

# **Premio Anual de Investigación Económica**

**SEXTA EDICIÓN – AÑO 2017**

**Fundación Banco Municipal de Rosario**

**TEMA PROPUESTO: *“El cultivo de *jatropha curcas* en el norte de Santa Fe como alternativa de inversión en energía renovable y como aporte para el desarrollo de la región”.***

**Autor: Lucas Ford**

## **Resumen**

En el desarrollo del siguiente trabajo se buscará proponer un proyecto de inversión en *Jatropha curcas*, un cultivo no tradicional renovable de gran adaptabilidad a distintos tipos de suelo y clima que no es rival con la producción de alimentos y permitiría complementar el know how actual de Argentina en materia de generación de divisas a través de biodiesel. El proyecto se diseñará para pequeña escala, con el objeto de que productores locales puedan acceder en caso de resultar viable. A su vez, se buscará demostrar que un proyecto de estas características tendría un impacto positivo en el desarrollo de la región.

## **Presentación**

En primera instancia, se plantearán los objetivos del presente trabajo, así como también la metodología que se utilizará. En cuanto a lo primero, se buscará analizar la potencialidad de las energías renovables en el marco de la Matriz Energética actual de Argentina y su posible contribución a la generación de energía en el contexto nacional. Esto se entiende que adquiere una especial importancia si se tiene en cuenta la coyuntura local y el contexto internacional. Ambos aspectos serán abordados más adelante. En línea con lo anterior, se buscará delimitar el alcance de la producción de biodiesel como alternativa renovable en el marco antes mencionado. Específicamente, se postulará la producción de biodiesel en base a *Jatropha* como alternativa de inversión en energía renovable factible económica y técnicamente.

Para lograr lo anterior y para caracterizar geoestratégicamente la potencialidad de la *Jatropha*, se introducirán las características de la región del Norte de Santa Fe como área para desarrollar el cultivo teniendo en cuenta sus particularidades climáticas, agrícolas y sociales, entre otras. Se buscará entonces diseñar un proyecto de inversión con factibilidad económica, técnica y operativa para incentivar el cultivo de *Jatropha* en el norte de la Provincia de Santa Fe.

El último objetivo será proponer métodos que permitan estudiar y delimitar el potencial impacto en el desarrollo de la región que traería aparejada la inversión en *Jatropha*, siendo este el principal aporte que se busca dar a la consigna propuesta por la Fundación Banco Municipal de Rosario para estudiantes universitarios.

Los objetivos antes mencionados, tendrán como línea de base la siguiente hipótesis de trabajo:

*Es posible realizar un proyecto de inversión en cultivo de jatropha curcas con factibilidad financiera, económica y técnica que contribuya a disminuir la dependencia energética con el exterior, tenga impacto positivo en el medioambiente a través de la reducción de la emisión de GEI y contribuya al desarrollo económico de los departamentos de los departamentos de 9 de Julio, Vera y General Obligado de la Provincia de Santa Fe.*

Para el abordaje de la problemática antes enunciada, se adoptaron las siguientes estrategias metodológicas:

1. Revisión bibliográfica general.
2. Análisis coyuntural de la Matriz Energética Nacional y de la situación de la energía a nivel global.
3. Configuración del Marco Teórico con respecto a energías renovables, la situación del norte de la Provincia de Santa Fe, la producción de jatropha como proyecto de inversión y principales variables de impacto en el desarrollo económico.
4. Evaluación de las condiciones en las que Argentina exporta actualmente biodiesel.
5. Relevamiento y estudio de las condiciones actuales del norte de Santa Fe para incorporar la jatropha a su matriz productiva.
6. Estudio sobre la potencialidad de la jatropha para incorporarse como alternativa a la producción de biodiesel
7. Análisis de las condiciones generales para un proyecto de inversión privado y su aplicación específica al caso de la jatropha
8. Entrevista con profesionales del Centro Argentino de Ingenieros Agrónomos para incorporar perspectiva técnica agronómica al presente trabajo.
9. Análisis de externalidades esperadas de la producción de jatropha. Estudio sistemático del impacto de la producción de jatropha con la coyuntura del norte de la Provincia de Santa Fe

## 1. Introducción

En la actualidad, Argentina es un importador neto de energía. Esta situación le exige realizar esfuerzos en materia de divisas en un contexto de comercio internacional poco favorable a escala global. Por esto, y dado que toda situación de crecimiento económico tiene como contrapartida una mayor demanda de recursos energéticos, resulta pertinente evaluar alternativas de generación sustentable que permitan satisfacer dicha creciente demanda. Las energías renovables se presentan entonces como una posibilidad que redundaría en ahorro de divisas, incorporación de nuevas tecnologías, generación de empleo y un impacto favorable en el desarrollo, la sustentabilidad y el autoabastecimiento energético.

Al ser la Argentina un país que exporta principalmente commodities, diversificar la matriz de productos exportados ayudaría a disminuir el riesgo que genera la volatilidad del precio internacional de productos de escaso valor agregado.

Adicionalmente, dado que el país cuenta con recursos humanos de calidad para la administración y desarrollo de tecnología, resulta una oportunidad de interés para desarrollar la cadena de valor de la producción local, lo cual supone una mejora en las condiciones sobre lo enunciado en el párrafo anterior.

Teniendo en cuenta los niveles actuales de contaminación por emisión de GEI y la finitud de recursos hidrocarburíferos (FAO, 2010 – Greenpeace, 2014), resulta necesario evaluar alternativas sustentables para atender la creciente demanda. El uso de la energía y el cambio climático están íntimamente relacionados (Greenpeace, 2014), por lo que uno de los principales desafíos en el mundo actual es consolidar el avance de la tecnología de una forma tal que resulte sostenible para el medio ambiente. Para esto, es necesario disminuir hasta erradicar el uso de las fuentes de energía más contaminantes y peligrosas, aumentar la eficiencia en el uso de recursos en esta materia (minimizando el derroche) y lograr que el uso de las nuevas fuentes de energía traiga aparejadas mayores ventajas en materia de costos de generación, transporte, implementación y utilización de la energía. En este contexto, la innovación, el desarrollo de la tecnología y los criterios de eficiencia en esta materia desde la política pública, resultarán variables clave para el futuro de la energía a nivel mundial (Greenpeace, 2014 - CAF, 2013).

La bioenergía posee un potencial estratégico para el desarrollo de zonas rurales, el cual puede ser presentado en dos dimensiones, una macro y una micro.

La primera, viene dada por un ahorro de divisas que, a su vez, permite una redistribución de la renta en beneficio de los ingresos rurales. Esto da lugar a la segunda dimensión, que consiste en la posibilidad de realizar inversiones destinadas a energía, que podrían ser dirigidas hacia áreas rurales, generando a su vez empleos e ingresos para el sector, además de la posibilidad de diversificación del riesgo para el productor agrícola, impulso de la utilización de áreas marginales con posibilidad de industrialización in situ de los cultivos energéticos, todo esto con su aporte al correcto cuidado del medio ambiente.

Lo anterior, si bien viable, requiere un marco regulatorio profesional y eficiente, pues contrariamente a lo muchas veces presupuesto, la bioenergía no es sustentable en todas sus formas: de no ser debidamente planeado su uso, puede generar efectos indeseados como deforestación, pérdida de biodiversidad, erosión de los suelos, excesivo uso del agua, conflictos en el uso del suelo y la tenencia de la tierra, escasez y subas de precio de los alimentos, entre otros.

Un ejemplo en materia de regulación y persecución de objetivos en materia energética es la Ley de Independencia Energética y Seguridad aprobada por el Congreso de Estados Unidos en 2007<sup>1</sup>. Mediante ella, se fijan una serie de objetivos y regulaciones en términos cualitativos y cuantitativos que se estiman consistentes para lograr la autosostenibilidad energética hacia 2022. Considerando los niveles actuales del crudo, no se estima que la incidencia del etanol proveniente del maíz supere el 10% en la mezcla estándar del combustible norteamericano, dado que esta situación impulsa a la baja también el precio de la parte sustentable de la Matriz Energética de ese país. Pero no obstante, es esperable que se mantenga este estándar y haya al menos un ajuste por cantidades fruto del crecimiento económico esperado, el cual podría aumentar la participación de las energías renovables en caso de que se regule una disminución de GEI y, por ende, se deba recurrir a fuentes de energía alternativas.

Mediante lo antes presentado y en línea con lo descrito, se buscará estudiar si es viable desde el punto de vista económico, técnico y operativo el cultivo de la

---

<sup>1</sup> Dicha ley se puede obtener en la página oficial del Congreso de EE.UU:  
<https://www.congress.gov/110/plaws/publ140/PLAW-110publ140.pdf>

jatropha curcas en el norte de la Provincia de Santa Fe con el objeto de realizar aportes sobre la eficiencia y diversificación de la Matriz Energética Argentina y sobre el desarrollo de la región.

