en la Figura 4:

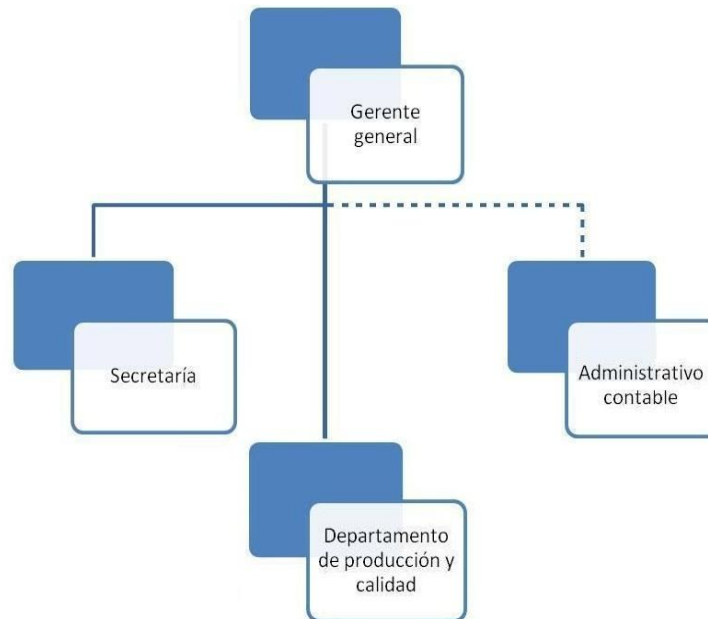


Figura 4. Organigrama de la empresa utilizada para el modelo de negocio.
Fuente: Elaboración propia.

Descripción de cargos.

Gerente general: se refiere a cualquier ejecutivo que tenga la responsabilidad de administrar los ingresos y los costos de una empresa, velando por las operaciones de ésta en el corto y largo plazo, liderando y coordinando las funciones de planificación estratégica. Para este caso de estudio, el gerente general será el mismo que el administrador del campo de 30 hectáreas. Entre sus funciones pueden estar (Cárcamo, 1968):

- Designar cargos y puestos, evaluando periódicamente el cumplimiento de las funciones de los diferentes departamentos.
- Planear y desarrollar metas a corto y largo plazo junto con objetivos anuales, entregando proyecciones de dichas metas a sus superiores y pares.
- Coordinar con las oficinas administrativas para asegurar que los registros y sus análisis se están ejecutando correctamente.
- Crear y mantener buenas relaciones verticalmente hacia arriba y hacia abajo, con clientes, proveedores y cada integrante de la empresa.

El sueldo de este cargo corresponde a un funcionario que tiene estudio de carácter técnico, siendo éste para la zona de \$412.500 como promedio mensual, y un valor anual de \$4.950.000.

Secretaria: está orientada a realizar actividades primordiales de oficina, gestionando el tiempo del directivo al que asiste para que éste aborde solo problemas concernientes a la toma de decisiones. Sus funciones principales son (Cárcamo, 1968):

- Tramitar correspondencia y documentos relacionados a la empresa, al igual que organizar el archivo de éstos.
- Informar sobre todo lo referente al departamento del que depende, estando al día de la tramitación de expedientes y teniendo actualizada la agenda telefónica, de direcciones y reuniones.
- Manejar amplios conocimientos en protocolo institucional y empresarial.

El sueldo de este cargo corresponde a un funcionario que tiene estudio de carácter técnico, siendo éste para la zona de \$250.000 como promedio mensual, y un valor anual de \$3.000.000.

Jefe de producción y calidad: se preocupa de diseñar métodos para mejorar los procesos productivos con el fin de mejorar la relación entre producto e insumos, alcanzando una mayor competitividad y relacionando ambas variables al aumentar los volúmenes producidos sin que se vean mermados en su calidad (Cárcamo, 1968). Como el presente estudio de caso trata sobre un campo de menor escala, este cargo lo ocupa una persona con estudios técnicos, quién será la misma encargada de las labores de campo, siendo su sueldo para la zona de \$350.000 como promedio mensual, y un valor anual de \$4.200.000

Administrativo contable: este cargo lo ejerce aquella persona que proporciona informes basados en la técnica contable, ayudando a la administración y creación de políticas para la planeación y control de las funciones de una empresa. Se ocupa de la comparación cuantitativa de lo realizado con lo planeado, analizando por áreas de responsabilidad. Sus funciones incluyen todos los procedimientos contables e informaciones existentes, para evaluar la eficiencia de cada área (Cárcamo, 1968). El sueldo de este cargo corresponde a un funcionario que tiene estudio de carácter profesional dedicado a éstas labores y cabe mencionar que es variable en la zona de estudio, siendo de \$100.000 el promedio utilizado para el trabajo correspondiente a 8 horas de asistencia por un día, cercano al cierre de mes, en la zona de estudio, para este modelo de negocio, y de \$1.200.000 el promedio anual, para la zona, en este modelo de negocio.

Para el modelo de negocio del presente estudio, se considera que el administrador del predio, durante los tres primeros años, ejerce las labores de los otros cargos restantes, debido a que en los dos primeros años, el cultivo no genera rentabilidades, o bien al tercer año es muy baja la rentabilidad.

Por lo mismo, el gerente general es capaz de cubrir las actividades de los otros puestos durante los años anteriormente mencionados, salvo las actividades de la mano de obra, que contrata de manera temporal para las labores que la solicitan. Como la actividad del campo aumenta desde el cuarto año en adelante, se vuelve imprescindible contratar a un mayor

número de personal de planta, para poder liberar de carga laboral al administrador, que se encargará exclusivamente de la actividad financiera del predio, dejando la producción al jefe de producción y calidad y las labores administrativas a la secretaria.

El Cuadro 3 muestra los costos indirectos asociados al recurso humano, para los 4 primeros años:

Cuadro 3. Costos indirectos asociados al recurso humano, para los 4 primeros años.

Costos Indirectos	año 1	año 2	año 3	año 4
Gerente General	4.950.000	4.950.000	4.950.000	4.950.000
Secretaria de gerencia	-	-	-	3.000.000
Jefe de producción y calidad	-	-	-	4.200.000
Administrativo contable	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
Total costo indirecto R.R.H.H.	6.150.000	6.150.000	6.150.000	13.350.000

Fuente: Elaboración propia.

Los gastos propios en los que incurre la empresa para su funcionamiento ya han sido definidos en el capítulo 1, que para el presente estudio de caso son los siguientes:

Gasto en servicios básicos: en general este ítem cubre el pago de servicios de agua, luz, gas y teléfono, tanto red fija como celular con plan para el administrador. En cuanto al teléfono celular, cuenta con un plan de 800 minutos a red fija y 200 minutos a otras compañías por \$22.000 con IVA; para el resto de los servicios, el gasto general es de una cifra aproximada a \$100.000 mensual, obteniéndose un valor total anual por \$1.200.000.

Gastos en mantención y/o arriendos de equipos, maquinaria y vehículos: corresponde al arriendo y mantención de los vehículos menores destinados a labores administrativas. Tanto para el año cero, como para el resto de años de producción de *Jatropha*, resulta un valor anual de \$28.438.

Gastos administrativos: se considera en este concepto un gasto mensual de \$100.000, lo que deriva en un gasto anual de \$1.200.000.

El Cuadro 4 muestra los costos indirectos asociados al funcionamiento de la empresa, para todos los años:

Cuadro 4. Costos indirectos de la empresa para su funcionamiento, en pesos.

Costos Indirectos	Valor
Servicios básicos	1.200.000
Gastos en mantención y/o arriendo de equipos, maquinarias y vehículos	28.438
Gastos administrativos	1.200.000
Total costo indirecto para funcionamiento	2.428.438

Fuente: Elaboración propia

El total de los costos indirectos anuales se presenta en el Cuadro 5, en el cual se pueden ver la evolución de estos costos para los años 1, 2, 3 y 4 de la empresa estudiada. La información proporcionada puede verse con mayor detalle en el apéndice I, sección 2, referente a costos indirectos de la empresa. Cabe mencionar, que desde el año 4 en adelante los costos indirectos se mantienen para el resto de los años de estudio.

