



**BIOENERGÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA
ÉVALUACIÓN RÁPIDA (BEFS RA)**

Manual de Usuario

ETANOL Y BIODIESEL



Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.

© FAO, 2014

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, descargar e imprimir el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la FAO como la fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la FAO apruebe los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios.

Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a www.fao.org/contact-us/licence-request o a copyright@fao.org.

Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización (www.fao.org/publications) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a publications-sales@fao.org.

Evaluación Rápida BEFS

Módulo Opciones de Uso Final de la Energía

Sub-Módulo Transporte

Etanol y Biodiesel

Manual de Usuario

Menciones

La Evaluación Rápida BEFS (BEFS RA) es el resultado del trabajo de un equipo técnico integrado por los siguientes autores, nombrados en orden alfabético¹: Giacomo Branca (Universidad de la Tuscia, Viterbo), Luca Cacchiarelli (Universidad de la Tuscia, Viterbo), Carlos A. Cardona (Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales), Erika Felix, Arturo Gianvenuti, Ana Kojakovic, Irini Maltoglou, Jutamane Martchamadol, Luis Rincon, Andrea Rossi, Adriano Seghetti, Florian Steierer, Heiner Thofern, Andreas Thulstrup, Michela Tolli, Monica Valencia (Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales) y Stefano Valle (Universidad de la Tuscia, Viterbo).

También se recibieron aportes y contribuciones de Renato Cumani, Amir Kassam, Harinder Makkar, Walter Kollert, Seth Meyer, Francesco Tubiello y su equipo, Alessio d'Amato (Universidad de Roma, Tor Vergata) y Luca Tasciotti.

Queremos agradecerle al Grupo de Trabajo de bioenergía y seguridad alimentaria de Malawi², al Consejo Nacional de Biocombustibles³ y al Grupo de Trabajo Técnico en Filipinas por la participación en la prueba piloto del BEFS RA y por sus útiles aportes. Asimismo, queremos expresar nuestro agradecimiento a Rex B. Demafelis y a su equipo de la Universidad de Filipinas “Los Baños” por su valioso apoyo durante la prueba piloto.

La Evaluación Rápida BEFS se ha beneficiado de las observaciones formuladas en la reunión de revisión de los pares, la cual tuvo lugar en la oficina central de la FAO en febrero 2014. En dicha reunión participaron: Jonathan Agwe (International Fund for Agricultural Development); Adam Brown (International Energy Agency); Michael Brüntrup (German Institute for Development Policy); Tomislav Ivancic (Comisión Europea); Gerry Ostheimer (UN Sustainable Energy for All); Klas Sander (World Bank); James Thurlow (International Food Policy Research Institute); Arnaldo Vieira de Carvalho (Inter-American Development Bank); Jeremy Woods (Imperial College, University of London) y Felice Zaccheo (Comisión Europea). También se recibieron aportes de gran utilidad de Duška Šaša (Energy Institute Hrvoje Požar, Zagreb).

Además, queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Monique Motty e Ivonne Cerón Salazar (Universidad del Tolima, Colombia) por su ayuda en la finalización de las herramientas y documentos.

El trabajo se llevó a cabo en el contexto del Proyecto Evaluación Rápida BEFS (GCP/GLO/357/GER) financiado por el Ministerio Federal Alemán de Alimentación y Agricultura (BMEL).

¹ A menos que se especifique lo contrario, todos los autores estaban afiliados con FAO en el momento de su contribución.

² El Grupo de Trabajo BEFS en Malawi consiste de los siguientes miembros: Ministry of Energy, Ministry of Lands, Housing, and Urban Development, Ministry of Finance, Ministry of Agriculture and Food Security, Ministry of Environment and Climate Change and Department of Forestry, Ministry of Industry and Trade, Ministry of Economic Planning and Development, Ministry of Labour and Vocational Training, Ministry of Transport and Public Infrastructure, Ministry of Information and Civic Education, Ministry of Local Government and Rural Development.

³ El National Biofuels Board está presidido por el Secretary of Department of Energy e incluye los siguientes miembros: Department of Trade and Industry, Department of Science and Technology, Department of Agriculture, Department of Finance, Department of Labor and Employment, Philippine Coconut Authority, Sugar Regulatory Administration.

Volúmenes de los Manuales de Usuario BEFS RA

- I. Introducción al Planteamiento y los Manuales
- II. Módulo Situación Actual del País
- III. Módulo Recursos Naturales
 - 1. Cultivos
 - Sección 1: Producción de Cultivos
 - Sección 2: Presupuesto Agrícola
 - 2. Residuos Agropecuarios
 - Residuos Agrícolas y Residuos Ganaderos
 - 3. Madera Combustible y Residuos de Madera
 - Sección 1: Aprovechamiento Forestal y Residuos del Aprovechamiento de la Madera
 - Sección 2: Presupuesto para Plantaciones de Madera como Combustible
- IV. Módulo Opciones de Uso Final de la Energía
 - 1. Productos Intermedios o Finales
 - Sección 1: Briquetas
 - Sección 2: Pellets
 - Sección 3: Carbón Vegetal
 - 2. Calefacción y Cocina
 - Biogás Comunitario
 - 3. Electrificación Rural
 - Sección 1: Gasificación
 - Sección 2: Aceite Vegetales Crudos
 - Sección 3: Combustión
 - 4. Calor y Electricidad
 - Sección 4: Cogeneración
 - Sección 5: Biogás Industrial
 - 5. Transporte
 - Etanol y Biodiesel**

Tabla de Contenidos

1	Resumen del Módulo Opciones de Uso Final de la Energía (Uso Final)	4
2	Descripción General del <i>Sub-Módulo Transporte</i>	6
3	Términos y Definiciones utilizados en el <i>Sub-Módulo Transporte</i>	8
3.1	Tecnología de producción de la materia prima	8
3.2	Esquemas de producción de materia prima	8
3.3	Comparación entre los costos de producción de biodiesel/etanol y combustibles fósiles/combustibles líquidos	9
3.3.1	Comparación con los combustibles fósiles	10
3.3.2	Comparación con los combustibles líquidos	10
3.4	Producción de biocombustibles líquidos	11
3.5	Análisis financiero	11
3.6	Requerimiento de mano de obra y tierras	11
4	Alcance y Objetivo del <i>Sub-Módulo Transporte</i>	12
5	Ejecutar el <i>Sub-Módulo Transporte</i>	15
5.1	Paso 1: Demanda de biocombustibles en los países	15
5.2	Paso 2: Hoja datos de entrada	16
5.2.1	Definición de la materia prima	17
5.2.2	Costo de producción de biocombustibles y parámetros financieros	19
5.2.3	Parámetros de mano de obra y de tierra	23
5.3	Paso 3: Costos de procesamiento	24
6	Supuestos y Limitaciones del <i>Sub-Módulo Transporte</i>	26
7	Los Resultados del <i>Sub-Módulo Transporte</i>	27
7.1	Resumen de los resultados por materia prima	27
7.1.1	Resultados de los costos de producción e inversión	28
7.1.2	Resultados de operación	31
7.1.3	Resultados del análisis financiero	32
7.2	Resumen de los resultados comparativos	32
7.3	Análisis de mano de obra	34
8	Anexo	36
8.1	Metodología y resultados	36
8.1.1	Estructura del presupuesto de procesamiento: cálculo de los costos de producción de los biocombustibles líquidos	36
8.1.2	Estructura del presupuesto de procesamiento: Estimaciones de mano de obra y requerimientos de tierra	40

8.2	Requerimientos de datos para ejecutar el <i>Sub-Módulo Transporte</i>	41
8.2.1	Resultados del <i>Componente de Cultivos</i> usado en el <i>Sub-Módulo Transporte</i>	42
	Referencias	45

Lista de Figuras

Figura 1:	Estructura del Módulo Uso Final de la Energía	4
Figura 2:	Sub-Módulo Transporte – Flujo de Información y Conexión con Otras Herramientas de la Evaluación Rápida BEFS.....	7
Figura 3:	Demanda de Biocombustibles (Consumo de Biocombustibles y Mezcla Objetivo para los Biocombustibles Líquidos)	16
Figura 4:	Hoja Datos de Entrada para Biocombustibles Líquidos: Definición de Biomasa.....	18
Figura 5:	Calculadora de Almacenamiento de la Materia Prima.....	19
Figura 6:	Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Insumos Químicos y Servicios (Portador de calor, agua y electricidad)	20
Figura 7:	Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Costo de Mano de Obra, Días Trabajados por Año y Costos Varios	20
Figura 8:	Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Costos de Transporte	21
Figura 9:	Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Parámetros de Almacenamiento	21
Figura 10:	Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Otros Costos	21
Figura 11:	Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Cco-productos	22
Figura 12:	Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Precio de los Combustibles para el Transporte y la Balance Comercial Neto.....	23
Figura 13:	Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Parámetros Financieros	23
Figura 14:	Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Análisis de los Parámetros de Mano de Obra.....	24
Figura 15:	Costos de Procesamiento para la Producción de Biocombustibles Líquidos	24
Figura 16:	Escenarios de la Fuente de la Materia Prima	25
Figura 17:	Estructura del Presupuesto: Costos de Procesamiento	25
Figura 18:	Resumen de los Resultados por Materia Prima	28
Figura 19:	Resultados de los Costos de Producción e Inversión: Base de Comparación entre Combustibles Fósiles y Biocombustibles	29
Figura 20:	Resultados de Costos de Producción e Inversión: Inversiones por Tamaño de la Planta	29
Figura 21:	Resultados de los Costos de Producción e Inversión: Composición los Costos de Producción bajo Diferentes Escenarios.....	30
Figura 22:	Resultados de los Costos de Producción e Inversión: Composición los Costos de Producción bajo Diferentes Escenarios.....	31