## **2. Fuentes Renovables, Sustentabilidad y Matriz Energética Argentina**

Como destacan Marco, Goldstein y Griffa (2016), la Organización de las Naciones Unidas (ONU), define el desarrollo sostenible como *la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. El desarrollo sostenible trata de lograr de manera equilibrada, el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente.* Asimismo, según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNCC) de 1992 *Por cambio climático se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables<sup>2</sup>.*

Si bien no es el objeto de este trabajo tratar con rigor todos los aspectos que hacen a las problemáticas de asignación y uso de recursos vitales y estratégicos que son regulados por organismos multilaterales tales como los mencionados anteriormente, se considera pertinente mencionar que existen otros términos importantes para abordar el estudio de la temática propuesta en este trabajo. Uno de ellos es la *Seguridad Alimentaria* que, según FAO, desde la Cumbre Mundial de la Alimentación (CMA) de 1996, *a nivel de individuo, hogar, nación y global, se consigue cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana.* Asimismo, la Agencia Internacional de Energía define la *Seguridad Energética* como la *disponibilidad ininterrumpida de fuentes energéticas a un precio asequible.*

---

<sup>2</sup> Para acceder al documento completo:

[https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf).

Como puede observarse, el logro de los objetivos definidos por los Organismos antes mencionados trae aparejadas complejidades que deben ser tratadas y continuamente monitoreadas por los distintos Estados que, a su vez, deben proveer un marco institucional fiable para que el sector privado tenga incentivos para moverse en la misma dirección.

La investigación en energías renovables, por su parte, ha cobrado fuerza desde la década de 1970, como resultado de la crisis del petróleo que provocó un importante aumento en el precio del crudo y sus derivados. Posteriormente, a la preocupación por el abastecimiento, se sumó la creciente inquietud tanto por lograr un desarrollo sostenible como por mitigar el cambio climático.

Entre los países que se destacan en materia de energías renovables están Brasil y Estados Unidos. El primero a través de políticas públicas que buscaron reducir la dependencia externa y el segundo especialmente con la producción de bioetanol a partir del maíz. Por su parte, la Unión Europea decretó la Directiva de Energías renovables en 2009 con el objeto de reducir la dependencia energética con el exterior, reducir el impacto ambiental de los hidrocarburos y fuentes de energía tradicional y fomentar el desarrollo rural. (Blanco, 2012)

La respuesta política de la comunidad internacional al cambio climático se concretó en 1994 con la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés). Un logro muy importante de la Convención fue reconocer el problema del cambio climático como una realidad. Dicha convención estableció un marco para la acción conjunta, cuyo principal objetivo era la estabilización de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. En el año 1997, se firmó el Protocolo de Kyoto (PK). El mismo establecía metas vinculantes de reducción de las emisiones para 37 países industrializados y la Unión Europea, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de GEI que hay actualmente en la atmósfera, y que son el resultado de la combustión de recursos fósiles durante más de 150 años. En este sentido, el Protocolo tiene un principio central: el de la «responsabilidad común pero diferenciada». Desde esta perspectiva, ha movido a los gobiernos a establecer leyes y políticas para cumplir sus compromisos, a las empresas adoptar el cuidado del medio ambiente como factor vinculante a la hora de

tomar decisiones sobre sus inversiones, además de propiciar la creación del mercado del carbono.

Los gobiernos de numerosas naciones han establecido políticas persiguiendo objetivos de seguridad alimentaria y preocupación por el cambio climático. El encarecimiento en el precio de los alimentos en 2007/8 y la ambigüedad de los efectos sobre el medio ambiente han generado un intenso debate sobre el uso de estas energías. (Blanco, 2012)

Los esfuerzos en materia de regulación, parcialmente mencionados anteriormente, tienen lugar principalmente en Estados Unidos y la Unión Europea, y persiguen el objetivo de lograr mejoras en seguridad energética, reducir los GEI, mejorar las oportunidades de exportación para productos de alto valor agregado al hacer más eficiente la cadena de costos y para promover el desarrollo rural.

Por lo expresado anteriormente, es posible sostener que el bajo precio actual del petróleo desincentiva la investigación, desarrollo e inversión en energías renovables porque no la hace interesante desde el punto de vista de los costos, pero la misma resulta crucial para enfrentar la escasez de los recursos tradicionales.

En este contexto, la bioenergía se perfila como un complemento y/o reemplazo natural de las fuentes de energía tradicionales y es renovable, no fósil y se obtiene de distintas fuentes naturales. Estas fuentes pueden proveer distintos tipos de energía: material para combustión directa, biogás o biocombustibles. Esta última es sobre donde recae el interés en el presente trabajo, y puede obtenerse en la forma de bioetanol, biodiesel o aceite vegetal combustible.

Las fuentes enunciadas anteriormente pueden reemplazar al petróleo y pueden utilizarse en el hogar, el transporte y la electricidad principalmente. Según su nivel de desarrollo tecnológico, los biocombustibles pueden clasificarse en primera, segunda y tercera generación. Los primeros, son los más utilizados en la actualidad y provienen de cultivos tradicionales –maíz, caña de azúcar, remolacha azucarera para bioetanol y soja, colza y aceite de palma para biodiesel- que no requieren capacidades tecnológicas diferentes a las utilizadas hoy en día en la agricultura a nivel mundial. Por su parte, los biocombustibles de segunda y tercera generación se encuentran en desarrollo. Se trata de tecnologías que buscan producir energía renovable que no provenga de fuentes alimenticias y ayuden a dar una utilidad a ciertos tipos de desperdicios de origen orgánico. También se espera que mediante



estas tecnologías se pueda reemplazar el petróleo por energía a base de algas y bacterias (Brittaine y Lutaladio para FAO, 2010).

Para ejemplificar la importancia que ha cobrado en los últimos años la producción de biocombustible, resulta destacable mencionar que la producción mundial se ha incrementado de 20.000 millones de litros anuales en 2001 a 100.000 millones de litros en 2011, lo que representa un aumento del 500%. (CSA, 2013).

En este punto, resulta necesario plantear que existe una externalidad negativa en el uso de biocombustibles, que radica en el hecho de que destinar fuentes originalmente alimenticias a la producción de energías renovables es uno de los motivos por los que han aumentado los precios de los alimentos en los últimos 10 años. Si bien no todas las formas de biocombustible inciden de la misma forma y el uso de estas nuevas fuentes no han sido el único factor que ha incidido en el aumento de los precios de los alimentos, el Grupo de Alto Nivel de Expertos en Seguridad Alimentaria y Nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial que depende de la FAO, en su informe del año 2013 ha indicado que existe una relación lineal y positiva entre el aumento de los precios de los alimentos y la mayor utilización de biocombustibles.

Siendo uno de los principales exportadores mundiales de cereales y oleaginosas, es posible afirmar que Argentina posee condiciones agronómicas y forestales adecuadas para el desarrollo de energías renovables, principalmente por biomasa y biocombustibles. Como ha se ha hecho referencia anteriormente, resulta poco verosímil pensar en una escisión entre crecimiento económico y abastecimiento de energía, de la misma forma que incluso en el caso en que se implemente un plan adecuado de inversiones para explotar la riqueza en combustibles fósiles no tradicionales de Vaca Muerta, esta deberá ser complementada con fuentes renovables para asegurar la sustentabilidad de abastecimiento en el mediano-largo plazo.

La sustentabilidad y la tendencia hacia la autonomía energética son, entonces, objetivos irrenunciables para un país que busca un futuro con altos niveles de empleo, estabilidad macroeconómica y crecimiento sostenidos.

Como afirma FAO (2009), a continuación se mencionan algunos de los beneficios más notables que pueden obtenerse con el desarrollo, producción y consumo de bioenergía y biocombustibles:

- Diversificación de la matriz energética, incluyendo nuevos actores del Sector agrícola y forestal;
- Reducción de emisiones con efecto invernadero y consecuente mejora de la salud pública;
- Agregado de valor a la producción agrícola, hoy excesivamente limitada por ciertos commodities;
- Introducción de zonas actualmente marginales para la producción agrícola y forestal, con desarrollo concomitante de las economías regionales, hoy altamente deterioradas;
- Creación de empleo en zonas rurales, con la consiguiente estabilización de la población en zonas que actualmente son “expulsoras” de mano de obra;
- Posibilidad de generación de acreencias en el mercado de bonos de reducción de emisiones de carbono.

Sin perjuicio de los beneficios y externalidades positivas antes mencionados, resulta necesario también mencionar que existen barreras técnicas, económicas y financieras e institucionales que dificultan la penetración de la incidencia de la utilización de bioenergías y biocombustibles en el agregado de la oferta energética Nacional. A continuación, se realiza una breve enumeración de las principales problemáticas que se presentan en cada tipo de barrera:

Técnicas: insuficiente información sobre recursos, mala asignación de los mismos respecto de su demanda o infraestructura disponible para su explotación o el insuficiente stock de conocimiento para el diseño, operación, construcción y mantenimiento de proyectos de pequeña escala.

Económicas y financieras: altos costos de inversión en equipamiento y transaccionales, dificultades de tramitación para proyectos de pequeña escala, problemas de competitividad de ciertos proyectos por el impacto de determinados subsidios, bajos incentivos para la industrialización de biomasa y biocombustibles y falta de I+D para la disminución de costos.

Institucionales: necesidad de conciliación entre la política energética y ambiental, falta de incentivos y señales tanto en el sector público como en el privado, falta de consideración de ciertas externalidades, tendencia a la expansión de la red en perjuicio del aprovechamiento de la potencial generación de energía en ciertas regiones con otros recursos, sobrerregulación y/o subregulación por falta de competencia técnica por parte de organismos públicos -principalmente a nivel provincial y municipal-, falta de financiación coordinada con organismos multilaterales de crédito y búsqueda de conciliación de intereses de pequeños, medianos y grandes productores a través de la creación de incentivos por medio de la regulación.