Es importante señalar que el organigrama de la empresa va evolucionando acorde pasa el tiempo y aumenta en tamaño y número, pero la estructura básica se mantiene.

Cuadro 5. Costos indirectos totales anuales.

Costos Indirectos	año 1	año 2	año 3	año 4
Gerente General	4.950.000	4.950.000	4.950.000	4.950.000
Secretaria de gerencia	-	-	-	3.000.000
Jefe de producción y calidad	-	-	-	4.200.000
Administrativo contable	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
Servicios básicos	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
Gastos en mantención y/o arriendo de equipos, maquinarias y vehículos	28.438	28.438	28.438	28.438
Gastos administrativos	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Costos indirectos anuales totales	8.378.438	8.378.438	8.378.438	15.578.438

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 2, estudio del territorio.

Se definió como territorio a la zona de en la cual se inserta el estudio de caso, comprendida por la unidad territorial, político administrativa, definida como provincia. Para la zona se obtuvieron los valores definidos en los pasos anteriores, además de precios de terrenos, costos de transporte y costos de derechos de agua.

La información obtenida a través de la aplicación de la encuesta se adjunta detalladamente en los apéndices correspondientes a estudio del territorio (apéndices II y III). Cabe mencionar que los datos corresponden principalmente a los costos directos relacionados al cultivo.

Estos valores se consideraron relevantes al momento de determinar la valoración económica, debido a que reflejaron la situación actual en la cual se encuentra inserto el predio en estudio, dejando en evidencia los costos a los cuales se ve enfrentando el agricultor. No se consideran precios bajos, ni significan una ventaja para el agricultor, debido a su alto precio, el cual se ve explicado porque los recursos humanos se destinan a otras actividades que les generan mayor rentabilidad, como la minería, o bien, las empresas agrícolas de mayor tamaño en la zona son capaces de absorber mejor los costos debido a sus economías de escala.

Capítulo 3, estudio del cultivo.

La información se recolecta de manera indirecta y los resultados se expresan en el apéndice V, para el año uno, dos, tres y cuatro. Para los años posteriores, no se efectúa el cálculo debido a que la situación no varía desde el año 4 en adelante.

Las inversiones requeridas para implementar 30 hectáreas de cultivo, no incluyeron inversiones en obras de infraestructuras como bodegas y oficina, pues el predio ya posee dicha infraestructura y aun existe capacidad no utilizada capaz de soportar la demanda del proyecto. En cuanto a las inversiones necesarias tales como preparaciones de suelo, plantas, labores en la plantación, necesidades de mano de obra en general y sistemas de riego, se definió un presupuesto que asciende a los \$85.677.090 pesos chilenos para las 30 hectáreas. (Ver detalles en el Apéndice VI).

La estimación de los costos directos para cada hectárea en un año, incluyen uso de maquinarias, el pago de sueldos a la mano de obra, y el uso de insumos, entre otros. En el caso de la *Jatropha*, se estima que este cultivo pudiese utilizar del orden de 45 jornadas hombres por hectárea al año. Desde el año cuatro en adelante los costos directos se mantienen constantes en el tiempo. El detalle de las fichas técnicas, para cada año de trabajo se incluye en el apéndice V. Los costos directos anuales, para las 30 hectáreas, se muestran en el Cuadro 6, y para cada hectárea, se presentan en el Cuadro 7:

Cuadro 6. Costos directos anuales totales.

	año 1	año 2	año 3	año 4
Total de costos directos anuales	5.248.778	6.089.228	8.761.418	11.409.338

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7. Costos directos anuales por cada hectárea.

	año 1	año 2	año 3	año 4
Total de costos directos anuales por cada hectárea	174.959	202.974	292.047	380.311

Fuente: Elaboración propia.

En presencia de un manejo agronómico adecuado, esto es con riego y fertilización, la *Jatropha* tiene un amplio rango productivo. La cantidad de semillas por hectárea varía entre 1000 Kg/ha para plantas jóvenes y hasta 8.000 Kg/ha en plantas maduras, dependiendo de la zona climática. Se consideran maduras y en plena capacidad productiva, plantas que ya han alcanzado como mínimo, los 5 años de edad (Kingswood, 2010).

Para la zona de estudio, el valor es aproximadamente de 3.125 Kg/ha en plantas que no se encuentran completamente maduras y con riego disponible. En cuanto al contenido de aceite de las semillas, estimado en aproximadamente 25% del peso con una varianza amplia (Heller, 1996), las semillas obtenidas en la zona de estudio entregaron un valor de 781,25 Kg de aceite/ha aproximadamente como valor promedio, extraídos con prensas mecánicas sencillas en condiciones rurales (Sayyar *et al.*, 2009). Considerando el total de hectáreas productivas, la cantidad de semillas para las 30 hectáreas corresponde a 93,750 toneladas, y el contenido de aceite es de 23,437 toneladas.

Considerando un peso de aproximadamente 700 gr por 1000 semillas (Heller, 1996), el cultivo presentó curvas de rendimiento mínimas y máximas en dos escenarios diferentes, en presencia y ausencia de riego, las cuales se establecen como sigue, en el Cuadro 8:

Cuadro 8. Curva de rendimiento de *Jatropha curcas* L., presentando los potenciales productivos promedio en situación con riego (CR), sin riego (SR) y los mínimos (Mín.) y máximos (Máx.) rendimientos esperados en cada caso.

CR		SR	
Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
3.570 semillas/ha.	5.350 semillas/ha.	1.140 semillas/ha.	2.140 semillas/ha.
2.500 Kg./ha.	3.750 Kg./ha.	800 Kg./ha.	1.500 Kg./ha.

Estimaciones futuras indican que después de 5 años de crecimiento, cuando las plantas hayan alcanzado la madurez fisiológica, la cantidad de semillas debería corresponder a las de un cultivo en presencia de riego con capacidad productiva máxima. Considerando un proceso de extracción con hexano, que debe extraer un 100% del aceite disponible, y asumiendo un contenido de aceite de 30% del peso de la semilla, el rendimiento de aceite debería ser de 1.125 Kg/ha. Por supuesto, esto ocurrirá siempre y cuando se trate de un cultivo fertilizado, cuyas necesidades de agua hayan sido satisfechas, y que se encuentre en una zona libre de fuertes heladas (Achten, 2009).

Inversiones.

Posteriormente el ítem inversión inicial requerida, para implementar las 30 hectáreas de cultivo, no incluye las inversiones en obras de infraestructuras como bodegas y oficina por las razones expuestas al comienzo de este capítulo. El modelo de negocio para este caso considera que el administrador del predio ya cuenta con vehículo propio, por lo cual no se considera parte de las necesidades de inversión. Respecto a maquinarias genéricas como tractores o arados no resulta conveniente comprar, sino arrendar debido a los precios de mercado en la zona. El arriendo o compra de suelo no es necesario ya que el predio cuenta con terreno propio, en este modelo de negocio.

Las inversiones que si se consideran son las básicas que se necesitan para el año cero, como preparaciones de suelo, plantas y/o semillas, labores en la plantación, necesidades de mano de obra en general y sistemas de riego. Las cifras son presentadas con detalle en el apéndice VI. En este sentido, el cultivo requiere una inversión de \$85.677.090 millones de pesos chilenos para las 30 hectáreas.

Cálculo de indicadores financieros.

Antes de presentar los resultados de los indicadores financieros, es necesario hacer ciertos alcances debido al modelo de negocio del predio evaluado:

- El proyecto no considera valor de desecho por tratarse de un negocio secundario a la actividad agrícola, que utiliza suelos marginales del predio; por lo mismo no es posible vender el negocio, al final de los años de evaluación del proyecto
- El ingreso bruto es medido gracias al nivel del rendimiento del cultivo. En el presente estudio se considera un escenario con agricultura en presencia de riego disponible y con un rendimiento promedio por parte del cultivo. Los ingresos brutos del proyecto bordean los 1,35 millones de pesos chilenos por hectárea.