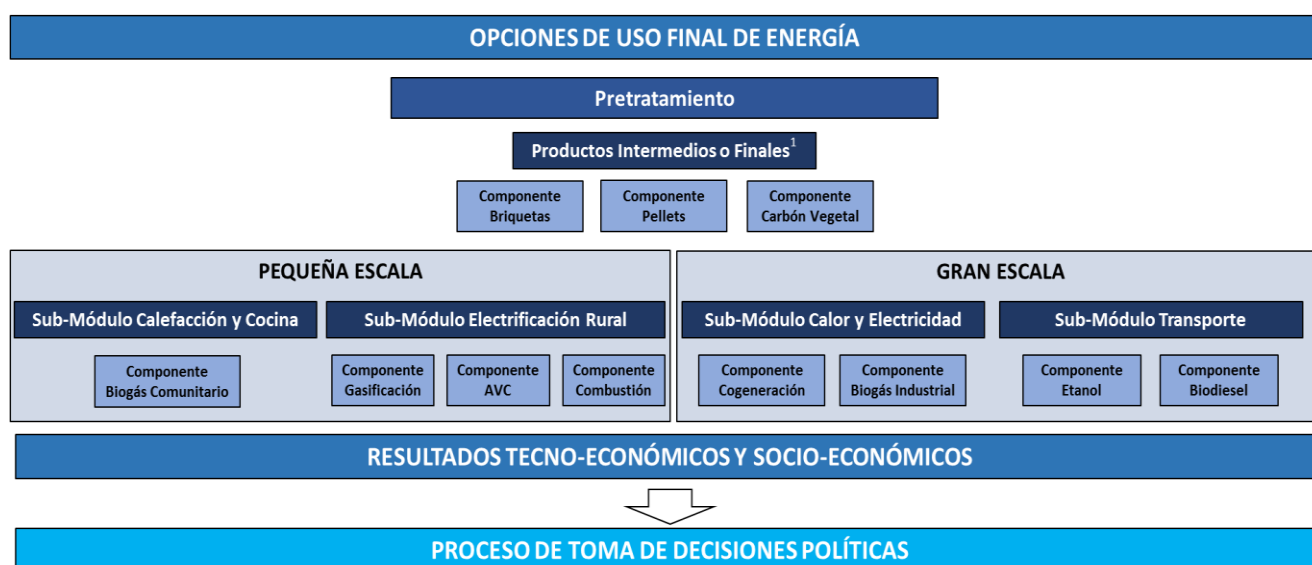
Figura 23: Resultados de los Costos de Producción e Inversión: Composición los Costos de Producción bajo Diferentes Escenarios.....	32
Figura 24: Producción de Biocombustibles Máxima Alcanzable y Plantas con el Máximo Potencial con la Biomasa Disponible	33
Figura 25: Resumen de los Resultados Comparativos (comparación entre los costos de producción, VPN y TIR)	33
Figura 26: Mano de Obra y Análisis de Requerimientos de Terrenos	34
Figura 27: Oportunidades de Trabajo Relacionadas con la Producción de Biocombustibles	35
Figura 28: Participación de los Empleos en la Agricultura y el Procesamiento.....	35
Figura 29: Requerimientos de Tierra Comparativos.....	36
Figura 30: Presupuesto del Procesamiento: Materia Prima, Insumos Químicos, Insumos Energéticos	37
Figura 31: Presupuesto de Procesamiento: Costos de Mano de Obra y Costos Varios	38
Figura 32: Presupuesto del Procesamiento: Costos del Transporte de la Materia Prima.....	38
Figura 33: Presupuesto de Procesamiento: Costos de Inversión y Mantenimiento	39
Figura 34: Presupuesto del Procesamiento: Costos de Almacenamiento.....	39
Figura 35: Presupuesto de Procesamiento: Costos Generales y Administrativos de la Planta	40
Figura 36: Presupuesto de Procesamiento: Costos Totales de Producción	40
Figura 37: Herramienta de Transporte – Disponibilidad de Materia Prima y Costos	42
Figura 38: Herramienta de Producción de Cultivos – Hoja de Cálculo de los Resultados de la Producción de Cultivos.....	43
Figura 39: <i>Herramienta Presupuesto Agrícola</i> – Resumen de los Resultados.....	43
Figura 40: <i>Sub-Módulo Transporte</i> – Parámetros de Mano de Obra y Tierra	44

Lista de Tablas

Tabla 1: Resumen de la Información Proporcionada por el <i>Sub-Módulo Transporte</i>	14
Tabla 2: Costos Estimados de Almacenamiento.....	18
Tabla 3: Costos de Almacenamiento Estimados en Contenedores de Acero	18
Tabla 4: Requerimientos de Datos para Ejecutar el <i>Sub-Módulo Transporte</i>	41

1 Resumen del Módulo Opciones de Uso Final de la Energía (Uso Final)

Como se explicó en la introducción general del manual de instrucciones de la Evaluación Rápida BEFS, el módulo de *Opción de Uso Final de la Energía* se utiliza para evaluar la viabilidad tecno-económica y socio-económica de las diferentes rutas de producción de bioenergía. El módulo se divide en cinco secciones, las cuales son: Productos Intermedios o Finales, Calefacción y Cocina, Electrificación Rural, Calor y Electricidad y Transporte. Cada uno de los sub-módulos incluye la selección de componentes de análisis para evaluar la producción de biocombustibles específicos basados en una tecnología de proceso particular, como se muestra en la Figura 1. Este módulo se construye con la información generada en los módulos de *Recursos Naturales* en relación con la materia prima. Para información más detallada del módulo refiérase a la introducción general del manual de instrucciones.



¹Estos productos pueden ser utilizados ya sea como productos finales para calefacción y cocina o como productos intermedios en las opciones de electrificación rural de gasificación y combustión.

Figura 1: Estructura del Módulo Uso Final de la Energía

Una descripción general de cada sub-módulo y sus respectivos componentes de análisis es presentado a continuación. Una discusión más detallada de cada componente de análisis se proporciona en su respectivo manual.

El sub-módulo **Productos Intermedios o Finales** se utiliza para evaluar la viabilidad de producir briquetas, pellets y carbón vegetal. Los componentes **Briquetas/Pellets** se utilizan para evaluar el potencial de desarrollo de producción de briquetas/pellets para suplir energía para la cocina y la calefacción en viviendas rurales y urbanas. El objetivo de este análisis es generar información sobre los costos de producción, requerimientos de biomasa y parámetros de viabilidad financiera y social que ayude a los usuarios en la decisión de promover la producción de briquetas/pellets en el país. El componente **Carbón Vegetal** es usado para comparar las tecnologías actuales de producción de carbón con tecnologías mejoradas y más eficientes. El objetivo de este análisis es evaluar el costo capital inicial de las tecnologías mejoradas, la viabilidad financiera desde el punto de vista de los productores de carbón y los beneficios sociales y económicos que las tecnologías mejoradas puedan acarrear cuando son comparadas con las tecnologías de producción de carbón existentes. Los resultados generados mediante el análisis

proporcionan información sobre los posibles obstáculos de incorporar las tecnologías mejoradas por parte de productores y ayuda a definir cómo difundir efectivamente su introducción.

El sub-módulo **Calefacción y Cocina** se utiliza para evaluar la viabilidad de producir carbón, briquetas y biogás. El componente **Biogás Comunitario** es usado para evaluar el potencial de producción de biogás a partir de estiércol a nivel doméstico y comunitario y compara tres tipos de tecnologías. El componente genera información sobre: 1) La cantidad de biogás que se puede producir basado en la disponibilidad de estiércol, 2) El tamaño del biodigestor necesario para aprovechar la energía, 3) Los costos de instalación de los tres tipos de tecnologías de biodigestión. El componente también proporciona parámetros financieros, sociales y económicos que ayudan al usuario a comprender las posibles oportunidades y los requerimientos necesarios para la implementación de la tecnología de producción de biogás en sus países.

El sub-módulo **Electrificación Rural** se utiliza para evaluar la viabilidad de proporcionar electricidad a partir de biomasa, en áreas remotas sin acceso a la red eléctrica. Este sub-módulo está compuesto de tres diferentes tecnologías descentralizadas para la electrificación: gasificación, uso de aceite vegetales crudos (AVC), combustión. Los resultados obtenidos por este sub-módulo, generan estimados de los costos de la generación de electricidad y distribución, calculan la viabilidad financiera de electrificación e informan sobre los resultados sociales y económicos asociados a cada vía tecnológica. El componente **Gasificación** analiza la combustión parcial de biomasa para generar una mezcla de gases que posteriormente puede usarse en motores de gas para producir electricidad. El componente **Aceite Vegetal Crudos (AVC)** se basa en el componente de Cultivos del módulo de Recursos Naturales. Este evalúa el potencial de utilizar AVC en motores para producir electricidad en lugar de diésel. El componente **Combustión** evalúa la quema de biomasa para producir vapor el cual acciona una turbina a vapor para producir electricidad.