Con respecto a la relación entre crecimiento económico y uso de energías renovables, resulta pertinente referenciar los siguientes trabajos destacados por Greenpeace (2014):

- En el año 2008 Chien y Hu analizan los efectos de las energías renovables en el PIB de 116 economías para el año 2003. Utilizando un modelo de ecuaciones estructurales en el que los autores desagregaban el PIB utilizando la “aproximación del gasto”, el estudio concluye que las energías renovables tienen un efecto indirecto positivo sobre el PIB debido al incremento de la formación de capital. Sin embargo, estos autores también señalan en su informe que las energías renovables no tienen efecto positivo sobre la balanza comercial.
- En 2009, el estudio realizado por Sadorsky, en el que se utilizan técnicas de cointegración con datos de panel para 18 economías emergentes, concluye que existe una relación positiva entre el ingreso real per cápita de un país y el consumo per cápita de energía renovable. Sin embargo, el estudio no demuestra una relación bidireccional entre estas dos variables.
- En el año 2010 el estudio realizado por Apergis y J.E. Payne utilizando datos de panel para el periodo de tiempo comprendido entre 1985 y 2005 para 20 países de la OCDE encuentra una relación positiva entre el consumo de energía renovable y el crecimiento económico. En este estudio, los autores constatan que un aumento del 1% en el consumo de energía renovable se traduce en un incremento del 0,76% en

el PIB nacional. Además, las renovables también afectarían indirectamente al PIB de los países analizados a través de la formación de capital. En este caso, usando el test de causalidad de Granger se demuestra que la relación entre ambas variables es bidireccional, tanto a corto como a largo plazo.

- En esta línea, el estudio realizado por Tugcu et al. en 2012 analiza la relación entre energías renovables y no renovables y el crecimiento económico de los países pertenecientes al G7, concluyendo que existe una relación causal entre ambas variables (energías renovables y crecimiento económico).

Sin embargo, distintamente a lo concluido en los trabajos anteriores, el estudio realizado por S. Silva et al. en 2011 en el que se emplea una metodología de modelos autoregresivos para el periodo 1960-2004 utilizando tres variables para cuatro países (Dinamarca, España, Estados Unidos y Portugal, países con diferentes niveles de desarrollo económico, social y distintas estructuras económicas pero con similitudes en la apuesta por la inversión en renovables en las últimas décadas), concluye que el incremento de energías renovables ha tenido repercusiones inicialmente negativas para los países analizados en términos de PIB per cápita (exceptuando el caso de los Estados Unidos) aunque, en todos los casos ha contribuido a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Otro indicador macroeconómico que se estima puede ser incrementado por políticas activas de implementación de fuentes renovables, es la creación de empleo directo e indirecto. Según destaca Greenpeace (2014), son varios los estudios que demuestran la relación positiva entre la apuesta por un incremento de las energías renovables y un aumento proporcional de la demanda de empleos, directos e indirectos, relacionados con este sector (André et al., REN-21, 2011; Agencia Internacional de la Energía (AIE), 2010; etc.). A nivel internacional, en el año 2008 el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2008), cifraba el número de empleos relacionados (directa o indirectamente) con las energías renovables en 2,3 millones de puestos de trabajo, aproximadamente. Más recientemente, en el año 2011, un informe realizado por la Agencia Internacional de la Energía Renovable (IRENA) estimaba un crecimiento bruto constante del empleo relacionado con el sector eléctrico renovable y con el biogás, pasando de 1,3 millones

de puestos de trabajo en 2004 a 3,5 millones en 2010 a nivel mundial. De ellos, 630.000 estaban relacionados con la energía eólica, 350.000 con la solar y más de 1.500.000 con el biogás.

Al desafío por la disminución del impacto ambiental, se suman los de equidad social y universalización de los servicios públicos. Por ende, además de los factores ambientales, resulta necesario mencionar que el uso de fuentes de energía renovables puede generar amplio impacto en el desarrollo económico. En este sentido, existen varios estudios que buscan medir el impacto de las nuevas tecnologías en la creación de valor agregado, generación de empleo, valor social, recaudación tributaria, inversión en I+D, nivel de producto, entre otros.

### **3. El biodiesel como Energía Renovable**

La producción global de biodiesel se ha más que duplicado desde 14,18 millones de toneladas en 2008 hasta 29,12 millones de toneladas en 2014. Por su parte, la producción mundial de etanol registró un crecimiento de casi un 6% en 2013, pasando de una producción total de 82.6 miles de millones de litros (Mml) a 87.2 Mml, más del doble de lo producido en 2007 pero aún así, el uso de combustibles sustentables resulta menos del 10 por ciento de la oferta global de combustibles para el transporte, que es su principal demandante. Cerca del 90 por ciento de la producción proviene de USA, Brasil, y la UE. La producción podrá expandirse a otros países en la medida que programas de promoción en países como India, Malasia y China sean exitosos. Las principales materias primas, o insumos, actualmente usados para producir biocombustibles son maíz, caña de azúcar y aceites vegetales.

Técnicamente, el biodiesel es un biocombustible sintético líquido que se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales mediante procesos llamados esterificación y transesterificación. El resultado de este proceso se aplica en la preparación de sustitutos totales o parciales del combustible regular que se obtiene del petróleo. Según las perspectivas agrícolas de FAO para el período 2014-2024, se espera para ese período un incremento de la producción mundial de etanol y biodiesel, sustentado principalmente por cultivos alimenticios. Principalmente, debido a la falta de I+D en biocombustibles avanzados.

Asimismo, el informe anteriormente mencionado indica que no son únicamente las fuerzas del mercado, sino las políticas públicas las que fomentan la implementación de estas tecnologías. La evolución de los mercados de biocombustibles que se produzcan en la próxima década está condicionada al supuesto de que la mayoría de los biocombustibles que se produzcan en ese período se basen en materias primas agrícolas. Esto, a su vez, debe ser tomado en cuenta y tener un seguimiento eficaz por parte del Estado para preservar costos directos o indirectos en el medio ambiente y en el uso de los suelos.

Si bien los incrementos en la producción, la demanda y el precio de los biocombustibles proyectados por FAO son moderados, Argentina tiene una buena oportunidad para consolidarse entre los principales países exportadores de Energía renovable, especialmente con biodiesel. Esto permite generar una complementariedad geoestratégica con Brasil, que es pionero en la producción, consumo y exportación de etanol. El incremento de la demanda externa, la incertidumbre con el precio del crudo y las políticas internas que alienten la producción y el uso de biodiesel son todas variables que se estima acompañarán las decisiones de inversión en este Área.

Los principales países a donde se destinan las exportaciones de biocombustibles son Estados Unidos, la Unión Europea, Japón y Canadá. La tendencia a la disminución en el precio del petróleo da lugar a estimar que en el corto plazo se incremente la demanda de gasolina.

La proyección de FAO otorga a la Argentina un lugar preponderante en la exportación de biodiesel, pero haciendo las salvedades de que deberá cumplir con las normas de calidad de los países a los que envía su producto así como también los requerimientos internos que se estima tendrán lugar en el marco de la política energética.

Por lo dicho anteriormente, la producción de biodiesel no es solamente viable desde el punto de vista geográfico y técnico, sino que es esperable que genere externalidades positivas en materia de independencia energética, sustentabilidad y desarrollo económico.

#### 4. *Jatropha*: características y potencial

Puntualmente, el cultivo de *jatropha* podría resultar de especial interés para el país al compararlo con otros tipos de energía renovable, teniendo en cuenta que su producción no es rival con productos alimenticios (a la vez que no induciría a un aumento del precio de los mismos), existe un elevado *know how* agrícola, resiste elevadas amplitudes térmicas, requiere poco riego, soporta heladas y sequías y es cultivable en tierras de baja calidad.

Como se mencionó anteriormente, al no ser apto para consumo humano, esta oleaginosa de porte arbustivo y originaria de América Central, no es rival con las producciones de alimentos. Cabe destacar además que el uso del suelo propuesto para desarrollar la *jatropha*, conocida también como piñón, es marginal en términos cuantitativos, por lo que se entiende no existe costo de oportunidad por renunciar a ampliar la oferta de cultivos alimenticios para hacer que su precio tienda a la baja.

Por otro lado, resulta importante destacar que, por las características anteriormente especificadas, este cultivo es una opción con potencial para pequeños terratenientes y para el desarrollo de áreas rurales postergadas, así como también para la rehabilitación de suelos.

Una de las dificultades que presenta el uso de este cultivo es que se requiere inversión en investigación para desarrollar un genotipo de alto rendimiento, toda vez que el origen de esta planta es de origen salvaje y sus rendimientos entre una especie y otra pueden resultar muy variables, lo que presentaría un riesgo adicional para la inversión.

En la actualidad existen numerosas empresas que se dedican a investigar y comercializar las variedades genéticas de *jatropha* que prometen mejores rendimientos.