- El margen bruto por hectárea considera el beneficio bruto conseguido por hectárea luego de un período de cultivo. En este caso, el margen bruto se calculó a partir de la diferencia entre ingreso total y la suma de los costos directos más los costos indirectos por hectárea. El cultivo de *Jatropha* bordea un valor por hectárea de \$799.000 como margen bruto.
- La tasa de descuento utilizada en el flujo de caja de la empresa, será el promedio ponderado de los WACC`s calculados. Para este estudio correspondió a un valor de 4,25%

El flujo de caja, correspondiente a 30 hectáreas del cultivo, se presenta en el Cuadro 9.

Sus indicadores financieros, VAN y TIR, se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 9. Flujo de caja para una plantación de *Jatropha curcas* L.en la ciudad de Ovalle, considerando el año 2010 como año cero.

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos por venta		0	0	40.524.414	109.617.361	138.965.636	140.932.519	142.926.358	144.948.235	146.998.683	149.078.129
Costos directos		-5.248.778	-6.089.228	-8.761.418	-11.409.338	-11.409.338	-11.409.338	-11.409.338	-11.409.338	-11.409.338	-11.409.338
Costos indirectos		-8.378.438	-8.378.438	-8.378.438	-15.578.438	-15.578.438	-15.578.438	-15.578.438	-15.578.438	-15.578.438	-15.578.438
Depreciaciones		-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000
U.A.I.		-25.627.216	-26.467.666	11.384.559	70.629.585	99.977.860	101.944.744	103.938.582	105.960.460	108.010.907	110.090.354
Impuesto (17%)		0	0	1.935.375	12.007.029	16.996.236	17.330.606	17.669.559	18.013.278	18.361.854	18.715.360
U.D.I.		-25.627.216	-26.467.666	9.449.184	58.622.556	82.981.624	84.614.137	86.269.023	87.947.182	89.649.053	91.374.994
Depreciaciones		12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000
Inversiones	-85.677.090										
Capital de trabajo	-28.094.881										
Recuperación del capital de trabajo											28.094.881
Flujo	-113.771.971	-13.627.216	-14.467.666	21.449.184	70.622.556	94.981.624	96.614.137	98.269.023	99.947.182	101.649.053	131.469.875

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 10. Indicadores Financieros (VAN, TIR) para el flujo de caja con para una plantación de *Jatropha curcas* en la ciudad de Ovalle.

Indicador Financiero	Valor
VAN (4,25%)	\$376.632.846
TIR	29,02%

Fuente: Elaboración Propia.

Capítulo 4, medición del riesgo.

La medición del riesgo se realizó a través de la sensibilización de escenarios, utilizando el método de Montecarlo a través del software Crystal Ball, con un millón de iteraciones, estableciendo el supuesto de que la distribución de los precios fue de forma normal, con una media de 0 y una desviación estándar de 1, para realizar un pronóstico de los distintos VAN del proyecto.

Se calculó el riesgo con la herramienta VaR. Se utilizó la proyección de precios ejecutada en el capítulo 1, estimación de precios, a través de técnicas econométricas y simulación.

Se estableció 1.000.000 de pronósticos de precio, para generar el mismo número de flujos de caja distintos, y a su vez considerar el VAN y la TIR promedios, asumiendo esos nuevos indicadores al momento de medir la rentabilidad del negocio.

Se generó un nuevo flujo de caja con un nuevo VAN y una nueva TIR. Este flujo de caja se presenta en el Cuadro 11 y los nuevos indicadores en el Cuadro 12.

Cuadro 11. Nuevo flujo de caja para una plantación de *Jatropha curcas* L.en la ciudad de Ovalle, considerando el año 2010 como año cero, e incorporando el riesgo en la medición.

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos por venta		0	0	40.936.265	112.499.294	144.921.450	149.350.104	153.914.094	158.617.555	163.464.750	168.460.069
Costos directos		-5.248.778	-6.089.228	-8.761.418	-11.409.338	-11.409.338	-11.409.338	-11.409.338	-11.409.338	-11.409.338	-11.409.338
Costos indirectos		-8.378.438	-8.378.438	-8.378.438	-15.578.438	-15.578.438	-15.578.438	-15.578.438	-15.578.438	-15.578.438	-15.578.438
Depreciaciones		-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000	-12.000.000
U.A.I.		-25.627.216	-26.467.666	11.796.409	73.511.518	105.933.674	110.362.329	114.926.319	119.629.780	124.476.974	129.472.294
Impuesto (17%)		-	-	2.005.390	12.496.958	18.008.725	18.761.596	19.537.474	20.337.063	21.161.086	22.010.290
U.D.I.		-25.627.216	-26.467.666	9.791.020	61.014.560	87.924.950	91.600.733	95.388.845	99.292.717	103.315.888	107.462.004
Depreciaciones		12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000
Inversiones	-85.677.090										
Capital de trabajo	-28.094.881										
Recuperación del capital de trabajo											28.094.881
Flujo	-113.771.971	-13.627.216	-14.467.666	21.791.020	73.014.560	99.924.950	103.600.733	107.388.845	111.292.717	115.315.888	147.556.885

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 12. Indicadores Financieros (VAN, TIR) para el flujo de caja para una plantación de *Jatropha curcas* en la ciudad de Ovalle, incorporando el riesgo en la medición.

Indicador Financiero	Valor
VAN (4,25%)	\$421.465.550
TIR	31%

Fuente: Elaboración Propia.

Además se genera un histograma de distribución para el millón de VAN calculados. La figura 5, demuestra que existe un 53% de probabilidad de que los precios calculados, generen un VAN positivo para este proyecto.

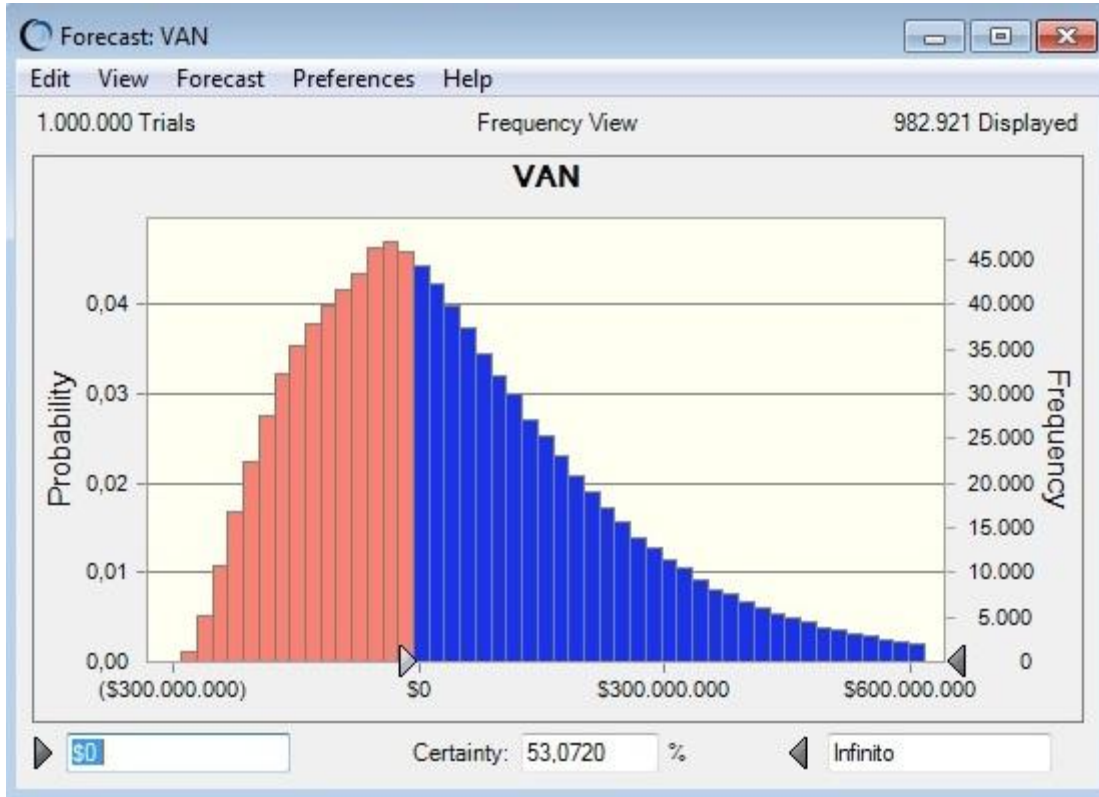


Figura 5. Porcentaje de probabilidad de obtener VAN positivos en el negocio de producción de biomasa, para el flujo de caja del proyecto, con el riesgo incorporado. Fuente: Elaboración propia.