El sub-módulo **Calor y Electricidad** se utiliza para evaluar la viabilidad de la generación de electricidad y calor a partir de biomasa de recursos locales. Este sub-módulo está compuesto de dos diferentes tecnologías descentralizadas para la electricidad y la calefacción: cogeneración y biogás industrial. El componente **Cogeneración** examina el potencial para la producción simultánea de la electricidad y calefacción a partir de una fuente de biomasa, que permite al usuario analizar una producción integrada de fábrica o una operación independiente para la generación de electricidad de la red eléctrica. El componente **Biogás Industrial** evalúa el potencial para desarrollar una industria basada en biogás para electricidad, calefacción, cogeneración o biogás mejorado. Esto se realiza utilizando las aguas residuales, los sólidos de alta humedad, los sólidos de baja humedad o una combinación de éstos. Todas las vías tecnológicas son sencillas, fácilmente disponibles y adaptables a las zonas rurales remotas.

El sub-módulo **Transporte** es usado para evaluar la viabilidad de producir biocombustibles líquidos para el transporte, conocidos como etanol y biodiesel. Este análisis se basa en los resultados generados a partir de los componentes del módulo Recursos Naturales en términos de disponibilidad de materia prima y el presupuesto agrícola. La herramienta envuelve la producción de etanol y biodiesel. En la sección del etanol, el usuario puede evaluar el potencial del desarrollo industrial del etanol en el país. Asimismo, en la sección del biodiesel el potencial de desarrollo de la industria de biodiesel es evaluada. Los resultados del análisis generan estimaciones sobre los costos de producción del biocombustible seleccionado basado en el origen de la materia prima, es decir, materia prima de pequeños agricultores, la combinación de pequeños agricultores/comerciales o comerciales, de acuerdo a cuatro predefinidas capacidades de planta: 5, 25, 50 y

100 millones de litros/año⁴. Estos resultados también contienen información sobre la factibilidad económica y parámetros socioeconómicos. En este componente, el usuario tiene la opción de incluir en la evaluación un análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero que cubre toda la cadena de suministro de los biocombustibles seleccionados.

Otra opción para el usuario es utilizar la **Calculadora de Pretratamiento** antes de utilizar las herramientas de Uso Final de Energía⁵. Esto permite al usuario calcular los costos adicionales de pre-procesamiento de la biomasa seleccionada con el fin de obtener las condiciones específicas que se requieren para la conversión de biomasa final para el uso final de energía.

2 Descripción General del Sub-Módulo Transporte

Los biocombustibles líquidos como el biodiesel y etanol se están produciendo actualmente con mayor frecuencia. El biodiesel puede ser producido a partir de aceite vegetal o grasa animal y se utiliza para reemplazar el diésel fósil. Puede ser utilizado puro o en mezcla (comúnmente B5 o B20, los cuales contienen, 5 % o 20 % de biodiesel mezclado con diésel fósil, respectivamente). El etanol es un alcohol, que puede ser utilizado como combustible en los motores de encendido por chispa, ya sea puro o mezclado con la gasolina. El biodiesel tiene cerca del 92% de la energía contenida en el diésel de petróleo. El etanol tiene alrededor de dos tercios del contenido energético de la gasolina (sin importar la materia prima utilizada), pero tiene un grado significativamente alto de octanaje.

El *Sub-Módulo Transporte* ayuda al usuario a evaluar el potencial para desarrollar la producción de biocombustibles líquidos, principalmente etanol y biodiesel en el país. La sección de *Etanol* de la herramienta, se utiliza para evaluar el potencial de desarrollo de la industria del etanol en el país. Del mismo modo, la sección de *Biodiesel* de la herramienta, evalúa el potencial para el desarrollo de la industria del biodiesel. El análisis se basa en los resultados generados en el módulo *Recursos Naturales* en términos de disponibilidad de la materia prima y el presupuesto agrícola. La herramienta está diseñada para evaluar la competitividad de las cadenas de producción de biocombustibles líquidos que varían en función del origen de la materia prima (esquema de productores externos, esquema de producción propia, y esquema mixto de cultivadores externos y producción propia); y las configuraciones de tecnología pre-definidas y tamaños de plantas de producción de biocombustibles (5, 25, 50 y 100 millones de litros por año). Las herramientas proporcionan estimaciones preliminares sobre el costo de producción de la cadena de valor de biocombustibles y el análisis de los aspectos financieros y socio-económicos de las cadenas de producción.

Después de completar el análisis, el usuario estará en la posición para evaluar:

1. La rentabilidad económica de la cadena de valor de biocombustibles líquidos, en especial si se incluyen los productores externos como proveedores de materia prima;
2. El material de alimentación más viable que se puede utilizar para la producción de etanol y biodiesel;
3. Los potenciales tamaños de las plantas que pueden ser consideradas en el país;

⁴ La selección de las capacidades de planta son basadas en la revisión de literatura relevante, por favor ver el Manual de Transporte para más detalles sobre esto.

⁵ La Calculadora de Pretratamiento puede usarse antes de la utilización de las herramientas de Uso Final de Energía. Las excepciones son las herramientas de Biogás Comunitario y Transporte, ya que estas herramientas ya incluyen pre-tratamiento.

4. El potencial de generación de empleo en las zonas rurales asociado a cada cadena de valor; y
5. La cantidad de biocombustible que se puede producir tanto para los mercados nacionales como para los de exportación, o para ambos.

Más específicamente los resultados proporcionarán una premisa de:

1. La cantidad de biomasa que se requiere para suministrar a cada una de las capacidades de pre-definidas;
2. El costo de producción y de inversión asociado a cada una de las opciones de producción;
3. Los indicadores financieros como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR);
4. La viabilidad de integrar los subcontratistas en la cadena de producción; y
5. La cantidad de puestos de trabajo que se pueden crear.

La Figura 2 representa el flujo de información dentro del *Sub-Módulo Transporte*, que incluye las secciones de biodiesel y etanol, así como los enlaces a otros componentes en las herramientas de la Evaluación Rápida BEFS.



¹Estos productos pueden ser utilizados ya sea como productos finales para calefacción y cocina o como productos intermedios en las opciones de electrificación rural.

Figura 2: Sub-Módulo Transporte – Flujo de Información y Conexión con Otras Herramientas de la Evaluación Rápida BEFS

3 Términos y Definiciones utilizados en el *Sub-Módulo Transporte*

Esta sección define los términos específicos utilizados en el *Sub-Módulo Transporte*, con referencia a la variedad de los sistemas de producción agrícola que se tienen en cuenta en la Evaluación Rápida BEFS. También se explican los diferentes conceptos y enfoques metodológicos seguidos en el módulo. Algunos de los términos también son usados en otras herramientas y componentes, especialmente en la *Herramienta Presupuesto Agrícola*.

3.1 Tecnología de producción de la materia prima

Con el fin de evaluar los costos de la producción de materia prima, la metodología utilizada en el *Sub-Módulo Transporte*, se basa en la metodología adoptada en el *Componente Cultivos*. Por lo tanto, en este módulo, también se aplica el enfoque y las definiciones de la metodología de Zonas Agro-Ecológicas Mundiales (IIASA/FAO, 2012b).

Nivel de entrada de la producción agrícola (nivel tecnológico)

En las Zonas Agroecológicas Mundial (GAEZ) se definen tres niveles genéricos de insumos/gestión de entrada para la producción agrícola: nivel de insumos bajo, intermedio y alto. En GAEZ, esta diversidad en los niveles de gestión e insumos se traduce en diferencias de rendimiento (IIASA/FAO, 2012b)⁶.

- **Bajo:** en el nivel de insumos bajo (supuesto de gestión tradicional), el sistema de explotación agrícola es principalmente de subsistencia. La producción se basa en el uso de cultivos tradicionales (si se utilizan cultivos mejorados, son tratados de la misma manera que los locales), técnicas con alto coeficiente de mano de obra, sin aplicación de nutrientes ni uso de productos químicos para el control de plagas, enfermedades y malezas y con mínimas medidas de conservación.
- **Intermedio:** bajo el nivel de insumos intermedio (supuesto de gestión mejorada), el sistema agrícola es en parte orientado al mercado. La producción para la subsistencia y la venta comercial son objetivos en la gestión de la explotación. La producción se basa en variedades mejoradas, en el trabajo manual con herramientas de mano y/o tracción animal y alguna mecanización. La intensidad de mano de obra es media, utiliza alguna aplicación de fertilizantes y agroquímicos para el control de plagas, enfermedades y malezas, implementa barbechos y realiza algunas medidas de conservación.
- **Alto:** a un nivel de insumos alto (supuesto de gestión avanzada), el sistema de explotación agrícola es orientado principalmente al mercado. La producción comercial es un objetivo en la gestión de la explotación. La producción se basa en variedades mejoradas o de alto rendimiento, es totalmente mecanizada con un bajo coeficiente de mano de obra y realiza aplicaciones óptimas de nutrientes y control de plagas, enfermedades y malezas a partir de la aplicación de agroquímicos.

3.2 Esquemas de producción de materia prima

Con el fin de estimar la materia prima necesaria para implementar la producción de biocombustibles, el modelo utiliza tres sistemas diferentes de producción: productores externos, producción propia y producción mixta.

⁶ Definitions for input levels described here are adopted/ simplified from those in the GAEZ Model Documentation, thus for detailed description please see: IIASA/FAO, 2012b.