Desde el punto de vista técnico, es necesario destacar que este cultivo soporta altas temperaturas y bajas precipitaciones, teniendo un ciclo de vida estimado en 40 años. La producción total de la *jatropha* se espera a partir del cuarto año y la misma es estimada entre 6 a 8 toneladas por hectárea sembrada, las cuales generan un rinde de entre 35% y 40% de aceite. En el presente trabajo se estima la producción en 8 toneladas por hectárea y con un rinde de 35% para aceite, 59% de torta (fruto luego de ser prensado) y 5% de deshecho con valor comercial. En este punto, resulta

importante señalar que la torta tiene un elevado nivel de proteína de buena calidad (54% aproximadamente) que se utiliza como fertilizante y que el 1% de la producción se pierde en el proceso de extracción. (Tominaga, 2007)

En el primer año, la productividad esperada por planta es de 100 gramos, en el segundo ronda los 500 gramos, en el tercero se esperan unos 2000 gramos, para, a partir del cuarto año de vida de la planta, comenzar a obtener una producción relativamente homogénea anual de 4000 gramos. Si bien el rinde es esperable que sea variable entre una planta y otra, existe una fórmula para calcular la productividad esperada:

Productividad = NR . NFR . 2.5 . 0.6, donde:

NR = Número de ramificaciones desde la base

NFR = Número medio de frutos por racimo

2.5 es el número medio de semillas por fruto

0.6 es el peso medio de la semilla en gramos. (Tominaga, 2007)

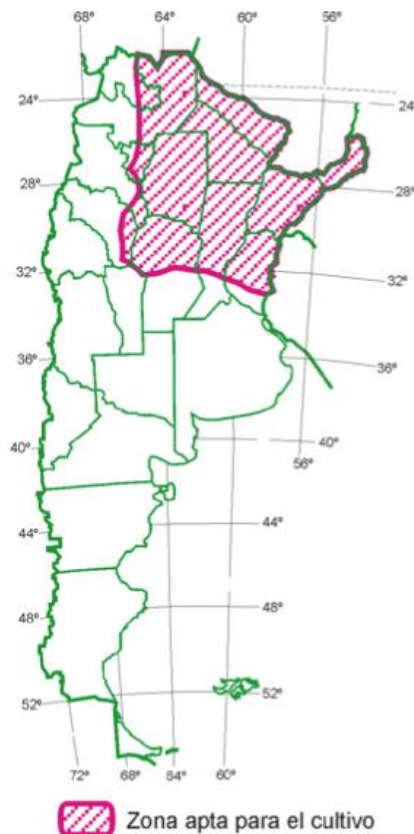
Desde el punto de vista del rendimiento cuantitativo, se espera por hectárea obtener entonces 0,4 toneladas el primer año, 3 el segundo, 5 el tercero hasta estabilizarse la producción en 8 toneladas por hectárea a partir del cuarto año. Asimismo, continuando con las características técnicas del cultivo, se estima pertinente destacar que el mismo tolera lluvias de 400 a 2400 milímetros por año, soporta ciertos períodos de sequía, optimiza su rendimiento con temperaturas medias de 18° a 28° C, no es tolerante a heladas prolongadas, se desenvuelve mejor en regiones de entre 0 y 1000 sobre el nivel del mar y, si bien tiene un buen desempeño en suelos arenosos, áridos y/o degradados, no le son propicios aquellos que tienen problemas de drenaje.

## **5. Norte de Santa Fe: coyuntura y problemática actuales**

Como se hiciera hincapié antes, se busca demostrar la factibilidad de realizar un proyecto de inversión en jatropha en el norte de la Provincia de Santa Fe. Para esto, se tomará como base la georreferenciación realizada por Falasca y Ulberich



(2007), quienes han sometido a prueba este cultivo en diferentes condiciones de temperatura, riego y tipología de suelo, concluyendo la siguiente área óptima de zona para el cultivo:



Fuente: Falasca y Ulberich (2007)

Por su parte, gobierno de la Provincia de Santa Fe ha hecho del desarrollo de sus localidades del norte uno de los principales objetivos de política. Como se explica en el documento “Plan del Norte” de 2016, los Departamentos de 9 de Julio, Vera y General Obligado, han aportado recursos a lo largo de la historia de la provincia de los cuales no han visto proporcional retorno. Este extenso y poco habitado territorio, explotado bajo modelos productivos extractivos poco desarrollados, fue condicionado estructuralmente y ha acumulado obstáculos para su crecimiento. En vistas de perseguir el objetivo antes mencionado, se ha aprobado en 2016 un proyecto de ley que sistematiza la orientación de las políticas públicas orientadas a generar impacto en el desarrollo de la zona.

Los principales cultivos de la región son girasol, soja, maíz y algodón, aunque esta zona tiene como actividad principal la ganadería de cría extensiva, donde la

agricultura de "commodities" presenta altos riesgos, por lo que el conocimiento detallado de los recursos naturales se vuelve de importancia a la hora de pensar en producciones alternativas y sustentables.

En términos climáticos, los tres departamentos comparten un mismo tipo, subtropical de estación seca, con un promedio alto de temperatura acentuado hacia el oeste, y alternancias entre lluvias y sequías (especialmente hacia el oeste en la zona del departamento 9 de Julio). En los últimos años, la prolongación de las sequías ha disminuido dichas alternancias.

Si bien la Provincia de Santa Fe es una llanura de entre 0 y 150 metros sobre el nivel del mar, en el ángulo noroeste se extiende una zona baja que dificulta el drenaje de los suelos. No obstante, esta región se caracteriza por tener el período libre de heladas más extenso, lo que le da un atractivo para el cultivo de la jatropha.

En virtud de lo hasta aquí explicado, resulta pertinente ahondar en la potencialidad de la jatropha como alternativa para la generación de energía renovable en esta zona debido a que: permitiría un ahorro de divisas en recursos energéticos tradicionales; contribuiría a la generación de empleo y desarrollo de los departamentos del norte de la provincia de Santa Fe; existen buenos recursos humanos y conocimiento suficiente en materia agrícola; los recursos de capital que requeriría este tipo de producción no son prohibitivos, como puede ocurrir en el caso de ciertos tipos de energía tradicional y porque hay indicios para pensar que, al ser explotable el cultivo de jatropha por pequeños productores con escasos recursos (Brittaine y Lutaladio para FAO, 2010), su mercado tenderá a ser competitivo, no dando lugar a la conformación de monopolios.

Según lo detallado por el Gobierno de la Provincia de Santa Fe en su documento mencionado ut supra, el objetivo de desarrollar el norte de la Provincia se aborda desde tres puntos estratégicos: integración territorial, arraigo regional y economía para el desarrollo. Se buscará mostrar mediante el trabajo que aquí se propone que el cultivo de la jatropha y sus externalidades, agregarían valor en los tres sentidos.

## **6. Diseño de un Proyecto de Inversión rentable y técnicamente viable en jatropha**

Con el objeto de analizar la viabilidad de la producción de jatropha y su

factibilidad financiera, se llevará a cabo la evaluación de un Proyecto de Inversión analizando tres escenarios: pesimista, esperado y optimista. El criterio de decisión que se adoptará para determinar la rentabilidad del proyecto es el Valor Actual Neto (VAN). El mismo se impone por sobre otros criterios de decisión debido a que tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo, depende únicamente de los flujos de tesorería previstos procedentes del proyecto y del coste de oportunidad del capital y permite sumar los valores de diferentes proyectos, permitiendo así descartar los que tengan signo negativo. No obstante lo anterior, existen otros criterios de decisión que pueden utilizarse de forma complementaria para decidir sobre la viabilidad de realizar determinados proyectos de inversión. (Brea ley, Myers y Allen, 2010).

El proyecto que se analizará es para un cultivo inicial de 25 hectáreas en la zona de Santa Margarita, departamento de General Obligado. Según lo indicado por Compañía Argentina de Tierras S.A<sup>3</sup>., se ha estimado un valor de referencia de USD 1000 por hectárea de producción agrícola.

## **6.1 Viabilidad operativa**

Los factores más importantes que se deben tener en cuenta para la factibilidad operativa son, entre otros, la tecnología disponible, las características geográficas, la infraestructura logística, los aspectos institucionales/gubernamentales que regulan la actividad, la calidad de la mano de obra disponible y los factores climáticos.

Dadas las características de la jatropha, se estima que el NOA y el NEA son las regiones de Argentina donde este cultivo mejor se adaptaría. Por su similitud geográfica y climática y su cercanía, el norte de la Provincia de Santa Fe resulta ser una zona donde es viable operativamente desarrollar este cultivo.

Actualmente, la zona cuenta con buena conectividad de caminos y rutas, independientemente de la existencia de varios tramos deteriorados, sobre todo en rutas provinciales 98, 95 y 178. En este sentido, la región con mejor accesibilidad es la noreste, pues por allí pasa la Ruta Nacional N° 11 mediante la cual se logra fácil conectividad entre la ciudad de Reconquista y las ciudades de Resistencia, Corrientes, Santa Fe, Paraná y Rosario, siendo esta última especialmente estratégica

---

<sup>3</sup> Consultado el 01/05/17 en <http://www.cadetierras.com.ar/estadisticas/valor-de-la-tierra-en-argentina/valor-de-la-tierra-en-santa-fe/>

por su puerto. En este aspecto, resulta esperable que se permita minimizar costos a escala si se tienen en cuenta las obras proyectadas para el Plan del Norte de la Provincia de Santa Fe y el Plan Belgrano a nivel Nacional. Si bien este último no incluye a la Provincia de Santa Fe, sí contempla un importante nivel de inversión en infraestructura para las provincias limítrofes.