La figura 6 muestra un segundo histograma el cual indica, que con un VaR al 5%, el proyecto podría generar una pérdida máxima de \$205.192.825. El cuadro descriptivo correspondiente a este histograma, se presenta en la figura 7.

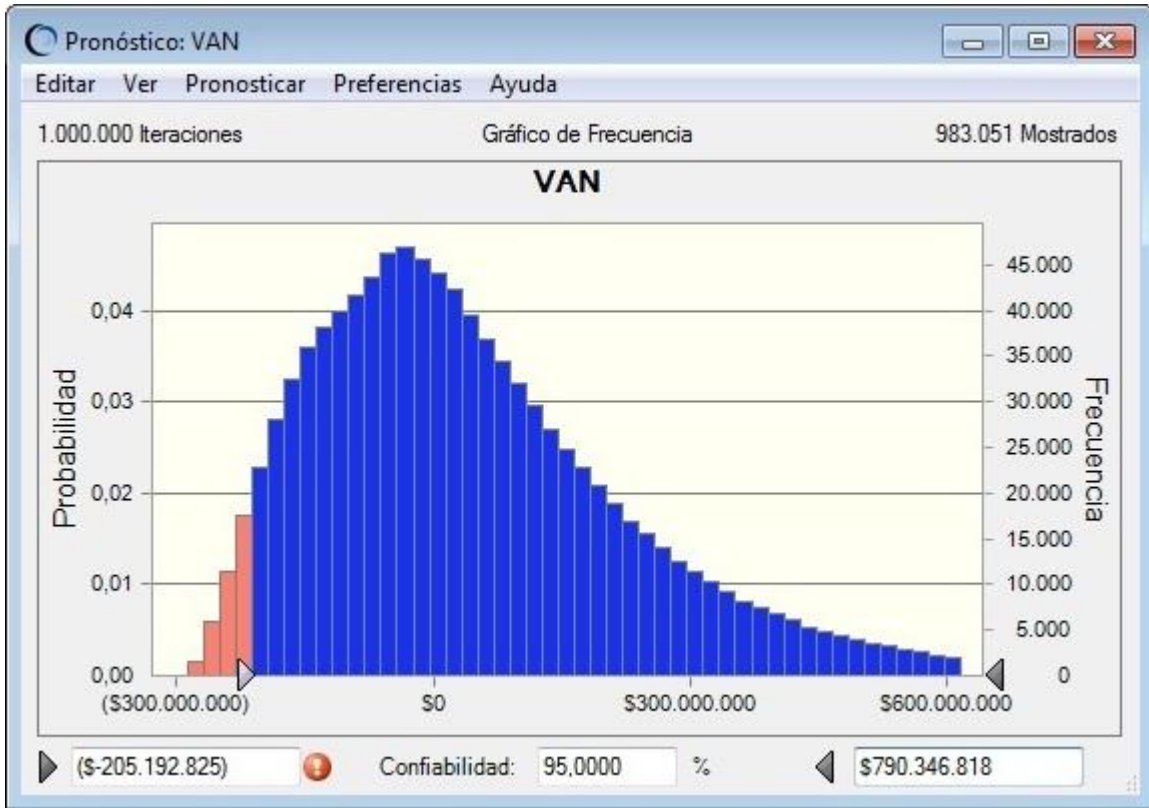


Figura 6. Máxima pérdida posible de obtener, en el negocio de producción de biomasa, con un VaR al 5%.

Fuente: Elaboración propia.

982.991 Mostrados	
Estadística	Valores pronosti
Iteraciones	1.000.000
Caso base	\$18.542.135
Media	\$51.936.418
Mediana	\$13.296.356
Moda	---
Desviación estándar	\$201.987.664
Varianza	\$40.799.016.37
Asimetría	1,34
Curtosis	6,12
Coefficiente de variabilidad	3,89
Mínimo	(\$301.536.923)
Máximo	\$2.246.775.698
Error estándar de la media	\$201.988

Figura 7. Cuadro descriptivo para el histograma que representa al indicador VaR al 5%

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- Fue posible elaborar metodologías para realizar los estudios económicos, del territorio y del cultivo. En el primero se destaca que fue factible estimar el precio del producto transado, poniendo énfasis en el cálculo del costo de capital de empresas relacionadas a este mercado; en el segundo se considera relevante la utilización de un instrumento destinado a la recolección de la información específica del territorio y en el tercero se repara en el uso de una herramienta que fue capaz de generar información relevante del cultivo bioenergético analizado. Todas las metodologías fueron destinadas a generar la mayor cantidad de detalles útiles para una valoración económica-financiera que disminuya el riesgo involucrado en el establecimiento del negocio.
- Se validó la metodología del VaR aplicada al sector agrícola, obteniéndose flujos de caja con diferentes VAN mayores a cero, siendo capaz esta metodología de generar una mayor información en el mercado, lo que debería disminuir los costos y aumentar la inversión en el sector.
- Los resultados del estudio de caso mostraron que es posible generar un negocio de biocombustibles a escala local, con un ingreso bruto que bordea los 1,4 millones de pesos chilenos por hectárea y con un margen bruto por hectárea que bordea un valor de \$503.510. Por otra parte los indicadores financieros VAN y TIR, para el proyecto resultaron ser de \$421.465.550 y 31% respectivamente para la Jatropa, en esta zona de estudio. Finalmente el valor en riesgo, permitió determinar un 53% de probabilidades de obtener un VAN positivo con un VaR, con una máxima pérdida al 5% de \$205.192.825. Por lo que estos indicadores demuestran que el escenario propuesto es una buena opción para suelos marginales, pero no necesariamente para modificar la actividad productiva de un suelo con un negocio previamente existente. Además el proyecto resulta ser rentable, al sensibilizar sus principales factores de variabilidad en 1.000.000 de iteraciones distintas.
- Si bien la metodología del VaR no es nueva en el ámbito de las finanzas, la importancia del presente estudio radica en que es una innovación su utilización en el ámbito agrícola, generando mayor información al momento de determinar la rentabilidad del establecimiento de un negocio agrícola, y en particular el negocio de los biocombustibles.
- A pesar de que fue posible medir el riesgo del negocio propuesto, aún se debe avanzar en valorar mejor el retorno del negocio (opciones reales) y estudiar instrumentos de cobertura de riesgos (contratos, derivados).

LITERATURA CITADA

ABADI, A., A., LEFROY, T., COOPER, D., HEAN, R. AND DAVIES, C. 2006 (en línea). Profitability of Agroforestry in the Medium to Low Rainfall Cropping Zone. Disponible en: <http://www.rirdc.gov.au/reports/AFT/05-181.pdf> Leído el 4 de mayo de 2011.

ACEVEDO, E. 2006. Agroenergía. Universidad de Chile, Serie Ciencias Agronómicas N° 11. 176 pp.