- **Esquema de Productores externos:** Bajo este esquema de producción el precio pagado en la puerta de la planta de procesamiento para los productores externos es el precio de mercado (calculado sobre la base de los precios nacionales promedio)⁷. Los productores externos son los pequeños agricultores. Se supone que hay un acuerdo de compra directa entre los pequeños productores y los procesadores de biocombustibles y que en esta transacción no se involucra ningún intermediario. El nivel de la tecnología aplicada en este esquema hace referencia al uso de diferentes rendimientos de los cultivos, dependiendo de la comparación entre el rendimiento actual del cultivo seleccionado registrado en el área de análisis y el rendimiento derivado de la base de datos GAEZ. Específicamente:
 - Si el rendimiento actual del cultivo seleccionado es inferior al rendimiento de bajo nivel reportado en la base de datos GAEZ, el sub-módulo supone que la materia prima es producida por agricultores de bajo nivel de entrada;
 - Si el rendimiento actual del cultivo seleccionado toma un valor entre los rendimientos de entrada de los niveles bajo e intermedio registrados en la base de datos GAEZ, el sub-módulo supone que la materia prima es producida por agricultores de nivel de entrada intermedio;
 - Si el rendimiento actual del cultivo seleccionado es superior al rendimiento de nivel de entrada intermedio reportado en la base de datos GAEZ, el sub-módulo supone que la materia prima es producida por agricultores pertenece a un nivel de entrada bajo.
- **Esquema de producción propia:** Bajo este esquema de producción, el costo de la materia prima en la puerta de la fábrica es el costo de producción de materia prima. La producción total de materia prima es producida por la propia fábrica, por lo tanto, son los productores propios y siempre producen la materia prima con un nivel de entrada alto (a gran escala o de agricultores comerciales).
- **Esquema de producción mezclada Productores propios y productores externos:** Bajo este esquema la materia prima es suministrada en parte por productores externos (40%) y por otra parte (60%) por los agricultores comerciales (productores propios). El costo de la materia prima bajo este esquema de producción se calcula sobre la base de la combinación del precio pagado a los productores externos y el costo soportado bajo el esquema de producción propia. El objetivo de este programa es evaluar si los biocombustibles líquidos se pueden producir de forma competitiva cuando los pequeños propietarios se incluyen en la cadena de producción. Cabe señalar que parte de la contribución de materia prima por el tipo de agricultor reportado anteriormente puede cambiar dependiendo del contexto del país. Con el fin de definir un contexto nacional más realista, el usuario tiene la opción de cambiar estas acciones en la hoja *Costo_Fs* (ver la sección 5.3) que se refieren a los costos de producción de cada uno de los cultivos seleccionados en el *Sub-Módulo Transporte*.

3.3 Comparación entre los costos de producción de biodiesel/etanol y combustibles fósiles/combustibles líquidos

⁷ El usuario también puede utilizar el precio en granja (precio de producción), si este precio está disponible. El precio del mercado sobrestima la remuneración de los productores externos. El precio pagado a los productores externos esta entre el precio pagado al productor y el precio del mercado. El precio del mercado es más fácil de individualizar (muchas oficinas nacionales de estadística deben registrar dichos precios). Este precio representa el umbral máximo para los productores de biocombustibles y determina el costo más alto de la producción de biocombustibles líquidos.

En la hoja de Entrada de Datos, los usuarios deben especificar si el país considerado en el análisis es un se les pide que especifique si el país considerado en el análisis es un importador/exportador neto de combustibles fósiles; o un importador/exportador neto interesados en exportar biocombustibles líquidos. Dependiendo de esto, el usuario se enfrenta a diferentes combinaciones de los escenarios descritos a continuación, que implican diferentes comparaciones de precios y requerimiento de datos.

3.3.1 Comparación con los combustibles fósiles

Escenario 1 – País importador neto

El sub-módulo compara el costo de producción de biodiesel/etanol con el precio (Free On Board FOB) del diésel/gasolina.

Si el principal puerto utilizado para importar combustibles fósiles no corresponde con la ciudad principal (y por lo tanto el punto de consumo) en el país, la herramienta compara el costo de producción de biodiesel / etanol (equivalente de petróleo) con el precio FOB de la gasolina/diésel, al cual se le adiciona el costo de transporte de estos combustibles desde el puerto a la ciudad principal.

Escenario 2 – País exportador neto

El sub-módulo compara el costo de producción de biodiesel/etanol (equivalente en petróleo) con el precio de la gasolina/diésel en la Puerta de la Refinería (RGP).

3.3.2 Comparación con los combustibles líquidos

Escenario 1 – País importador neto

El sub-módulo compara el costo de producción de biodiesel/etanol con el precio (Free On Board FOB) del biodiesel/etanol.

Si el principal puerto utilizado para importar combustibles fósiles no corresponde con la ciudad principal (y por lo tanto el punto de consumo) en el país, la herramienta compara el costo de producción de biodiesel/etanol (equivalente en petróleo) con el precio FOB de la gasolina/diésel al cual se le adiciona el costo del transporte de estos combustibles desde el puerto a la ciudad principal.

Escenario 2 – País exportador Neto

El sub-módulo compara el costo de producción de biodiesel/ etanol con el precio promedio de entrada en la fábrica de biodiesel/etanol en el país⁸.

Escenario 3 – Interesado en la exportación

El sub-módulo compara el costo de producción de biodiesel/etanol con el precio Free on Board (FOB) del biodiesel/etanol del cual se le ha restado el costo del transporte desde la ciudad principal al puerto.

Si el precio FOB de los biocombustibles no está disponible, el sub-módulo utiliza el precio FOB del puerto más cercano, donde se comercializan los biocombustibles.

- **Punto de equilibrio:** El punto de equilibrio representa la cantidad de ventas que se requiere para cubrir los costos totales (fijos y variables). Las utilidades en el punto de equilibrio es igual a cero, esto quiere decir que los costos y los ingresos son iguales.

⁸ Esto es útil, por ejemplo, al evaluar la competitividad de la materia prima alternativa para el biodiesel/etanol que ya se produce en el país.

3.4 Producción de biocombustibles líquidos

El sub-módulo considera los indicadores basados en la cantidad total necesaria para realizar la mezcla objetivo que se indica en la hoja de la Demanda de Biocombustibles (ver la sección 5.1) y el número de plantas potencialmente suministradas (ver las secciones 7.1.2 y 7.2).

- **Máxima producción de biocombustibles que se puede alcanzar:** La máxima producción de biocombustibles que se puede alcanzar, indica si biocombustible líquido que se obtiene a partir de los cultivos seleccionados es suficiente respecto a la cantidad esperada en mezcla obligatoria incluida en la demanda de biocombustibles (ver la sección Meta de Producción Nacional de Biocombustibles).
- **Máximas plantas potenciales con disponibilidad de biomasa:** El máximo de plantas con disponibilidad de biomasa, indica que el número de plantas potencialmente suministradas basadas en la disponibilidad de biomasa, el tamaño de la planta seleccionada y los cultivos específicos.

3.5 Análisis financiero

El análisis financiero examina la rentabilidad de la inversión en las plantas de procesamiento de biocombustibles de diferentes tamaños. El sub-módulo calcula los siguientes indicadores⁹:

- **Valor Presente Neto (VPN):** La diferencia entre el valor presente de los flujos de entrada efectivos y el valor presente de los flujos de salida efectivos. Los flujos de efectivo son una secuencia de valores que se extienden durante varios años. Cuando se utiliza el VPN, el criterio de selección es considerar positivamente todas las inversiones con un VPN mayor a cero, cuando se descuenta a una tasa de descuento apropiado, a menudo el costo de oportunidad del capital.
- **Tasa Interna de Retorno (TIR):** La tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero. Si la TIR sobre la inversión es mayor que la tasa mínima de retorno requerida - costo de capital entonces, la inversión vale la pena. Por el contrario, si la TIR de la inversión es menor que el costo de capital, entonces la mejor opción puede ser no proceder a la inversión.

Otros términos financieros que el usuario debe tener en cuenta:

- **Tasa de descuento:** La tasa de descuento es la tasa de interés utilizada para determinar el valor presente de un valor futuro a través de descuentos.
- **Oportunidad costo de capital:** El costo de oportunidad de capital, es el costo del uso de los recursos en la inversión específica en lugar de en su siguiente mejor alternativa. Por lo general se expresa en forma de tipos de interés, es decir, la velocidad a la que los beneficios y costos se descuentan para calcular el Valor Presente Neto.

3.6 Requerimiento de mano de obra y tierras

El *Sub-Módulo Transporte* estima los requerimientos de mano de obra y de tierra para las plantas de procesamiento de biocombustibles de diferentes tamaños.

- **Mano de obra en la finca:** La mano de obra utilizada en diversas operaciones agrícolas se ha dividido en manual y maquinaria e incluye la preparación del terreno, siembra, otras operaciones del campo, cosecha y varios. Para la preparación de la tierra, se asume el uso de la tracción

⁹ Para mayor claridad ver De Benedictis, 1976; Gittinger 1982; Squire van der Take, 1975.

animal. La mano de obra manual incluye tanto la familia como la mano de obra contratada y se expresa en hombres-día/hectárea suponiendo 8 horas de trabajo por día. La mano de obra con maquinaria incluye la mano de obra requerida para estas operaciones (es decir, el conductor) y se expresa en horas de trabajo por hectárea.