Otro aspecto importante respecto de la viabilidad operativa es el de la maquinaria necesaria. En la investigación llevada a cabo para la realización del presente trabajo ha resultado difícil encontrar experiencias que sean certeras para el cultivo de *jatropha*, pero mediante entrevistas con un productor agrícola y un ingeniero agrónomo se ha estimado que, teniendo en cuenta la escala del proyecto que se plantea, resultaría suficiente una prensa extrusora de aceite de oliva, cuyo valor rondaría los USD 5.000 y requeriría mínimos detalles de adecuación para el prensado de la semilla de *jatropha*. Respecto a este punto, es importante mencionar que se ha contemplado la posibilidad de tercerizar el proceso de extracción, pero el mismo ha resultado excesivamente costoso.

## **6.2 Viabilidad técnica**

En este punto, se debe estudiar si es viable agronómica y tecnológicamente la producción del *Jatropha* en la región propuesta. En otras palabras, es necesario estudiar si el *know how* disponible resulta viable desde el punto de vista de los costos.

Respecto de la adaptabilidad del cultivo, la subespecie sobre la que se realiza el presente trabajo es la *jatropha curcas*, por ser la que tiene mayor cantidad de información y experiencias disponibles para su análisis. La misma es originaria de América Central y posee las características de adaptabilidad al suelo y clima que se han reseñado con anterioridad.

Para la siembra, se ha tenido en cuenta lo descrito en el manual de Cultivos Energéticos S.R.L<sup>4</sup>, en el cual se estima que en 1 kilogramo hay aproximadamente 1500 semillas, siendo necesarias unas 2750 por hectárea. Esto es así por estimarse

---

<sup>4</sup> Ficha técnica disponible en [http://www.jatrophacurcasweb.com.ar/docs/ficha\\_tecnica\\_200807.pdf](http://www.jatrophacurcasweb.com.ar/docs/ficha_tecnica_200807.pdf)

que aproximadamente el 90% de las semillas plantadas germinarán y se obtendrá un resultado de 2500 plantas por hectárea.

Algunos de los aspectos que resultan más atractivos a la hora de la estimación de costos, es el hecho de que la planta no necesita riego constante ni fertilizantes en cantidad, independientemente del hecho de que estos podrían hacer mejorar su rinde. Asimismo, el hecho de que no se necesita contar con tierras de gran calidad, permite diseñar el proyecto adquiriendo la tierra.

La gran cantidad de experiencias que hay en Argentina en producción de biodiesel, principalmente extraído del poroto de soja, permite inferir que el proyecto es viable desde el punto de vista técnico, según lo manifestado por los ingenieros agrónomos consultados.

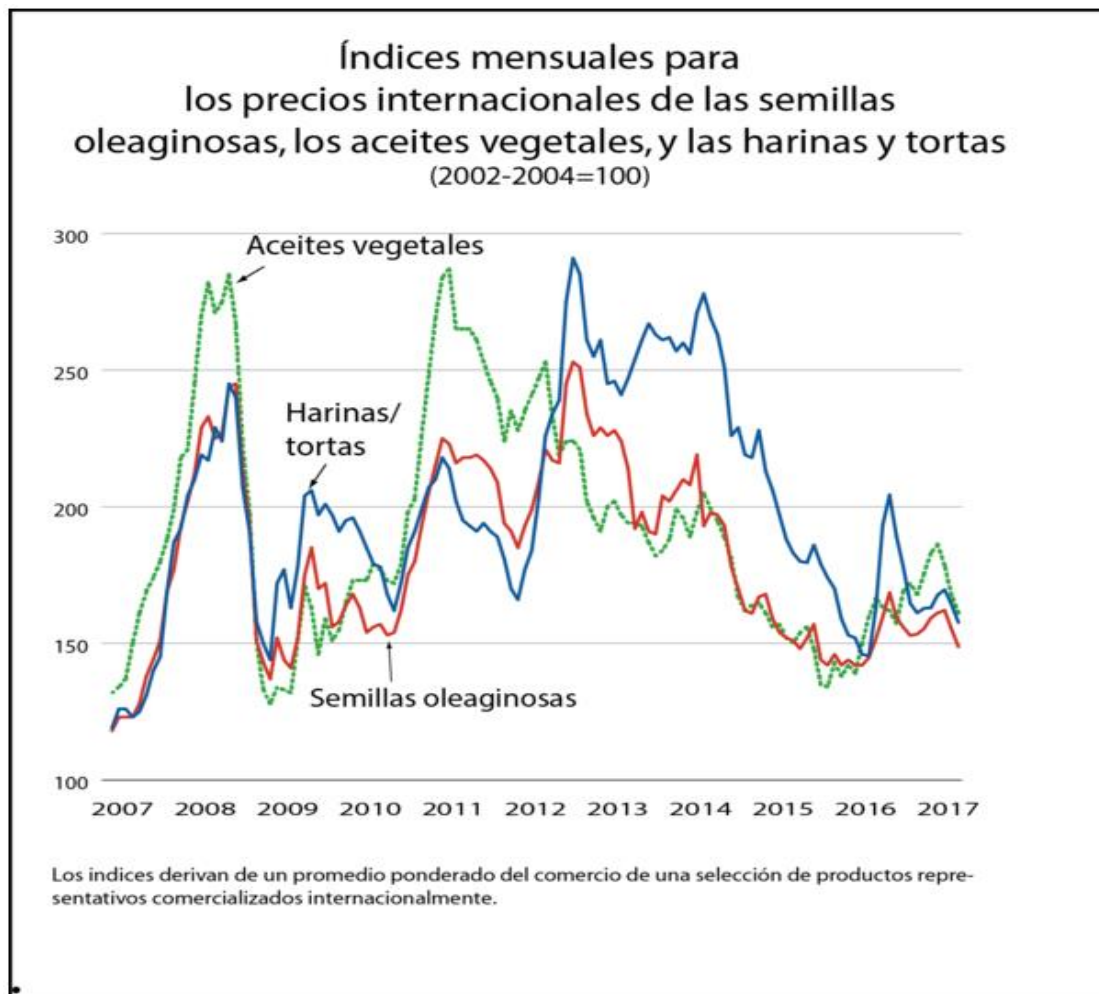
### **6.3 Viabilidad económica**

Para cualquier proyecto de inversión agrícola, las dos variables que resultan determinantes son el precio de venta de la producción y el rinde del cultivo en términos cuantitativos. (Román, 2001)

Según se indicó anteriormente, el rinde esperado de la planta a partir del cuarto año de vida se estima homogéneo en 6 a 8 toneladas anuales, dejando pendiente el análisis del precio. Para analizar este último, es necesario hacer referencia a la distribución de la utilización del fruto anteriormente explicada. En concreto, se requiere estimar el precio de venta del aceite, la torta y el residuo de jatropha. Para esto, se tomaron los precios de referencia descritos en Agote para la Universidad de San Andrés (2010). Asimismo, se ha procedido a su pertinente deflactación según lo indicado en FAO (2017)<sup>5</sup> y reflejado en el siguiente gráfico:

---

<sup>5</sup> <http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/oleaginosas/indices-de-precios-para-las-semillas-oleaginosas-y-productos-derivados/es/>



Fuente: FAO

De la serie de evolución de precios citada en el documento de FAO antes reseñado, se han formulado los distintos escenarios para el análisis del presente proyecto. En el pesimista, se ha estimado un precio de USD 480 para el aceite de jatropha, USD 64 para la torta y USD 95 para el residuo. En el escenario esperado, el valor del aceite es de USD 612, el de la torta es de USD 73 y el del residuo es de USD 116. Mientras que en el escenario optimista, el valor del aceite es USD 830, el de la torta USD 82 y el del residuo de USD 134. Todos los precios anteriores se expresan en valores FOB.

Respecto del costo de transporte, se tomó el valor expresado en Agote (2010) y se actualizó su valor el índice disponible en <http://www.thebillionpricesproject.com/argentina/>, el cual permitió estimar un costo inicial de \$1250 por tonelada hasta el puerto de Rosario para el primer año. Todos los demás costos se han obtenido de

las formas antes explicitadas para algunos casos y mediante entrevistas con expertos para los restantes.

### 6.3.1 Rentabilidad

Si bien los flujos de fondo completos del estudio se adjuntan al presente a modo de anexo, resulta pertinente destacar los resultados más importantes:

	Pesimista	Esperado	Optimista
VAN	-\$499,299.26	\$110,462.40	\$1,056,879.19
TIR	7.11%	21.81%	39.78%
Tasa de descuento	19.50%	19.50%	19.50%

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el cuadro se reportan pérdidas en el escenario pesimista, pero el proyecto resulta viable en los otros dos. Al respecto, resultan auspiciosas las perspectivas de FAO respecto a la evolución de los precios en el futuro.

Si bien los precios estimados de venta descriptos en el desarrollo del presente trabajo han sido expresados en dólares estadounidenses, todos los flujos de fondos estimados se han desarrollado en pesos corrientes. Al efecto de homogeneizar monedas y de proyectar su comportamiento en el tiempo, se ha utilizado el informe de Situación Argentina confeccionado por BBVA Research<sup>6</sup>. Se utilizó como tasa de descuento la tasa BADLAR expresada en el documento antes mencionado.

### 6.3.2 Riesgo

Para el estudio de la viabilidad del proyecto, es necesario estudiar los aspectos que pueden amenazar las rentabilidades antes calculadas y que no son variables controlables dentro del modelo diseñado para el mismo.