ACHTEN, W.M.J., VERCHOT, L., FRANKEN, YJ., MATHIJS E., SINGH VP., AERTS R., MUYS B. 2008. Jatropha bio-diesel production and use. Biomass and Bioenergy, Volumen 32, Numero 12, Diciembre 2008, paginas 1063-1084.

ARANCIBIA, D., CARO, M., ESPINOZA, F., GALAZ, B., MUÑOZ, V., OTÁROLA, J., YÁÑEZ, F. 2007. Análisis económico del cultivo de Jatropha curcas para la producción de biodiesel en la localidad de Cerrillos de Tamaya, Cuarta Región. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas.

ARTZNER, P., ARTZNER, F., EBER, J. AND HEATH, D. 1999. Coherent Measures of Risk. Mathematical Finance. 9 (3): 203-228.

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. 2001. Gestión de riesgos financieros. Un enfoque practico para países latinoamericanos. 468 p.

BENNINGA, S. 2008. Financial modeling. 3th Edition. The MIT Press, 1168 p.

CAMPOS, S., CASTRO, M., CUY, M., FERRER, G. 2005. CAPM en mercados emergentes. Universidad Pompeu Fabra. Barcelona. España.

CÁRCAMO, M., 1968. Las Relaciones Humanas y la Administración de Personal. 2^a ed. Editorial Andrés Bello. Santiago, Chile. 292p.

CHAMBER, R. 2000. Participatory Workshops. A source of 21 sets of ideas and activities. London: Earthscan.

CHUNG, S. 1999. Portfolio Risk Measurement: A Review of Value at Risk. The Journal of Alternative Investments. 2 (1): 34-42.

COMISIÓN CIUDADANA-TÉCNICO-PARLAMENTARIA PARA LA POLÍTICA Y LA MATRIZ ELÉCTRICA, 2011. Chile necesita una gran reforma energética. Disponible en: http://www.chilesustentable.net/wp-content/plugins/downloads-manager/upload/chile_necesita_una%20Gran_reforma_energetica.pdf Leído el 12 de Noviembre de 2011.

CONNOR, D. AND LOOMIS, R. 2002. Ecología de cultivos: productividad y manejo de sistemas agrarios. Editorial Mundi-Prensa, España. 591 p.

CULTIVOS ENERGETICOS SRL Y COOPERATIVA AGROPECUARIA EL ROSARIO LTDA. 2007 (en línea). Ficha Técnica de la *Jatropha curcas*. Disponible en: http://www.elsitioagricola.com/articulos/cultivosEnergeticos/JatrophaCurcas_FichaTecnica.pdf Leído el 6 de Julio de 2011.

DE LA MAZA, C. 2007. Evaluación de Impactos Ambientales. En biodiversidad: Manejo y Conservación de Recursos Forestales. Editorial Universitaria, Chile. 803 p.

GONZÁLEZ, J., VELASC, R. Y PÉREZ, C. 2000. Dimensión socioeconómica de la degradación del suelo en Chile. Sociedad chilena de la ciencia del suelo. Páginas 94-104.

GONZÁLEZ, J., VELASC, R. Y PÉREZ, C. 2007. Disponibilidad de residuos madereros. Proyecto energías renovables no convencionales. Comisión Nacional de Energía (CNE), Instituto Forestal (INFOR), Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Santiago, Chile. 120 p.

GRAHAM, J. AND CAMPBELL, H. 2001. The Theory and Practice of Corporate Finance: Evidence from the field. *Journal of Financial Economics* 60: 187 – 243.

GRINBLATT, M. AND TITMAN, S. 2002. Financial Market and Corporate Strategy. 2th Edition. McGraw Hill. 912 p.

GUJARATI, D. 2004. Econometría. McGraw-Hill. Cuarta edición. 1002 p.

HELLER, J. 1996. Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Disponible en: <http://www.bioversityinternational.org/Publications/Pdf/161.pdf>. Leído el 12 de Julio de 2011.

HENDRICKS, D. 1996. Evaluation of Value-at-Risk Models Using Historical Data. *Economic Policy Review*. Federal Reserve Bank of New York. 2 (1): 39-69.

HENNING, R. 2009. The *Jatropha* Book. Disponible en: <http://www.jatropha.de/documents/The%20Jatropha%20Book-2009.pdf>. Leído el 12 de Julio de 2011.

HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, CARLOS, BAPTISTA, P. 2006. Metodología de la investigación. Editorial McGraw Hill. Cuarta edición. 434 p.

HERVÉ, J. (2007). Diseño Conceptual de Una Planta de Biodiesel. Memoria para optar al Título De Ingeniero Civil Mecánico. Universidad De Chile, Facultad De Ciencias Físicas Y Matemáticas. 157 p.

HILBERT, J., BALDO, C. y HUERGA, I. 2007 (en línea). Selección de indicadores que permitan determinar cultivos óptimos para la producción de biodiesel en las eco-regiones Chaco-Pampeana de la República de Argentina. Disponible en: www.inta.gov.ar/iir/info/documentos/energia/indicadores_biodiesel.pdf Leído el 7 de junio de 2011.

IGLESIAS, R. 2008. Biomasa, agroenergía, bioenergía, eficiencia energética, ahorro energético: ¿tienen sentido? Oficina de Estudio y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura. 28 p.

INTERNATIONAL ENERGY OUTLOOK, 2010. Energy Information Administration (EIA). Office of Integrated Analysis and Forecasting. United State Department of Energy. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC, EEUU. 338 p. Disponible en: <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484%282010%29.pdf>. Leído el 10 de Marzo de 2011.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, 2007 (en línea). Fichas Agroecológicas Frutícolas Regiones de Atacama y Coquimbo. Disponible en: http://www.inia.cl/intihuasi/index_archivos/pdf/fichas2007.pdf Leído el 11 de marzo de 2011.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, 2009 (en línea). Gestión del riesgo agropecuario. Boletín INIA, N° 186. Disponible en: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36350.pdf> Leído el 12 de Marzo de 2011.

INVERSIONES SAN MARTIN Y SECRETARÍA DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE (SERNA) 2006 (en línea). Cultivo de *Jatropha curcas* y construcción de una Planta de Biodiesel en San Esteban, Olancho, Honduras. Disponible en: http://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=odoc_9537_1_22062006.pdf. Leído el 6 de marzo de 2011.

JAMES, A. AND EZZELL, J. 1980. The Weighted Average Cost of Capital, Perfect Capital Markets, and Project Life: A Clarification. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 15: 719-730.

JORION, P. 2006. Value at Risk. McGraw-Hill. 600 p.

JORION, P. 2007. Risk2: Measuring the Risk in Value at Risk. *Financial Analysts Journal*. McGraw Hill. 603 p.

KARREMANS, J. 1994. Sociología para el desarrollo: métodos de investigación y técnicas de la entrevista. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). Turrialba. Costa Rica. Serie técnica número 228. 58 p.

KINGSWOOD, A. 2010. Estudio exploratorio de la producción de biodiesel a partir de aceite de jatropha curcas en Chile. Memoria para optar al título de ingeniero civil industrial. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Santiago. 83 p.

LINSMEIER, T. AND PEARSON, N. 2002 Value at Risk. Financial Analysts Journal. 56 (2): 47-67.

LOUFFAT, E. 2006. Organigramas y manuales organizacionales: fundamentos para su elaboración. Universidad ESAN. 149 p.

LOPEZ, P., CALERA, A., MARTIN DE SANTA, F., 2005. Agua y agronomía. Mundi-Prensa Libros. 606 P.

MILLS, TERRENCE C. AND MARKELLOS, RAPHAEL N. 2008. The Econometric Modelling of Financial Time Series. Cambridge University Press. 3rd Edition. 468 p.

MYERS, S. 2001. Capital Structure. The Journal of Economic Perspective. 15 (2): 81-102.

OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS (ODEPA). 2005. Panorama de la agricultura chilena. Ministerio de agricultura, Gobierno de Chile, Santiago, Chile. 85 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO), 1994. Ecología y enseñanza rural: manual para profesores rurales del área andina. 147 p.