- **Mano de obra en la planta (procesamiento):** Se asume que la planta funciona 8.000 horas por año (es decir, 24 horas al día, 333 días al año) en un ciclo de tres turnos de ocho horas (3 x 8 h). Se calculó el número de trabajadores por turno fue calculado, basándose en la regla general de oro reportada por Van Gerpen (2008), que establece que se requiere al menos 1 trabajador no calificado por un millón de galones de biodiesel producido. El número de trabajadores calificados necesarios, se calcula asumiendo que se requiere uno por cada cuatro trabajadores no calificados que trabajan en la planta.
- **Jornada (día de trabajo):** Un día en el que el trabajo se realiza durante un número establecido de horas a cambio de un salario.

4 Alcance y Objetivo del *Sub-Módulo Transporte*

El objetivo del *Sub-Módulo Transporte* es proporcionar al usuario una información preliminar sobre los requerimientos de materias primas, la rentabilidad y los aspectos socio-económicos de los sistemas de producción de biocombustibles líquidos basados en el origen de la materia prima (Esquema de Productores externos, Esquema de producción propia, o Esquema de producción mezclada de los productores externos con los productores propios) y el tamaño de la planta de pre- definido (capacidades) de la producción de biocombustibles (5, 25, 50 y 100 millones de litros por año). Los componentes de biodiesel/ etanol calculan el costo de producción, evalúan la rentabilidad y las implicaciones socioeconómicas para el biodiesel y el etanol en los diferentes esquemas de producción a las capacidades pre-definidas de la planta.

Las dos secciones del *Sub-Módulo Transporte* calculan los costos de producción de biocombustibles, teniendo en cuenta los precios de la materia prima (materia prima) y otros insumos operativos, como la mano de obra calificada y no calificada, el transporte de la materia prima desde la granja hasta la planta de procesamiento, las inversiones necesarias para construir una planta de biodiesel/etanol y el costo de funcionamiento (mantenimiento, gastos generales de la planta de almacenamiento y los costos generales y administrativos). El usuario obtiene un costo unitario de producción de biocombustibles, estimado para cada uno de los cuatro tamaños de plantas incluidas en la herramienta. El usuario puede comparar los costos de producción teniendo en cuenta diferentes parámetros, tales como, diferentes materias primas, diferentes orígenes de la materia prima y diferentes tamaños de producción de biocombustibles. El usuario también puede comparar entre el costo estimado de la producción de biocombustibles y los precios equivalentes del diésel y la gasolina, lo cual es útil para tener una referencia de la competitividad de la planta.

Esta información, junto con una proyección de los ingresos y los parámetros financieros se utiliza para construir el presupuesto financiero. El análisis financiero estima la rentabilidad de la inversión en la producción de biocombustibles en diferentes escalas de producción. Se calcula el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Estos indicadores financieros proporcionan una medida del descuento del valor del proyecto y el tipo de interés máximo que un proyecto puede pagar por los recursos utilizados, respectivamente.

El análisis socio-económico de la producción de biocombustibles líquidos proporciona al usuario información sobre el potencial de generación de empleo en las zonas rurales bajo diferentes esquemas de producción, así como la cantidad de tierra necesaria para producir la materia prima requerida para abastecer a los diferentes tamaños de plantas. El potencial de las oportunidades de empleo, tanto en la producción de materia prima y al nivel de la planta de procesamiento, es calculado basándose en los coeficientes de mano de obra y los factores de conversión de biocombustibles e insumos operativos relacionados con cada planta de procesamiento de biodiesel/etanol. El *Sub-Módulo Transporte* también permite al usuario evaluar las necesidades de la tierra basándose en los requerimientos de biomasa de los diferentes tamaños de las plantas, de acuerdo con el cultivo del biocombustible específico y teniendo en cuenta la diferencia en los niveles de productividad de materia prima asociadas y el origen de la materia prima (es decir, minifundista vs nivel de producción comercial).

Tabla 1: Resumen de la Información Proporcionada por el Sub-Módulo Transporte

	Pregunta	Información Proporcionada por el Herramienta
Producción de Materia Prima	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ¿Cuál es la rentabilidad de los tamaños seleccionados de la planta con la participación de los pequeños agricultores como proveedores de materias primas y en qué se diferencian? ▪ ¿Cuál es el costo de la producción de biocombustibles líquidos basándose en diferentes cultivos? 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La estimación de los costos de producción de biocombustibles para los tamaños seleccionados de la planta con o sin la participación de los productores externos como proveedores de materia prima. ▪ Estimación de los indicadores clave de rentabilidad: <ul style="list-style-type: none"> - Estimación de los indicadores clave de los rendimientos de la inversión: Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno (VPN y TIR, respectivamente) - Comparación entre el coste de producción de biocombustibles líquidos y los precios equivalentes de los combustibles fósiles ▪ Identificación de los parámetros clave que afectan a la rentabilidad de la producción de biocombustibles.
Requerimientos de Tierra	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ¿Cuánta tierra será necesaria, si la producción de biocombustibles líquidos se implementa en el país, a diferentes escalas de producción, teniendo en cuenta la materia prima a partir de diferentes cultivos y con base a los niveles de productividad de los cultivos de los diferentes proveedores de materias primas? 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimación del impacto potencial de la producción de biodiesel/etanol sobre los requerimientos de tierras de cultivo para los diferentes tamaños de las plantas, considerando diferentes opciones de cultivos de las materias primas y los niveles de productividad de los proveedores de las materias primas.
Requerimientos de Mano de Obra	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ¿Cuántos puestos de trabajo se crearán a lo largo de la cadena de valor (producción y procesamiento de materia prima) si la producción de biocombustibles líquidos se implementa en el país? ▪ ¿Cuántos puestos de trabajo podrían ser creados en diferentes escalas de 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimación del impacto potencial de la producción de biodiesel/ etanol en la generación de mano de obra para los diferentes tamaños de las plantas, cultivos de materias primas y sobre la base de la integración de los productores externos en la cadena de valor como proveedores de la materia prima.

	<p>producción?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ¿Qué efecto en la creación de empleo se puede atribuir a la participación de los productores externos como proveedores de materias primas frente a su falta de participación en la cadena de valor? 	
--	--	--

A continuación se describe la estructura del sub-módulo y las opciones disponibles para el usuario. Las metodologías de fondo para el presupuesto de procesamiento, la mano de obra y los requerimientos de la tierra se describen en detalle en el Anexo.

5 Ejecutar el *Sub-Módulo Transporte*¹⁰

El sub-módulo se ejecuta utilizando el software Microsoft © Excel.

Durante el análisis, el usuario navega paso a paso a través de las opciones y se le pide ingresar datos necesarios para obtener los resultados finales. Cuando los datos requeridos son limitados o no están disponibles, pueden utilizarse los valores por defecto proporcionados por la herramienta. Los botones de navegación dentro de la herramienta se encuentran situados en la parte superior e inferior de la hoja. El botón “SIGUIENTE>>” indica el siguiente paso y el botón “<<VOLVER” permite regresar al paso anterior

Los siguientes subcapítulos describen cada paso del análisis, usando Malawi como ejemplo.

El usuario debe seguir una secuencia de pasos con el fin de obtener los resultados finales. Sin embargo, un usuario experimentado puede ejecutar el sub-módulo siguiendo un orden diferente o incluso omitiendo algunos pasos u opciones (por ejemplo, la demanda de biocombustibles).

El usuario debe introducir los datos requeridos en las celdas blancas, mientras que los cálculos se muestran en las celdas grises. Si la información no está disponible, el usuario será guiado a través de enlaces de la web para encontrar la información específica del país correspondiente.

5.1 Paso 1: Demanda de biocombustibles en los países

Este paso tiene como objetivo estimar la cantidad de biodiesel y el etanol necesario para cumplir la mezcla nacional obligatoria de biocombustible determinada, calculada sobre la base de diésel/gasolina consumida en el país. La proporción de biodiesel y el etanol se obtienen mediante la aplicación de los coeficientes de mezcla obligatoria para el diésel y la gasolina, respectivamente.

El usuario tiene que ingresar:

¹⁰ Una descripción completa y detallada de la estructura del presupuesto del procesamiento tanto para el cálculo de los costos de producción de biodiesel y etanol como para la estimación de los requerimientos de tierra y de mano de obra se presenta en el Anexo.

- Datos sobre el consumo nacional de diesel y gasolina en ML/año. La información proporcionada en el módulo de *Situación Actual del País* se puede utilizar aquí (Figura 3, etiqueta 1).
- Datos indicando el nivel de la mezcla prevista en el país. La información proporcionada en el módulo de *Situación Actual del País* se puede utilizar aquí (Figura 3, etiqueta 2).

La cantidad de biodiesel y etanol que el país debería producir es generada por la herramienta sobre la base de la información proporcionada (Figura 3, etiqueta 3).

En la sección de Producción de Biocombustibles y Comercio, el usuario puede determinar la cantidad de biocombustibles líquidos que se consumen en el país. Este valor se obtiene sumando la cantidad importada a la producción nacional y restando las cantidades exportadas (Figura 3, etiqueta 4). En el caso de que un país sea solamente importador el valor simplemente será dada por la importación.

CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y MEZCLA OBJETIVO PARA BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS				
<< VOLVER Inicio		Descripción del Proceso de Biocombustibles Líquidos		SIGUIENTE >> Datos de Entrada
Consumo nacional de combustibles fósiles				
	Consumo	unidad		Consumo
Diésel	246	ML/año	Gasolina	136
				ML/año
Mezcla objetivo nacional				
	Mezcla objetivo	Demanda de biocombustibles		Mezcla objetivo
Biodiesel (ML/año)	10%	25	Etanol (ML/año)	10%
				14
Producción de biocombustibles y comercio				
	Producción nacional	Importaciones	Exportaciones	Balance neto
Biodiesel (ML/año)	0	0	0	-
Etanol (ML/año)	0	0	0	-
Meta de producción nacional de biocombustibles				
Biodiesel (ML/año)	25			
Etanol (ML/año)	14			

Figura 3: Demanda de Biocombustibles (Consumo de Biocombustibles y Mezcla Objetivo para los Biocombustibles Líquidos)

5.2 Paso 2: Hoja datos de entrada

Los datos introducidos en la hoja Datos de Entrada, son útiles para evaluar la posibilidad de producir biodiesel y etanol a partir de los cultivos seleccionados basándose en especificaciones técnicas y coeficientes de producción. La hoja Datos de Entrada se compone de las siguientes secciones:

- Disponibilidad de Materia Prima y Costos – El usuario ingresa los datos sobre la materia prima.
- Costo de Producción de Biocombustibles y Parámetros Financieros – El usuario ingresa los datos sobre los procesos de producción utilizados (por ejemplo, insumos químicos, servicios, mano de obra, transporte y almacenamiento) así como los parámetros relacionados con los aspectos

financieros (es decir, la tasa de descuento, la tasa de interés del préstamo, plazo del préstamo y la proporción de préstamos).

- Parámetros de Mao de Obra y Tierras – El usuario ingresa los datos relacionados con la mano de obra y los requerimientos de la tierra (rendimiento, trabajo manual y/o de maquinaria).

Antes de proceder con el análisis, el usuario puede cargar los valores predeterminados para la ejecución de este componente, mediante la opción “Cargar Valores Predeterminados”, como se muestra en la Figura 4, etiqueta A.

5.2.1 Definición de la materia prima

En esta sección se pide al usuario que seleccione los cultivos de las materias primas utilizadas para la producción de biocombustibles líquidos a partir de una larga lista de opciones¹¹. Hasta cuatro cultivos pueden ser analizados al mismo tiempo y son seleccionados de una lista desplegable. La lista incluye 25 cultivos alimentarios y comerciales base, entre los cuales 13 son aptos para la producción de biocombustibles líquidos: coco, jatrofa, colza, soja, palma aceitera y girasol para el aceite vegetal crudo (AVC) y para biodiesel; y cebada, yuca, maíz, remolacha azucarera, caña de azúcar, sorgo y trigo para producir etanol. Se pueden elegir al mismo tiempo hasta cuatro cultivos.

Para la selección de los cultivos, el usuario tiene que decidir primero qué tipo de biocombustibles líquidos (biodiesel o etanol) producirá y luego decidir a partir de qué cultivo se produce la materia prima (Figura 4, etiqueta 1). Para cada cultivo seleccionado, el usuario debe introducir¹²:

1. Disponibilidad total de la materia prima (calculada a partir de la herramienta *Producción de Cultivos* y expresado en t/año) (Figura 4, etiqueta 2; ver sección 8.2.1).
2. Los precios de las materias primas (expresados en USD por tonelada), que difieren en función de los distintos esquemas de producción (productores externos, producción propia o producción mezclada). Cabe señalar que el precio de la producción propia se deriva del costo de la producción calculada por la herramienta de *Presupuesto Agrícola*, mientras que el precio de la materia prima producida por los cultivadores externos se asume como el precio del mercado sobre la base de los precios nacionales promedio actuales (Figura 4, etiqueta 3; ver sección 8.2.1).
3. El costo de almacenamiento (expresado en USD por tonelada) (Figura 4, etiqueta 4) – el usuario tiene dos opciones para determinar estos datos:
 - A. El usuario puede introducir una aproximación de los *precios actuales* de almacenamiento de los productos agrícolas en el país. El precio debe ser ingresado en la respectiva celda para cada materia prima (USD/tonelada). Si el usuario no cuenta con esta información, puede ir al siguiente paso.
 - B. El usuario puede determinar una aproximación para este valor, para lo cual necesitará seguir los siguientes pasos:
 - Identificar un tipo de almacenamiento de materia prima apropiado, asociado con las condiciones en su país de las opciones presentadas en la Tabla 2 o la Tabla 3. Tabla 2 es el costo de estimado de almacenamiento para la materia

¹¹ La información disponible en el módulo *Situación Actual del País* puede ayudar en la selección de los cultivos bioenergéticos.

¹² El usuario puede consultar la Tabla 2 del apéndice (apartado 8.2), donde se resumen los datos necesarios para ejecutar el *Sub-Módulo Transporte*. También se da una indicación de que datos pueden ser encontrados en otros módulos, sub-módulos o componentes.

prima que se puede utilizar para la producción de etanol y la Table 3 es el costo estimado de almacenamiento en contenedores de acero para materia prima que se puede utilizar para la producción de biodiesel.

- Para la opción de almacenamiento seleccionada, el usuario debe buscar el costo global de construcción, el cual es provisto en la Tabla 2 o la Table 3.
- Introducir un valor aproximado (USD/tonelada) en la celda respectiva para cada materia prima.

Tabla 2: Costos Estimados de Almacenamiento

Costos Estimados de Almacenamiento	Unidad	Min	Promedio	Max
Estructura cerrada con suelo de roca triturada	USD/ton	10	12.5	15
Estructura abierta con suelo de roca triturada	USD/ton	6	7	8
Lona reutilizable en piedra triturada	USD/ton	n/a	3	n/a
En el exterior sin protección en piedra triturada	USD/ton	n/a	1	n/a
En el exterior sin protección en tierra	USD/ton	n/a	0	n/a

Fuente: (EPA, 2007)

Table 3: Costos de Almacenamiento Estimados en Contenedores de Acero

Capacidad de almacenamiento (t)	Costo sin piso (USD/t/año)	Piso de acero (USD/t/año)	Piso de concreto (USD/t/año)	Piso ventilado (USD/t/año)	VENTILACIÓN Y CALOR (USD/t/año)
Coco	\$ 6.8	\$ 7.3	\$ 7.6	\$ 8.6	\$ 8.9
Jatrofa	\$ 5.3	\$ 5.7	\$ 5.9	\$ 6.7	\$ 6.9
Palma de aceite	\$ 4.8	\$ 5.2	\$ 5.4	\$ 6.2	\$ 6.3
Colza	\$ 4.4	\$ 4.7	\$ 4.9	\$ 5.6	\$ 5.7
Soja	\$ 4.8	\$ 5.2	\$ 5.4	\$ 6.2	\$ 6.3
Girasol	\$ 9.7	\$ 10.4	\$ 10.8	\$ 12.3	\$ 12.7

Calculado de: (State of Michigan 2003) y (Agriculture and Rural Development of Alberta 2014)

ENTRADA DE DATOS PARA BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS

<< VOLVER Inicio

Cargar Valores por Defecto

Borrar Datos

Descripción del Proceso de Biocombustibles Líquidos

Demanda de Biocombustibles

Utilice las celdas blancas para ingresar los datos Utilice las celdas grises para los cálculos

Disponibilidad y costo de la materia prima

	Materia prima 1	Materia prima 2	Materia prima 3	Materia prima 4
Materia prima	Biodiesel	Biodiesel	Etanol	Etanol
Materia prima potencial (t/año)	Girasol	Soja	Caña de Azúcar	Yuca
Costo de materia prima (costo de producción) - producción propia (USD/t)	31,706	45,922	500,000	180,000
Costo de materia prima (precio en el mercado) – precio de los productores externos	\$ 267.22	\$ 229.23	\$ 20.00	\$ 65.00
Costo de almacenamiento de la materia prima (USD/t)	\$ 300.21	\$ 380.00	\$ 35.00	\$ 90.00
	\$ 0.55	\$ 0.55	\$ 0.55	\$ 0.55

Calculadora de Almacenamiento 1

Calculadora de Almacenamiento 2

Calculadora de Almacenamiento 3

Calculadora de Almacenamiento 4

Costo de Producción 1

Costo de Producción 2

Costo de Producción 3

Costo de Producción 4

Figura 4: Hoja Datos de Entrada para Biocombustibles Líquidos: Definición de Biomasa

Calculo de los requerimientos de almacenamiento, seleccione en “Calculadora de Almacenamiento” (Figura 4, etiqueta 5). Esto llevará al usuario a la Calculadora de Almacenamiento de Biomasa (Figura 5). En esta hoja, el usuario debe:

1. Seleccionar los meses de cosecha del cultivo (Figura 5, etiqueta 1).
2. Ingresar la tasa de stock de biomasa (%). Esto es el porcentaje de material prima necesaria para asegurar condiciones de suministro continuo de la materia prima para manejar incertidumbres en la producción debido a disponibilidad estacional, estaciones de producción, inundaciones, sequías y otros factores. Esta tasa de existencia % se utiliza para estimar la capacidad de almacenamiento (Figura 5, etiqueta 2).
3. Seleccionar “Calcular” (Figura 5, etiqueta 3) para calcular automáticamente la capacidad de almacenamiento máxima requerida (tonelada) y el almacenamiento mínimo de seguridad (tonelada por mes) para cada una de las capacidades pre-definidas (Figura 5, etiqueta 4).
4. Seleccionar “OK” para regresar a la hoja “Datos de Insumos Requeridos” (Figura 5, etiqueta 5).
5. El usuario deberá repetir los mismos pasos para todas las materias primas.