El primer riesgo al que se hará mención es el más básico que puede alterar cualquier proyecto agrícola, que es el factor climático. Si bien, como se expresó antes, la jatropha es altamente resistente la escasez de precipitaciones y a las altas temperaturas, este cultivo puede verse severamente afectado por heladas prolongadas. Como se expresó anteriormente, no es esperable que esto ocurra en el

---

<sup>6</sup> Disponible en:

[https://www.bbvarsearch.com/wpcontent/uploads/2017/05/1705\\_SituacionArgentina\\_2T17.pdf](https://www.bbvarsearch.com/wpcontent/uploads/2017/05/1705_SituacionArgentina_2T17.pdf)

Departamento de General Obligado, pero sí debe tenerse en cuenta para diseñar planes de contingencia.

Por otro lado, resulta determinante mencionar la incidencia del precio del petróleo en cualquier tipo de proyecto vinculado a energía. Debe tenerse en claro que no se busca sustituir directamente petróleo por biodiesel, sino complementar la utilización de uno y otro. Pero en la actualidad, la producción de energías alternativas es viable económicamente si el precio del petróleo no es excesivamente bajo. Caso contrario, los inversores pierden incentivo para diversificar la Matriz Energética.

Asimismo, resulta necesario tener presente la proyección del precio de la soja, pues es este el principal competidor de la potencial producción de jatropha. Dado que se espera que la diferencia entre el aceite de soja y de jatropha para la producción de biodiesel sea apenas marginal, un desplome de precios e la cadena de valor de la soja puede resultar sumamente peligroso para la rentabilidad de la jatropha.

## **7. Impacto en el desarrollo de la región**

Existen muchas formas de cuantificar el impacto del uso de energías renovables en el desarrollo regional. Desde el punto de vista técnico, es posible plantear la potencialidad del modelo JEDI (Job and Economic Development Impact) según lo descrito por Del Rosso y Ghia (2012). Este modelo representa la cadena de valor que una actividad determinada origina sobre otras actividades relacionadas directa e indirectamente. Más específicamente, es un modelo econométrico de simulación del impacto económico y creación de puestos de trabajo en el desarrollo de proyectos de energía que tiene el potencial de permitir tomar correctas decisiones desde los sectores público y privado. El modelo evalúa tres impactos independientes para cada gasto realizado por el proyecto productivo: directa, inducida e indirectamente, a través de multiplicadores de la industria que trazan los vínculos de abastecimiento dentro de la Economía. Estos, a su vez, se derivan de los cambios en la actividad económica relacionados con los cambios en la demanda de bienes y servicios en el año en que son calculados.

Otro abordaje pertinente es el de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE). Este concepto es más amplio que la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) tradicional porque busca extender el análisis a planes, políticas gubernamentales y programas de acción ya establecidos. Un proceso típico de EAE se conforma por las



siguientes etapas (Clark, 1997): Visión preliminar (screening), Focalización (scoping), Información básica, Predicción de impactos ambientales, Informe, Revisión, Monitoreo. Todo esto con el objeto de estimar en qué medida la articulación pública y privada se complementan para que haya crecimiento económico genuino sin externalidades negativas desde el punto de vista ambiental.

Ambas teorías antes propuestas, si bien pertinentes desde el punto de vista técnico, presentan la dificultad con respecto a este trabajo de que son herramientas para evaluar situaciones ex post. Es decir, sirven para medir el efecto de un proyecto o una política en una región una vez que la misma ya ha tenido lugar. Lo anterior no solamente excede los objetivos del ejercicio realizado hasta este punto, sino que no resulta posible aplicarlos por el hecho de que mediante el presente trabajo se está proponiendo un proyecto que aún no ha tenido lugar.

Teniendo en cuenta lo anterior, el abordaje se realizará a través de un modelo acotado de Teoría de los Juegos que permite inferir el impacto a futuro del proyecto de inversión que se propuso anteriormente, según lo desarrollado por Díaz y otros (2013). En este trabajo, el pilar del crecimiento económico es la inversión, la cual depende principalmente de la credibilidad y previsibilidad de las políticas públicas y la transparencia en la gestión gubernamental. Atraer inversiones resulta ser entonces un objetivo de política primordial, dándose la particularidad de que muchas veces los mismos problemas por los cuales los gobiernos no pueden atraerlas son los motivos que llevan a tomar la decisión de rechazarlas. A modo de ejemplo y, en línea con un punto tratado anteriormente, Díaz plantea que, en ocasiones, los problemas de regulación son el motivo por el cual las inversiones no llegan y, a la vez, el motivo por el cual se terminan rechazando o desistiendo proyectos viables. En suma, esta situación muchas veces provoca que las inversiones se redireccionen hacia las ciudades más ricas, en detrimento de regiones más vulnerables, aumentando la brecha entre las más ricas y las más pobres. Esto es totalmente consistente con lo planteado por el Gobierno de la Provincia de Santa Fe con respecto a la situación de los Departamentos de General Obligado, 9 de Julio y Vera con respecto a los departamentos ricos de la Provincia.

Resulta entonces primordial dedicar esfuerzos hacia el sistema de señales que se da a los *animal spirits*, si lo que se pretende es redireccionar la inversión hacia una zona de pocos recursos como es el norte de Santa Fe. Ante la crisis energética que afronta nuestro país, todo proyecto innovador resulta de especial atractivo para

mejorar la reputación y, por ende, el *signaling* local para atraer capitales de riesgo. Las señales que permitan inferir una buena reputación del Gobierno, son un sinónimo de cierta garantía para el potencial inversor quien, a su vez, es lo que pretende para no exigir rentabilidades más altas por percibir que está asumiendo un mayor riesgo. Los gobiernos que tienen éxito en lo antes explicado, es lo que Díaz llama “buen gobierno”.

Lo anterior puede plantearse como un esquema en el que los “buenos gobiernos” adoptan la estrategia de diferenciarse incentivando proyectos innovadores como el planteado en este trabajo o no, mientras que los malos gobiernos no podrán adoptar la misma estrategia puesto que no emiten señales que incentiven a los inversores a tomar riesgo en su región.

Valiéndonos de la Teoría de los Juegos, se puede esquematizar el planteo anterior mediante un juego tal en el que se supone la existencia de un conjunto de Firmas (F) y un Gobierno (G) que ejerce un buen tipo de gobierno porque incentiva proyectos de inversión innovadores, como el que se propone para la jatropa. El Gobierno puede optar por aceptar (A) o rechazar (R) los proyectos innovadores (p) presentados por las Firmas en función de su beneficio esperado (b) y del resultado esperado (r) de una ecuación costo-beneficio económico, político y social.

A su vez, las Firmas pueden ejecutar (E) o no ejecutar (N) el proyecto. Esto dependerá de la rentabilidad esperada (i)

Lo anterior se puede representar de la siguiente forma:

		<b>F</b>	
		E	N
<b>G</b>	A*	$r+b^*+p ; i$	$r+p ; 0$
	R*	$r+p ; 0$	$r+p ; 0$

Fuente: Diaz y otros (2013)

El equilibrio de este juego es entonces el vector (A\*;i), donde el Gobierno ha utilizado proyectos de inversión innovadores para atraer inversiones que devienen en crecimiento y desarrollo de la región. Y el efecto es mayor aún, porque las empresas siempre preferirán un G\*, por lo que llevan a cabo todos los proyectos con rentabilidad esperada positiva.

## Conclusiones

A lo largo del presente trabajo se procuró proponer un proyecto de inversión en energías renovables teniendo como base el cultivo de *jatropha* en el norte de la provincia de Santa Fe. El abordaje de temáticas tan disímiles entre sí como la coyuntura de la Matriz Energética Argentina; la utilización de energías renovables; el impacto en los precios de otros bienes como por ejemplo, los alimentos; la viabilidad agronómica de un cultivo y el impacto que el mismo podría generar en la región, ha resultado por demás compleja para abarcar en un único trabajo, siendo que todos los temas ejemplificados antes ameritan abordajes estratégicos distintos. Sin embargo, a lo largo de éste desarrollo se buscó guardar relación entre la propuesta técnica y su análisis contextual y un marco más general para poder entenderlo. Creemos que, al menos parcialmente, la tarea pudo ser lograda.

Del análisis técnico y en relación al biodiesel, es importante avanzar con el desarrollo de cultivos no impliquen rivalidad con la Seguridad Alimentaria. En este sentido, consideramos que la *jatropha* es un proyecto totalmente pertinente y, a su vez, que puede ser cultivada en varias regiones de nuestro país.

Asimismo, si tomamos una perspectiva de desarrollo regional, en una provincia importante como es Santa Fe, podemos observar que la posibilidad del cultivo en el norte, que tradicionalmente es una región rezagada respecto a la situación media de esa Provincia, representa una oportunidad única para poder desarrollar un proyecto de inversión con alto impacto.

De los números analizados y, en el marco de las producciones agrícolas en nuestro país, que muchas veces suelen tener problemas de rentabilidad, no resulta extraño que en un escenario pesimista el VAN arroje un valor negativo. No así, en un escenario moderado, en el cual se obtiene una rentabilidad aceptable, lo que se potencia para el caso de un escenario optimista.