PARISI, A., CORNEJO, E. 2006. Revista Economía y Administración. Estrategia de Gestión financiera para las empresas. N° 153. Noviembre/Diciembre 2006. Páginas 18-24.

PINO, M.A., PINO, M.L. y SANCHEZ M.C., 2008. Recursos Humanos. Ed. Editex. 276 p.

PROGRAMA CHILE SUSTENTABLE, 2004. Crisis energética en Chile: rol y futuro de las energías renovables no convencionales. Disponible en: http://www.archivochile.com/Chile_actual/patag_sin_repre/03/chact_hidroya-3%2000025.pdf. Leído el 6 de Marzo de 2011.

PROGRAMA CHILE SUSTENTABLE, 2011. Análisis de Barreras para el Desarrollo de Energías Renovables No Convencionales. Disponible en: http://www.chilesustentable.net/wp-content/plugins/downloads-manager/upload/Barreras_ERNC_nov2011.pdf Leído el 13 de Octubre de 2011.

PROGRAMA JATROPHA CHILE, 2008. Disponible en: http://www.jatropha.cl/contenido.asp?Id=3&Titulo=Programa_Jatropha_Chile . Leído el 6 de marzo de 2011.

RUBACK, R. 2002. Capital Cash Flows: A Simple Approach to Valuing Risky Cash Flows, Financial Management. 31 (2): 85-103.

ROSS, S. AND WESTERFIELD, R. 1998. Fundamentals of Corporate Finance. 4th Edition. McGraw Hill. 832 p.

SAPAG, N. 2007. Proyectos de Inversión: Formulación y evaluación. Pearson Educación. México. 488p.

SAYYAR, S., ZAINAL, Z., YUNUS, R., MUHAMMAD, A. 2009. Extraction of Oil from Jatropha Seeds-Optimization and Kinetics. American Journal of Applied Sciences. 12 p. Disponible en: http://findarticles.com/p/articles/mi_7109/is_7_6/ai_n38016788/. Leído el 12 de Julio de 2011.

SPIEGEL, MURRAY R. Y STEPHENS, LARRY J. 2002. Estadística. Editorial McGraw-Hill, Tercera edición. 541 p.

STEWART, B. 2001. All About EVA The Real Key to Creating Wealth. EUA: *EVALuation*, Stern Stewart y Co. Research, January, pp. 1-16.

TOKMAN, M. 2008. Política Energética: Nuevos Lineamientos. Transformando la Crisis Energética en una Oportunidad, Comisión Nacional de Energía. 113 p.

TOKMAN, M. 2010. Nuestros desafíos energéticos. Corporación Expansiva. 150: 28.

ZELAYA, J. 2006. Clasificación de puestos. Ed. Euned. Costa Rica.

ANEXOS

Anexo I: Paso 1, definición de precios, desde FAO.

La forma de obtener la serie de precios correspondiente a aceites de origen vegetal, desde la FAO, es la siguiente. Se ingresa a la página de FAOSTAT (<http://faostat.fao.org/>) y una vez en ella, se dirige a la pestaña denominada “Precios” (Figura 8):

The image shows a screenshot of the FAOSTAT website. At the top, there is a navigation bar with the FAO logo and the text "ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN" and "por un mundo sin hambre". Below this, there are several tabs: "Página inicial", "Producción", "Comercio", "Suministro alimentario", "CSU.HBA", "Seguridad Alimentaria", "Precios", "Recursos", "Forestal", "Fisheries", "Metadatos", "Apoyo FAO", and "Relaciones". The "Precios" tab is circled in red. Below the navigation bar, there is a section titled "Diálogo FAOSTAT usuario 2010" and another titled "Últimas noticias". On the right side, there is a section titled "Conexión representada" and "NUEVO: TOP 20 PRODUCTORES DE ALIMENTOS Y PRODUCTOS AGRICOLAS" with a bar chart showing top production for various countries. A small number "1" is placed below the "Precios" tab.

Figura 8. Obtención de precios desde FAOSTAT, paso 1.

Dentro de las tres alternativas que se generaran, al presionar sobre la pestaña precios, se abren tres subpestañas denominadas “acerca de”, “PriceSTAT” y “Archivos de los precios” (Figura 9), se pincha sobre la subpestaña denominada “PriceSTAT”.

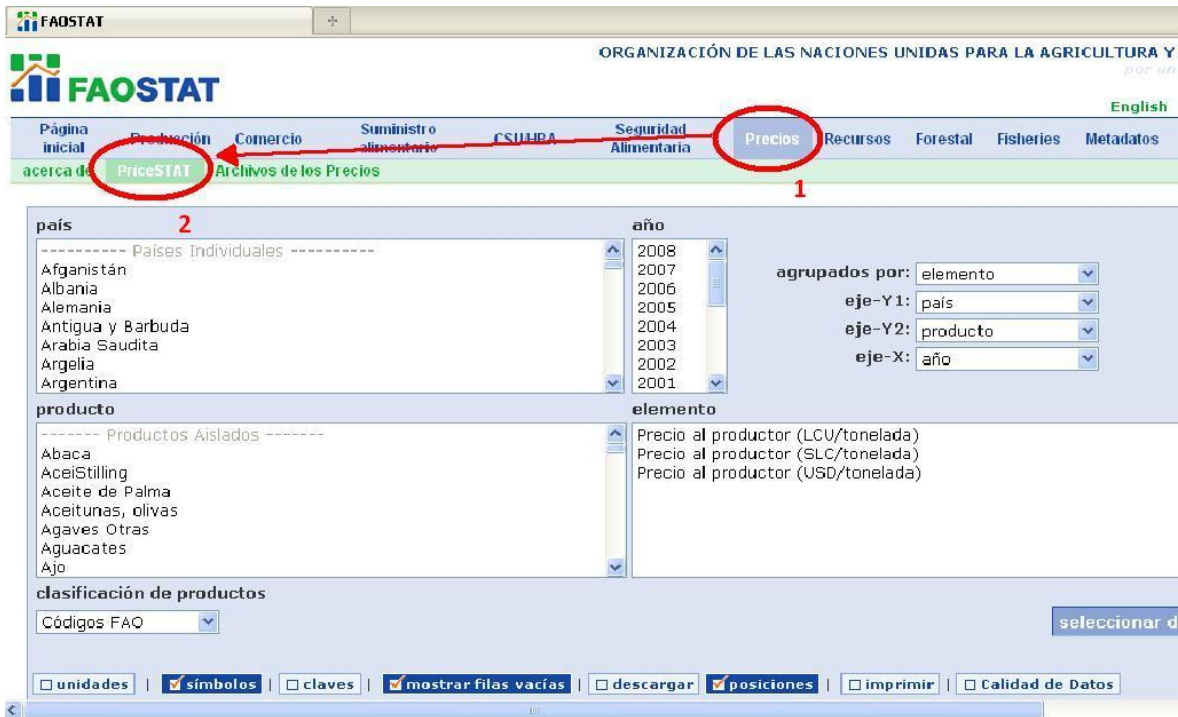


Figura 9. Obtención de precios desde FAOSTAT, paso 2.

Al presionar sobre “PriceSTAT” se despliega una serie de ventanas, las cuales son “país”, “año”, “producto” y “formato de descargamiento” (Figura 10).