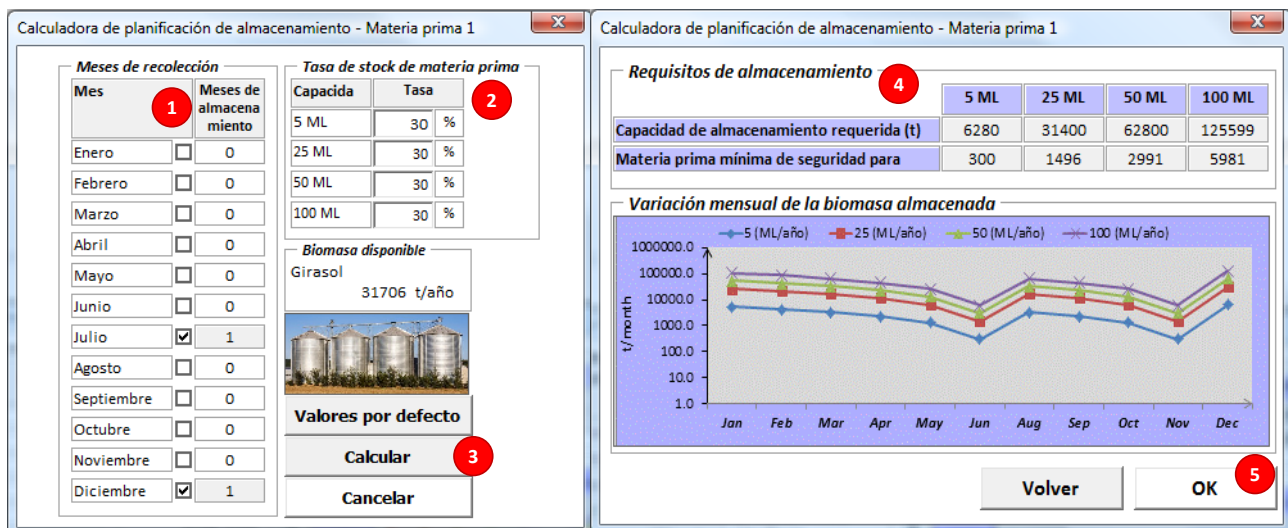


Figura 5: Calculadora de Almacenamiento de la Materia Prima

En esta etapa, el usuario puede optar por ver cómo los costos de producción son estructurados (Figura 4, etiqueta 6) o continuar para ingresar los datos en la hoja Entrada de Datos. Es importante recalcar que el usuario puede encontrar una explicación detallada de la estructura del Presupuesto del Procesamiento en el Anexo.

5.2.2 Costo de producción de biocombustibles y parámetros financieros

En esta sección el usuario debe ingresar los datos relacionados con los insumos utilizados en el procesamiento de la materia prima, específicamente: insumos químicos, portadores de calor, electricidad, agua y mano de obra. También se necesitan datos adicionales relacionados con el transporte y los costos de almacenamiento, así como otros costos y el precio de los co-productos.

1. Los insumos químicos y servicios (portadores de calor, agua y electricidad)

Los insumos químicos utilizados en el procesamiento de la materia prima son: metanol, hidróxido de sodio y hexano para la producción de biodiesel (Figura 6, etiqueta 1) u; amoníaco, levadura, ácido sulfúrico, cal, alfa-amilasa y glucoamilasa (Figura 6, etiqueta 2) para la producción de etanol. El usuario tiene que ingresar los precios de los insumos en USD/tonelada, el usuario puede referirse a algunos sitios web para ingresar los precios actuales¹³. El usuario tiene que introducir también, los precios del portador de calor (USD por tonelada), el agua (USD por metro cuadrado) y la electricidad (USD por kWh) empleados en el proceso de transformación (Figura 6, etiqueta 3).

Costo de producción y parámetros financieros			
Insumos químicos*			
Insumos del biodiesel	USD/t	Insumos de etanol	USD/t
Metanol	\$ 1,000	Amoniaco	\$ 700
Hidróxido de sodio	\$ 580	Levadura	\$ 2,300
Hexano	\$ 3,000	Acido sulfúrico	\$ 400
		Insumos de etanol	USD/t
		Cal	\$ 130
		Alfa-amilasa	\$ 5,000
		Glucoamilasa	\$ 5,000
http://www.icis.com/chemicals/channel-info-chemicals-a-z/			
Servicios		unidad	
Transmisor de calor	\$ 10.00	USD/t	
Agua	\$ 0.69	USD/m ³	
Electricidad	\$ 0.10	USD/kWh	

Figura 6: Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Insumos Químicos y Servicios (Portador de calor, agua y electricidad)

2. Costo de mano de obra, días trabajados por año y costos varios

El usuario debe ingresar la tasa de los costos de mano de obra (no-calificados y calificados), de acuerdo con los salarios promedios nacionales (expresado en USD por persona por hora) (Figura 7, etiqueta 1). Para el caso de Malawi se asume 300 días trabajados por año (Figura 7, etiqueta 2). Sin embargo, dadas las diferencias significativas entre los países con respecto a este parámetro, el usuario puede introducir el número de días de trabajo al año, de manera que refleje mejor la realidad del país.

El usuario también debe indicar el porcentaje de costos varios expresado como el porcentaje de los costos totales de mano de obra (Figura 7, etiqueta 3). Los costos varios comprenden los gastos de operación suministros y los costos de laboratorio requeridos para la actividad diaria del procesamiento. Un valor por defecto de 25% fue establecido como predeterminado.

Mano de obra		unidad	
Trabajadores no cualificados	\$ 1.49	USD/persona-hora	Días laborables por año
Trabajadores cualificados	\$ 5.06	USD/persona-hora	
Costo varios (%)	25%		
			300

Figura 7: Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Costo de Mano de Obra, Días Trabajados por Año y Costos Varios

3. Costo del transporte

En esta sección el usuario tiene que ingresar el costo del transporte de la materia prima desde la granja hasta la planta de procesamiento expresado en USD por tonelada por kilómetro (Figura 8, etiqueta 1).

¹³ Por ejemplo, véase <http://www.icis.com/chemicals/channel-info-chemicals-a-z/>.

El análisis no tiene en cuenta el costo del transporte del producto final desde la planta hasta el punto de distribución.

Transporte	unidad
Materia prima (finca a la planta)	\$ 0.10 USD/t/km

Figura 8: Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Costos de Transporte

4. Parámetros de almacenamiento

El usuario tiene que introducir el costo de almacenamiento para los biocombustibles líquidos (USD por litro por año) en el país (Figura 9, etiqueta 1). La herramienta proporciona una guía general para este valor dependiendo del tanque de almacenamiento, pero este valor debe ser determinado por el usuario de acuerdo a su situación del país.

La tasa de almacenamiento de biodiesel/etanol (%) también es definido por el usuario (Figura 9, etiqueta 2). En una operación industrial, una porción del producto total se almacena antes de su transporte y/o como una tasa de almacenamiento de seguridad en caso de paradas o fallos en la producción. El valor estándar para esto es 20-30%.

Almacenamiento	unidad
Costo de almacenamiento del biodiesel	\$ 0.10 USD/l/año
Costo de almacenamiento del etanol	\$ 0.10 USD/l/año
Costo de almacenamiento del etanol	20%
Tasa de almacenamiento de etanol	20%

Figura 9: Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Parámetros de Almacenamiento

5. Otros costos

Los costos adicionales que no se pueden calcular fácilmente son estimados. Estos incluyen:

- Los costos de mantenimiento (mantenimiento de los equipos y de los dispositivos), calculado como un porcentaje del costo total de la depreciación (valor por defecto es 20%) (Figura 10, etiqueta 1);
- Los gastos generales de la planta (costos generales), expresado como un porcentaje de la suma de los costos de la mano de obra y los costes de mantenimiento (el valor por defecto es 20%) (Figura 10, etiqueta 2);
- Los costos generales y administrativos (alquiler, seguros, salarios del personal directivo y administrativo), los cuales son expresados como el porcentaje de la suma de los costos generales de la planta, el mantenimiento, los costos totales de manos de obra y los demás costos, excepto los costos para la compra de materia prima (el valor por defecto es 8 %) (Figura 10, etiqueta 3).

El usuario puede elegir diferentes porcentajes con el fin de definir un contexto nacional más realista.

Otros costos	
Mantenimiento (%)	20%
Gastos generales de planta (%)	30%
Generales y administrativos (%)	8%

Figura 10: Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Otros Costos

6. Precio de los co-productos

Los co-productos resultantes de la actividad de procesamiento se consideran en la sección de Entradas generales. Sin embargo, dado que las ganancias de los co-productos son ingresos (expresados en USD por tonelada), la cantidad total se resta de los costos totales de producción. Como co-productos se consideran: glicerina cruda y alimento a partir de la producción de biodiesel (Figura 11, etiqueta 1); granos secos de destilería con solubles (DDGS) de la producción de etanol a base de yuca (Figura 11, etiqueta 2).

Precio de los co-productos	unidad	unidad
Glicerol crudo	\$ 390.00;USD/t	DDGS
Comida	\$ 200.00;USD/t	\$ 50.00;USD/t
http://www.icis.com/chemicals/channel-info-chemicals-a-z/		http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=soybean-meal

Figura 11: Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Cco-productos

7. Precio del transporte de combustibles y balance comercial neto

Los combustibles fósiles y los precios de los biocombustibles líquidos se tienen en cuenta con el fin de comparar el costo de producción de los biocombustibles líquidos con los precios de las fuentes de energía alternativa (precio internacional de los biocombustibles líquidos y los precios equivalentes de combustibles fósiles).