Por todo lo dicho, creemos que es importante avanzar en el desarrollo del proyecto, pretendiendo que el presente sea un elemento disparador que pueda permitir analizar otros proyectos similares en una primera escala como la que hemos propuesto que, ya sea con alcances limitados en el largo plazo, pueden mejorarse pensando en ampliarlos a una escala mayor. El hecho de haber podido obtener rentabilidades positivas esperadas para dos de los tres escenarios planteados,

representa una gran oportunidad para diversificar la matriz energética, contribuir al desarrollo de la región del norte santafecino y reducir la dependencia con el exterior generando empleo de calidad en las áreas circundantes.

## Bibliografía

- Agote, Ignacio. "Análisis de Las Viabilidades Y Desarrollo de Biodiesel a Base de Jatropha En Argentina." San Andres, (2010)
- Arana, Maximiliano. "Producciones Agropecuarias No Tradicionales En La Ciudad de Chabás: Impacto Sobre Las Economías Regionales Y Rol de Las Políticas Públicas En Su Comercializació" UAI, (2015)
- Blanco, María. "Biocombustibles vs Alimentos Previsiones de Precios, Flujos de Mercado E Impacto Ambiental." (2012)
- Brealey, Richard A Richard A et al. Fundamentos de Financiación Empresarial. McGraw-Hill Interamericana, (1993)
- Brittain, Richard, and NeBambi Lutaladio. "Integrated Crop Management Vol. 8–2010 Jatropha: A Smallholder Bioenergy Crop The Potential for Pro-Poor Development." (2010)
- Campisi, Silvina. Políticas de Desarrollo Local y Regional. (2010)
- CEPAL, NU. "Energía: Una Visión Sobre Los Retos Y Oportunidades En América Latina Y El Caribe." (2013).
- Clark, Brian D. "Alcance Y Objetivos de La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)." Estudios públicos 65 (1997).
- Costanza, Robert. Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability. Columbia University Press, (1992)
- Coviello, Manlio. Entorno Internacional Y Oportunidades Para El Desarrollo de Las Fuentes Renovables de Energía En Los Países de América Latina Y El Caribe. CEPAL, 2003.
- Currea, José Alberto Gaona, Armando Sarmiento, and Andres Etter. "Identificación de Áreas Aptas Para El Cultivo Del Piñón (Jatropha Curcas L.) En Colombia, Como Alternativa de Obtención de Biocombustible." Pontificia Universidad Javeriana, Carrera de Ecología, Bogotá Colombia (2009).
- de Juana Sardón, José María. Energías Renovables Para El Desarrollo. Editorial Paraninfo, (2003)
- Del Rosso, Alberto, and Andres Ghia. "Análisis Del Impacto Del Desarrollo De Generación Renovable En Las Economías Regionales." (2011)
- Diaz Bay, Javier "Cooperación Sur Sur: oportunidades y Desafíos, una visión sistémica para una Nueva Forma de Relacionamiento" (2013)
- Esteves, Alfredo, Juan Verstraete, and Rodolfo Vilapriñó. "Metodología de Evaluación Económica de Conservación de Energía Y Estrategias de Diseño Bioclimático." Mendoza. Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (2002)
- Falasca y Ulberich, "Posibilidades de éxito de jatropha curcas L en Argentina" (2007)
- Fallot, Abigail, and David Palacios Palacios. "¿ Por Qué Se Invierte En Plantaciones de Jatropha? Respuestas Desde Costa Rica." Energía,

- Desarrollo y Sustentabilidad (2013)
- FAO. "Enfoques de Desarrollo Territorial en Proyectos de Inversión. Estudios de Caso" (2012)
  - FAO. "Los Biocombustibles Y La Seguridad Alimentaria." (2011)
  - FAO. "Perspectivas Agrícolas 2015." (2015)
  - Fontaine, Ernesto R. "Evaluación Social de Proyectos." (1999)
  - Ganduglia, Federico et al. Manual de Biocombustibles. IICA, ARPEL, 2009.
  - Gobierno de Santa Fe. "Plan Del Norte (Santa Fe) - Libro."
  - González, Jesús Anelo. "Energías Renovables". Sindicato Independiente de Trabajadores de Cádiz, 2009
  - Greenpeace. "El Impacto de Las Energías Renovables Con Horizonte 2030." (2010)
  - Grupo Banco Mundial. El Banco Mundial Y El Medio Ambiente. Banco Mundial, 1991
  - Gudynas, Eduardo. "Buen Vivir: Germinando Alternativas Al Desarrollo." A+ A 28 (2011): 2. .
  - Gudynas, Eduardo "Debates Sobre El Desarrollo Y Sus Alternativas En América Latina: Una Breve Guía Heterodoxa." Más allá del desarrollo 1 (2011): 21–54. .
  - Gudynas, Eduardo. Ecología, Economía Y Ética Del Desarrollo Sostenible. San Diego University: Coscoroba, 2004. .
  - Gudynas, Eduardo, and Alberto Acosta. "La Renovación de La Crítica Al Desarrollo Y El Buen Vivir Como Alternativa." Utopía y praxis latinoamericana 16.53 (2011):
  - INTA. "Programa Nacional de Bioenergía." (2016)
  - Nochteff, Hugo. "¿Existe Una Política de Ciencia Y Tecnología En La Argentina? Un Enfoque Desde La Economía Política." Desarrollo económico (2002): 555–578.
  - Rengifo Alvear, Víctor Armando, and Felipe Álvarez. "Proyecto de Inversión Para La Comercialización de Biodiesel a Partir de La Planta de Jatropha Curcas En El Ecuador." (2011)
  - Román, Marcela E. Diseño Y Evaluación Financiera de Proyectos Agropecuarios. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires (Argentina). (2001)
  - Schmidt, Bob. "Jathropha as a Source of Renewable Energy." (2010)
  - Tominaga, Cultivo de Pinhão-Manso Para Produção de Biodiesel. Centro de Produções Técnicas, 2007
  - Weber, Juan Francisco, Héctor Ignacio Paoli, and Laureana Apestegui. "Microsimulador de Lluvia Portátil Para Estudios Hidrológicos." Tecnología y ciencia 9.18 (2010)
  - World Bank Group "Food Price Watch." 2012

## **Anexos – Flujos de fondos del Proyecto de Inversión:**

**ESCENARIO PESIMISTA (Por ha)**

	AÑO										
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
Precio Aceite (USD)	\$480,00	\$499,20	\$514,18	\$529,60	\$545,49	\$561,85	\$578,71	\$596,07	\$613,95	\$632,37	
Precio Torta (USD)	\$64,00	\$66,56	\$68,56	\$70,61	\$72,73	\$74,91	\$77,16	\$79,48	\$81,86	\$84,32	
Precio Residuo (USD)	\$95,00	\$98,80	\$101,76	\$104,82	\$107,96	\$111,20	\$114,54	\$117,97	\$121,51	\$125,16	
Aumento esperado de precios relacionados con biocombustibles	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	
Inflación esperada ARG	22,40%	12,90%	8,00%	5,00%	5,00%	5,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	
<b>INGRESOS</b>											
Ingresos por Venta A ceite	\$1.182,72	\$9.854,21	\$20.468,83	\$33.732,64	\$38.219,08	\$43.302,21	\$49.061,41	\$55.586,58	\$62.979,59	\$71.355,88	
Ingresos por Venta Torta	\$265,83	\$2.214,85	\$4.600,61	\$7.581,81	\$8.590,19	\$9.732,69	\$11.027,14	\$12.493,74	\$14.155,41	\$16.038,08	
Ingresos por Venta Residuo	\$33,44	\$278,62	\$578,73	\$953,75	\$1.080,60	\$1.224,32	\$1.387,15	\$1.571,64	\$1.780,67	\$2.017,50	
<b>Total Ingresos</b>	<b>\$1.481,99</b>	<b>\$12.347,67</b>	<b>\$25.648,18</b>	<b>\$42.268,20</b>	<b>\$47.889,87</b>	<b>\$54.259,22</b>	<b>\$61.475,70</b>	<b>\$69.651,96</b>	<b>\$78.915,68</b>	<b>\$89.411,46</b>	
<b>Producción (ton)</b>	0,40	3,00	5,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
<b>COSTOS/ITEM</b>											
Preparación del terreno	\$3.200,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	
Plantación	\$800,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	
Control de Malezas	\$800,00	\$903,20	\$975,46	\$1.024,23	\$1.075,44	\$1.129,21	\$1.163,09	\$1.197,98	\$1.233,92	\$1.270,94	
Agroquímicos	\$4.800,00	\$5.419,20	\$5.852,74	\$6.145,37	\$6.452,64	\$6.775,27	\$6.978,53	\$7.187,89	\$7.403,52	\$7.625,63	
Aplicación agroquímicos	\$800,00	\$903,20	\$975,46	\$1.024,23	\$1.075,44	\$1.129,21	\$1.163,09	\$1.197,98	\$1.233,92	\$1.270,94	
Flete (\$1250/tn para el año 1)	\$500,00	\$4.233,75	\$8.382,83	\$12.802,86	\$13.443,00	\$14.115,15	\$14.538,61	\$14.974,77	\$15.424,01	\$15.886,73	
Mantenimiento general	\$2.400,00	\$2.709,60	\$2.926,37	\$3.072,69	\$3.226,32	\$3.387,64	\$3.489,27	\$3.593,94	\$3.701,76	\$3.812,82	
Cosecha	\$2.000,00	\$2.258,00	\$2.438,64	\$2.560,57	\$2.688,60	\$2.823,03	\$2.907,72	\$2.994,95	\$3.084,80	\$3.177,35	
Impuestos (35%)	\$518,70	\$4.321,69	\$8.976,86	\$14.793,87	\$16.761,45	\$18.990,73	\$21.516,49	\$24.378,19	\$27.620,49	\$31.294,01	
<b>Total Costos</b>	<b>\$15.818,70</b>	<b>\$20.748,64</b>	<b>\$30.528,34</b>	<b>\$41.423,82</b>	<b>\$44.722,90</b>	<b>\$48.350,25</b>	<b>\$51.756,80</b>	<b>\$55.525,70</b>	<b>\$59.702,42</b>	<b>\$64.338,41</b>	
<b>Tipo de cambio</b>	\$17,60	\$18,80	\$20,68	\$22,75	\$25,02	\$27,53	\$30,28	\$33,31	\$36,64	\$40,30	
<b>INVERSIONES</b>											
Compra terreno	\$17.600,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	
Costo maquinaria para extracción	\$3.000,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	
Compra semillas	\$17,16	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	
<b>Total Inversiones</b>	<b>\$20.617,16</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	
<b>BENEFICIOS</b>											
	-\$34.953,87	-\$8.400,96	-\$4.880,17	\$844,38	\$3.166,97	\$5.908,97	\$9.718,90	\$14.126,26	\$19.213,25	\$25.073,05	