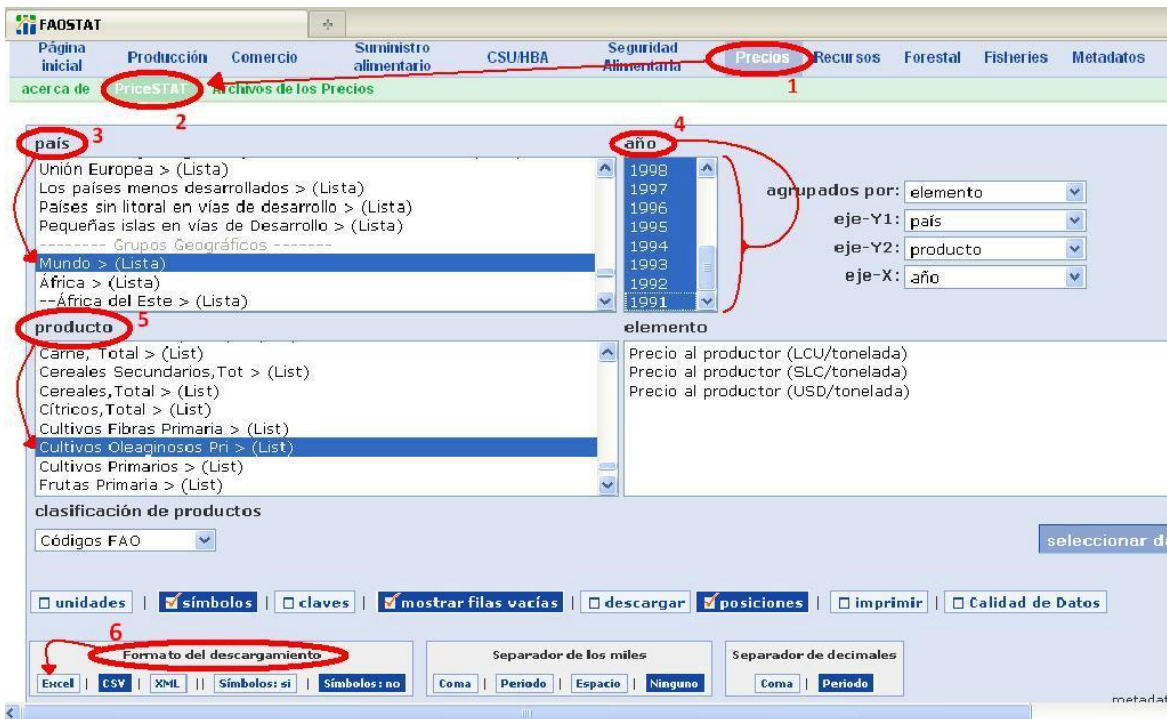


Figura 10. Obtención de precios desde FAOSTAT, paso 3.

Sobre la ventana denominada país, se escoge todo el mundo. En la ventana productos, se opta por cultivos oleaginosos. En la ventana año, se elige desde el año actual, y apretando el botón “shift” del teclado, se agregan los años que se estiman convenientes para crear la serie de tiempo, desde 1991 a 2008, en este caso.

Finalmente, concerniente a la fase de descarga del archivo correspondiente a la serie de precios de aceites de origen vegetal, en la ventana formato de descargamiento, se escoge el formato EXCEL y se almacena el archivo en el ordenador.

APÉNDICES.

Apéndice I: Sección 1, tabla de costos*, utilizada en objetivo 1.

Costos Indirectos	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
Gerente General					
Subgerente 1					
Subgerente 2					
Subgerente 3					
Subgerente 4					
Subgerente 5					
Bodeguero					
Distribución					
Secretaria de gerencia					
Control de calidad					
Jefe de producción					
Ventas					
Administrativo contable outsourcing					
Total RRHH					
Arriendos					
Servicios básicos					
Mantenimiento y/o arriendo de equipos, maquinarias y vehículos					
Gastos administrativos					
Préstamos, créditos, tarjetas, hipotecas					
Estrategia de comercialización					
Plan comunicacional clientes					
Plan de proveedores (ventas y distribución)					
Depreciación					
Impuestos					
Seguros					

*=Los cargos presentes, son a modo de ejemplo y no necesariamente deben estar en la entidad estudiada, así como pueden existir otros que este ejemplo no contempla; lo importante es entender la base de este instrumento, y su forma de funcionamiento.

Sección 2, costos indirectos de la empresa analizada en el presente estudio.

Costos Indirectos	Valor Anual Estimado	Año 1	Año 4 y posteriores
Gerente General	4.950.000	1	1
Secretaria de gerencia	3.000.000	0	1
Jefe de producción y calidad	4.200.000	0	1
Administrativo contable	1.200.000	1	1
Costo Indirecto Total RRHH		6.150.000	13.350.000
Servicios básicos	1.200.000	1.200.000	1.200.000
Gastos en mantención y/o arriendo de equipos , maquinarias y vehículos	28.438	28.438	28.438
Gastos administrativos	1.200.000	1.000.000	1.000.000
COSTOS INDIRECTO TOTAL		8.378.438	15.578.438

Apéndice II: Encuesta utilizada en objetivo 2.

SECCIÓN I, información relativa a disponibilidad y costos de mano de obra, relacionada a la actividad agrícola en los niveles de personal temporal de bajo nivel de calificación, personal técnico profesional y personal profesional.

¿Cuál es el precio de la jornada hombre en la zona?

¿Cuál es el salario promedio de un técnico profesional?

¿Cuál es el salario promedio para personal profesional?

¿Cómo usted califica a la disponibilidad de mano de obra para labores de cosecha, raleos o podas en la zona?

a) Alta

b) Media

c) Baja

¿Cómo calificaría usted la conectividad y el transporte público de la zona?, en relación a que este facilite el traslado de los trabajadores agrícolas (refiérase a la necesidad de contar con transporte propio de la empresa)

¿Cómo calificaría usted el grado de presencia de contratistas de mano de obra en la zona? (refiérase a la cantidad y tamaño de cada contratista, así como también a la calidad del servicio)

A su juicio, ¿Cuáles son los meses o períodos más críticos en relación a la demanda de mano de obra en la zona? (refiérase a períodos y cultivos que generan demanda)

SECCIÓN II, información sobre disponibilidad y costos de factores productivos locales como maquinaria, terreno, transporte, insumos y agua, valor del uso del suelo (referidos a costos definidos a partir de las actividades de producción y consumo que se desarrollaron en él).

¿Cómo calificaría la industria de agroquímicos de la zona? (refiérase a la cantidad de proveedores, calidad de servicio, etc.

¿Cuál es el costo promedio de la maquinaria agrícola en venta? (JM)

¿Cuál es el precio de venta/arriendo de terrenos?

¿Cuál es la disponibilidad de terrenos?

¿Cuál es el costo de los servicios de transporte?

¿Cuál es el precio de los derechos de agua? (Juntas de vigilancia, Asociaciones de Canalistas, Comunidades de agua, entre otros).

Apéndice III: Información obtenida en el desarrollo del objetivo 2, referente al estudio del territorio.

Precio JH	\$5.313
Salario promedio anual	
Técnico	\$4.950.000
Profesional	\$10.200.000
Costo JM (hora máquina)	\$16.250
Precio de terrenos (hectárea)	\$15.000.000
Costo de transporte (pesos combustible)	\$5.000
Costo de derechos de agua (metros cúbicos/segundos)	\$30.000

La información fue recolectada en forma indirecta a través de la encuesta diseñada para este efecto. La variable económica analizada está expresada en total de jornadas hombre por hectárea, considerando que una jornada hombre equivale a ocho horas trabajadas

Apéndice IV: Fichas técnicas utilizadas en el objetivo 3.

- a) Sección I, recolección de información referente a JH, JM, insumos y labores culturales, tanto para la puesta en marcha, como para el estado de operación.

Actividad	Suelo		
	Cantidad	Precio Unitario	Total
Descepado (si es que es posible)			
Subsolado			
Arado			
Rastraje			
Siembra directa o transplante (germinación)			
Tipo de propagación			
Épocas de siembra y marcos de plantación			
	Fitosanidad		
	Cantidad	Precio Unitario	Total
Control de plagas			
Control de enfermedades			
	Ciclo vegetativo (labores culturales)		
	Cantidad	Precio Unitario	Total
Poda			
Fertilización			
	Ciclo productivo		
	Cantidad	Precio Unitario	Total
Labores en floración			
Labores en fructificación			
Labores en desarrollo de frutos y maduración			
Labores en recolección/cosecha			
Almacenaje de semillas			
Otras actividades			

b) Sección II, recolección de información referente a rendimiento.