<b>VAN \$</b>	-\$19.971,97
<b>TIR</b>	7,11%
<b>TASA DE DESCUENTO</b>	19,50%



**ESCENARIO OPTIMISTA (Por ha)**

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<b>AÑO</b>										
Precio Aceite (USD)	\$830,00	\$863,20	\$889,10	\$915,77	\$943,24	\$971,54	\$1.000,69	\$1.030,71	\$1.061,63	\$1.093,48
Precio Torta (USD)	\$82,00	\$85,28	\$87,84	\$90,47	\$93,19	\$95,98	\$98,86	\$101,83	\$104,88	\$108,03
Precio Residuo (USD)	\$134,00	\$139,36	\$143,54	\$147,85	\$152,28	\$156,85	\$161,56	\$166,40	\$171,40	\$176,54
Aumento esperado de precios relacionados con biocombustibles	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%
Inflación esperada ARG	22,40%	12,90%	8,00%	5,00%	5,00%	5,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
<b>INGRESOS</b>										
Ingresos por Venta Aceite	\$2.045,12	\$17.039,57	\$35.394,02	\$58.329,35	\$66.087,15	\$74.876,74	\$94.835,35	\$96.118,45	\$108.902,21	\$123.386,20
Ingresos por Venta Torta	\$340,60	\$2.837,78	\$5.894,54	\$9.714,20	\$11.006,18	\$12.470,01	\$14.128,52	\$16.007,61	\$18.136,62	\$20.548,79
Ingresos por Venta Residuo	\$47,17	\$393,00	\$816,32	\$1.345,29	\$1.524,21	\$1.726,93	\$1.956,62	\$2.216,85	\$2.511,69	\$2.845,74
<b>Total Ingresos</b>	<b>\$2.432,88</b>	<b>\$20.270,34</b>	<b>\$42.104,88</b>	<b>\$69.388,83</b>	<b>\$78.617,55</b>	<b>\$89.073,68</b>	<b>\$100.920,48</b>	<b>\$114.342,91</b>	<b>\$129.550,52</b>	<b>\$146.780,73</b>
Producción (ton)	0,40	3,00	5,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
<b>COSTOS/ITEM</b>										
Preparación del terreno	\$3.200,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Plantación	\$800,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Control de Malezas	\$800,00	\$903,20	\$975,46	\$1.024,23	\$1.075,44	\$1.129,21	\$1.163,09	\$1.197,98	\$1.233,92	\$1.270,94
Agroquímicos	\$4.800,00	\$5.419,20	\$5.852,74	\$6.145,37	\$6.452,64	\$6.775,27	\$6.978,53	\$7.187,89	\$7.403,52	\$7.625,63
Aplicación agroquímicos	\$800,00	\$903,20	\$975,46	\$1.024,23	\$1.075,44	\$1.129,21	\$1.163,09	\$1.197,98	\$1.233,92	\$1.270,94
Flete (\$1250/tn para el año 1)	\$500,00	\$4.233,75	\$8.382,83	\$12.802,86	\$13.443,00	\$14.115,15	\$14.538,61	\$14.974,77	\$15.424,01	\$15.886,73
Mantenimiento general	\$2.400,00	\$2.709,60	\$2.926,37	\$3.072,69	\$3.226,32	\$3.387,64	\$3.489,27	\$3.593,94	\$3.701,76	\$3.812,82
Cosecha	\$2.000,00	\$2.258,00	\$2.438,64	\$2.560,57	\$2.688,60	\$2.823,03	\$2.907,72	\$2.994,95	\$3.084,80	\$3.177,35
Impuestos (35%)	\$851,51	\$7.094,62	\$14.736,71	\$24.286,09	\$27.516,14	\$31.175,79	\$35.322,17	\$40.020,02	\$45.342,68	\$51.373,26
<b>Total Costos</b>	<b>\$16.151,51</b>	<b>\$23.521,57</b>	<b>\$36.288,19</b>	<b>\$50.916,04</b>	<b>\$55.477,59</b>	<b>\$60.535,31</b>	<b>\$65.562,47</b>	<b>\$71.167,53</b>	<b>\$77.424,62</b>	<b>\$84.417,65</b>
Tipo de cambio	\$17,60	\$18,80	\$20,68	\$22,75	\$25,02	\$27,53	\$30,28	\$33,31	\$36,64	\$40,30
<b>INVERSIONES</b>										
Compra terreno	\$17.600,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Costo maquinaria para extracción	\$3.000,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Compra semillas	\$30,62	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
<b>Total Inversiones</b>	<b>\$20.630,62</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>
<b>BENEFICIOS</b>										
	-\$34.349,25	-\$3.251,23	\$5.816,69	\$18.472,79	\$23.139,96	\$28.538,38	\$35.358,01	\$43.175,38	\$52.125,90	\$62.363,08

VAN \$	42,275
TIR	39,78%
TASA DE DESCUENTO	19,50%



### FLUJOS NETOS E INDICADORES - ESCENARIO PESIMISTA

MONTOS PARA UN PROYECTO DE 25 HECTAREAS

		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Ingresos		\$37.049,76	\$308.691,86	\$641.204,45	\$1.056.704,93	\$1.197.246,69	\$1.356.480,50	\$1.536.892,41	\$1.741.299,10	\$1.972.891,88	\$2.235.286,50
Costos		\$395.467,42	\$518.715,90	\$763.208,58	\$1.035.595,45	\$1.118.072,50	\$1.208.756,14	\$1.293.919,94	\$1.388.142,51	\$1.492.560,62	\$1.608.460,19
Inversión		\$515.429,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Beneficios		-\$873.846,66	-\$210.024,04	-\$122.004,13	\$21.109,49	\$79.174,19	\$147.724,36	\$242.972,46	\$353.156,58	\$480.331,25	\$626.826,30

VAN \$	-\$499.299,26
TIR	7,11%
TASA DE DESCUENT	19,50%

### FLUJOS NETOS E INDICADORES - ESCENARIO ESPERADO

MONTOS PARA UN PROYECTO DE 25 HECTAREAS

		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Ingresos		\$46.300,32	\$385.765,85	\$801.299,96	\$1.320.542,34	\$1.496.174,47	\$1.695.165,67	\$1.920.622,70	\$2.176.065,52	\$2.465.482,24	\$2.793.391,38
Costos		\$398.705,11	\$545.691,80	\$819.242,01	\$1.127.938,54	\$1.222.697,22	\$1.327.295,95	\$1.428.225,55	\$1.540.310,76	\$1.664.967,25	\$1.803.796,90
Inversión		\$515.613,80	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Beneficios		-\$868.018,59	-\$159.925,95	-\$17.942,05	\$192.603,80	\$273.477,25	\$367.869,72	\$492.397,15	\$635.754,76	\$800.514,99	\$989.594,47

VAN \$	\$106.213,85
TIR	21,81%
TASA DE DESCUENT	19,50%

### FLUJOS NETOS E INDICADORES - ESCENARIO OPTIMISTA

MONTOS PARA UN PROYECTO DE 25 HECTAREAS

		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Ingresos		\$60.822,08	\$506.758,51	\$1.052.621,89	\$1.734.720,87	\$1.965.438,75	\$2.226.842,10	\$2.523.012,10	\$2.858.572,71	\$3.238.762,88	\$3.669.518,35
Costos		\$403.787,73	\$588.039,23	\$907.204,69	\$1.272.901,03	\$1.386.939,72	\$1.513.382,70	\$1.639.061,84	\$1.779.188,28	\$1.935.615,47	\$2.110.441,34
Inversión		\$515.765,60	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Beneficios		-\$858.731,25	-\$81.280,72	\$145.417,20	\$461.819,85	\$578.499,03	\$713.459,40	\$883.950,26	\$1.079.384,43	\$1.303.147,41	\$1.559.077,01

VAN \$	\$1.056.879,19
TIR	39,78%
TASA DE DESCUENT	19,50%