Potencial productivo promedio de la planta				
	Situación con riego		Situación sin riego	
	mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Curva de rendimiento del cultivo				

c) Sección III, recolección de información financiera.

Activos fijos tangibles no relacionados directamente					
Instalaciones					
	Descripción	\$/m	Cantidad	Vida útil	Total
Terreno					
Bodega					
Viviendas					
Maquinaria, equipamiento y sistemas de riego					
	Descripción	Valor (\$)	Cantidad	Vida útil	Total
Maquinaria					
Vehículos					
Herramientas					
Muebles y enseres					
Equipos					
Sistemas de riego					
Activos fijos tangibles relacionados directamente					
	Descripción	Valor (\$)	Cantidad		Total
Investigaciones					
Otras inversiones					

Apéndice V: Información obtenida en el desarrollo del objetivo 3, para los años 1, 2, 3, 4 y posteriores referente a los costos directos para cada hectárea.

Año 1			
Actividad	Suelo		
	Cantidad	Precio Unitario	Total
Poda (Julio)			
Uso de maquinaria (JM)	0,25	16.250	4.062,5
Mano de obra (JH)	3	5.312,5	1.5937,5
Insumo, Podexal (Litros)	3	1.650	4.950
Aplicación de herbicida (Octubre)			
Uso de maquinaria (JM)	1,5	16.250	24.375
Mano de obra (JH)	1	5.312,5	5.312,5
Insumo, Rango 480 SL (Litros)	2,5	1.925	4.812,5
Aplicación de fertilizantes (Octubre)			
Uso de maquinaria (JM)	0	0	0
Mano de obra (JH)	0,5	5.312,5	2.656,25
Insumo, urea (Kg.)	47	284	13.348
Insumo, nitrato de potasio (Kg.)	16	424	6.784
Insumo, superfosfato triple (Kg.)	76	521	39.596
Riego (Octubre - Abril)			
Uso de maquinaria (JM)	0	0	0
Mano de obra (JH)	10	5.312,5	53.125
TOTAL COSTO DIRECTO POR HECTAREA			174.959,25

Fuente: Actualización propia de Arancibia *et. al.*

Año 2			
Actividad	Suelo		
	Cantidad	Precio Unitario	Total
Poda (Julio)			
Uso de maquinaria (JM)	0,25	16.250	4.062,5
Mano de obra (JH)	3	5.312,5	15.937,5
Insumo, Podexal (Litros)	3	1.650	4.950
Aplicación de herbicida (Octubre)			
Uso de maquinaria (JM)	1,5	16.250	24.375
Mano de obra (JH)	1	5.312,5	5.312,5
Insumo, Rango 480 SL (Litros)	2,5	1.925	4.812,5
Aplicación de fertilizantes (Octubre)			
Uso de maquinaria (JM)	0	0	0
Mano de obra (JH)	0,5	5.312,5	2.656,25
Insumo, urea (Kg.)	68	284	19.312
Insumo, nitrato de potasio (Kg.)	25	424	10.600
Insumo, superfosfato triple (Kg.)	111	521	57.831
Riego (Octubre - Abril)			
Uso de maquinaria (JM)	0	0	0
Mano de obra (JH)	10	5.312,5	53.125
TOTAL COSTO DIRECTO POR HECTAREA			202.974,25

Fuente: Actualización propia de Arancibia *et. al.*

Año 3			
Actividad	Suelo		
	Cantidad	Precio Unitario	Total
Poda (Julio)			
Uso de maquinaria (JM)	0,25	16.250	4.062,5
Mano de obra (JH)	3	5.312,5	15.937,5
Insumo, Podexal (Litros)	3	1.650	4.950
Aplicación de herbicida (Octubre)			
Uso de maquinaria (JM)	1,5	16.250	2.4375
Mano de obra (JH)	1	5.312,5	5.312,5
Insumo, Rango 480 SL (Litros)	2,5	1.925	4.812,5
Aplicación de fertilizantes (Octubre)			
Uso de maquinaria (JM)	0	0	0
Mano de obra (JH)	0,5	5.312,5	2.656,25
Insumo, urea (Kg.)	140	284	39.760
Insumo, nitrato de potasio (Kg.)	48	424	20.352
Insumo, superfosfato triple (Kg.)	224	521	116.704
Riego (Octubre - Abril)			
Uso de maquinaria (JM)	0	0	0
Mano de obra (JH)	10	5.312,5	53.125
TOTAL COSTO DIRECTO POR HECTAREA			292.047,25

Fuente: Actualización propia de Arancibia *et. al.*

Año 4 y posteriores			
Actividad	Suelo		
	Cantidad	Precio Unitario	Total
Poda (Julio)			
Uso de maquinaria (JM)	0,25	16.250	4.062,5
Mano de obra (JH)	3	5.312,5	15.937,5
Insumo, Podexal (Litros)	3	1.650	4.950
Aplicación de herbicida (Octubre)			
Uso de maquinaria (JM)	1,5	16.250	24.375
Mano de obra (JH)	1	5.312,5	5.312,5
Insumo, Rango 480 SL (Litros)	2,5	1.925	4.812,5
Aplicación de fertilizantes (Octubre)			
Uso de maquinaria (JM)	0	0	0
Mano de obra (JH)	0,5	5.312,5	2.656,25
Insumo, urea (Kg.)	208	284	59.072
Insumo, nitrato de potasio (Kg.)	73	424	30.952
Insumo, superfosfato triple (Kg.)	336	521	175.056
Riego (Octubre - Abril)			
Uso de maquinaria (JM)	0	0	0
Mano de obra (JH)	10	5.312,5	53.125
TOTAL COSTO DIRECTO POR HECTAREA			380.311,25

Fuente: Actualización propia de Arancibia *et. al.*

Apéndice VI: Detalle de la inversión requerida al año cero, para una plantación de *Jatropha curcas* en la ciudad de Ovalle.

Actividad	Suelo			
	Cantidad	Precio Unitario	Total	
Aplicación de herbicida (Agosto)				
Uso de maquinaria (JM)	0	16.250	0	
Mano de obra (JH)	1	5.312,5	5.312,5	
Insumos	1	6.050	6.050	
Aradura (Septiembre)				
Uso de maquinaria (JM)	0,25	16.250	4.062,5	
Mano de obra (JH)	0,4	5.312,5	2.125	
Rastraje (Septiembre)				
Uso de maquinaria (JM)	1,5	16.250	24.375	
Mano de obra (JH)	0,3	5.312,5	1.593,75	
Actividad	Plantación			
	Cantidad	Precio Unitario	Total	
Trazado y (Septiembre)				
Uso de maquinaria (JM)	5	16.250	81.250	
Mano de obra (JH)	30	5.312,5	159.375	
Hoyadura (Septiembre)				
Uso de maquinaria (JM)	5	16.250	81.250	
Mano de obra (JH)	20	5.312,5	106.250	
Transplante (Septiembre)				
Uso de maquinaria (JM)	5	16.250	81.250	
Mano de obra (JH)	30	5.312,5	159.375	
Fertilización (Septiembre)				
Uso de maquinaria (JM)	5	16.250	81.250	
Mano de obra (JH)	0,5	5.312,5	2.656,25	
Insumo, urea (Kg.)	47	284	13.348	
Insumo, nitrato de potasio (Kg.)	16	424	6.784	
Insumo, superfosfato triple (Kg.)	76	521	39.596	
SUBTOTAL INVERSIÓN INICIAL DE LABORES			855.903	
Sistemas de riego				
	Valor (\$)	Cantidad	Vida útil	Total
Sistemas de riego	2.000.000	30	5	60.000.000
SUBTOTAL INVERSIÓN DE VEHÍCULOS Y SISTEMAS DE RIEGO				60.000.000
TOTAL INVERSIÓN INICIAL				85.677.090

Fuente: Actualización propia de Arancibia *et. Al.*