El usuario debe especificar si el país considerado en el análisis es: importador o exportador neto de combustibles fósiles (Figura 12, etiqueta 1); importador neto, exportador neto, o interesado en la exportación de biocombustibles líquidos (Figura 12, etiqueta 2). El usuario también tiene que indicar si el puerto principal se encuentra cerca de la principal ciudad del país (Figura 12, etiqueta 3). Dependiendo de las selecciones realizadas, el usuario se enfrenta a diferentes escenarios, que implican diferentes comparaciones entre los precios y los datos requeridos (véase sección 3.3.2).

En cuanto a los combustibles fósiles, el precio FOB de la gasolina/diésel se utilizará si el país es importador neto (Figura 12, etiqueta 4). De lo contrario, si el país es un exportador neto, el precio en la puerta de la fábrica (FGP) de la gasolina/diésel será considerado. Si el principal puerto de entrada de los combustibles fósiles no se corresponde con la ciudad principal (y por lo tanto el punto de consumo) en el país, se pide al usuario que considere el costo de transporte desde el puerto hasta la ciudad principal (Figura 12, etiqueta 6).

En cuanto a los biocombustibles líquidos, si el país es un importador neto, el precio FOB del biodiesel/etanol será considerado. De lo contrario, se utilizará el precio promedio en la puerta de la planta de biodiesel/etanol¹⁴. Por otra parte, si el puerto de entrada principal para los biocombustibles líquidos no se corresponde con la ciudad principal (y por lo tanto el punto de consumo) en el país, se pide al usuario que considere el costo de transporte desde el puerto hasta la ciudad principal (Figura 12, etiqueta 6). Por último, en el caso de que un país esté interesado en la exportación, se considera el precio FOB del biodiesel/etanol al que se resta el costo de transporte desde la ciudad principal hasta el puerto de exportación (Figura 12, etiqueta 5).

¹⁴ Esto es útil, por ejemplo, al evaluar la competitividad de materia prima alternativa para el biodiesel/etanol que ya se produce en el país.

Precio de los combustibles para el transporte y la balance comercial neto		unidad	unidad
Combustibles fósiles - posición comercial neta	1 <input type="text" value="Importador neto"/>	¿Es el principal puerto situado en la principal ciudad del país?	3 <input type="text" value="no"/>
Biocombustibles - posición comercial neta	2 <input type="text" value="Interesado en exportador"/>		
Diésel precio FOB	<input type="text" value="\$ 1.16"/> USD/l	4	Biodiésel precio FOB <input type="text" value="\$ 1.05"/> USD/l
Gasolina precio FOB	<input type="text" value="\$ 1.21"/> USD/l		Etanol precio FOB <input type="text" value="\$ 0.77"/> USD/l
Distancia desde el puerto a la ciudad principal	<input type="text" value="150.00"/> km	6	

Figura 12: Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Precio de los Combustibles para el Transporte y la Balance Comercial Neto

8. Parámetros financieros

Un conjunto de parámetros financieros debe introducirse con el fin de calcular los indicadores VPN y TIR.

En primer lugar, el usuario tiene que ingresar el porcentaje de la tasa de descuento. El valor por defecto es la tasa de interés aplicada por el banco central del país en valores públicos (Figura 13, etiqueta 1).

En segundo lugar, ya que la herramienta tiene en cuenta la opción de recibir un préstamo para la llevar a cabo la inversión, se tienen en cuenta la tasa de interés del préstamo (en porcentaje) y el número de años previstos para la devolución (plazo del préstamo) (Figura 13, etiqueta 2). Los componentes tienen en cuenta la opción de decidir el importe del préstamo a través de un coeficiente específico que se puede insertar para cada tamaño de la planta (Figura 13, etiqueta 3). El importe del préstamo se calcula como un porcentaje (“índice de cartera”) de los costos de inversión. Los costes de la inversión pueden ser actualizados a través del “Índice de Costo de la Planta” (Figura 13, etiqueta 4).

Parámetros financieros	Actualización del costo de inversión
Tasa de descuento (%)	1 <input type="text" value="20%"/>
Tasa de interés de créditos (%)	2 <input type="text" value="40%"/>
Plazo del crédito (años)	<input type="text" value="10"/>
Proporción de créditos	3 <input type="text" value="14"/>
5 ML/año	<input type="text" value="25%"/>
25 ML/año	<input type="text" value="20%"/>
50 ML/año	<input type="text" value="15%"/>
100 ML/año	<input type="text" value="10%"/>
	Índice de costo de la planta durante 6 años <input type="text" value="161.00"/>
	http://base.intratec.us/home/ic-index

Figura 13: Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Parámetros Financieros

5.2.3 Parámetros de mano de obra y de tierra

Con el fin de estimar los requerimientos de mano de obra bajo diferentes esquemas de producción de biocombustibles, la herramienta hace uso de rendimiento de los cultivos (Figura 14, etiquetas 1 y 2), la mano de obra manual y los parámetros de la mano de obra mecanizada (Figura 14, etiquetas 3 y 4). Estos datos pueden ser obtenidos directamente de la *Herramienta Presupuesto Agrícola*, para diferentes cultivos de las materias primas seleccionadas y bajo diferentes esquemas de producción (véase la sección 8.2.1). Sin embargo, los usuarios pueden ingresar los datos que refleja mejor la realidad del país.

En esta etapa el usuario puede elegir entre ver el Resumen de los Resultados Comparativos, el Resumen de Resultados por Materia Prima o el Resumen de los Resultados por Mano de Obra (Figura 14, etiqueta 5).

Parámetros de mano de obra y tierras		Girasol	Soja	Caña de Azúcar	Yuca
Rendimiento del cultivo (t/ha)	Productores externos 1	0.85	0.98	50.00	10.00
Mano de obra manual (persona-día/ha)	Productores externos	57.00	113.00	30.00	66.00 3
Trabajo de maquinaria (persona-hora/ha)	Productores externos	0.00	0.00	8.00	0.00
Rendimiento del cultivo (t/ha)	Producción propia 2	3.21	5.53	50.00	17.00
Mano de obra manual (persona-día/ha)	Producción propia	0.00	0.00	5.00	36.00 4
Trabajo de maquinaria (persona-hora/ha)	Producción propia	11.00	13.30	12.00	7.00

5 SIGUIENTE >>
Resumen de Resultados - Comparativos

SIGUIENTE >>
Resumen de los Resultados - Materia Prima

SIGUIENTE >>
Resumen de Resultados - Mano de Obra

Figura 14: Hoja Entrada de Datos para Biocombustibles Líquidos: Análisis de los Parámetros de Mano de Obra

5.3 Paso 3: Costos de procesamiento

Los costos generales de producción de biocombustibles líquidos de cualquier sistema de producción, se incluyen en las hojas *Cost_Fs* (hay una hoja para cada cultivo seleccionado). En esta sección se presenta la información de manera resumida la cual se refiere a las materias primas, el almacenamiento y los parámetros financieros (Figura 15, etiquetas 1 y 2).

La sección Distancia Transportada, considera la distancia promedio desde la granja hasta la planta de procesamiento (Figura 15, etiqueta 3) y la cantidad de materia prima (Figura 15, etiqueta 4) para cada tamaño de la planta.

COSTOS DE PROCESAMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE GIRASOL						
<< VOLVER Datos de Entrada		Demanda de Biocombustibles	Descripción del Proceso de Biocombustibles Líquidos	SIGUIENTE >> Resumen de Resultados - Comparativos	SIGUIENTE >> Resumen de los Resultados - Materia Prima	SIGUIENTE >> Resumen de Resultados - Mano de Obra
Utilice las celdas blancas para ingresar los datos		Utilice las celdas grises para los cálculos				
Resumen de materias primas y almacenamiento		Parámetros financieros		Actualización del costo de inversión		
Materia prima disponible (t/año)	31,706	Tasa de descuento (%)	20%	Índice de costo de la planta durante 6/2014	161 2	
Costo de almacenamiento del biodiesel (USD/l)	\$ 0.10	Tasa de interés de créditos (%)	40%			
Costo de almacenamiento del etanol	20%	Plazo del crédito (años)	10			
Costo de almacenamiento de la materia prima (USD/t)	\$ 0.55 1					
Calculadora de Almacenamiento 1						
Distancia de transporte de la materia prima 3		Cantidad transportada 4				
Distancia TAMAÑO 1 (5 ML) (km)		Tamaño 1 (t/año)	11,962			
Distancia TAMAÑO 2 (25 ML) (km)		Tamaño 2 (t/año)	59,809			
Distancia TAMAÑO 3 (50 ML) (km)		Tamaño 3 (t/año)	119,617			
Distancia TAMAÑO 4 (100 ML) (km)		Tamaño 4 (t/año)	239,234			

Figura 15: Costos de Procesamiento para la Producción de Biocombustibles Líquidos

Los esquemas de producción que se tienen en cuenta (los productores externos, la producción propia y la producción mixta: productores externos y producción propia) (véase la sección 3.2) reflejan los escenarios de análisis los cuales se pueden construir con esta herramienta. Esto se muestra en la Figura 16. Tal como se menciona anteriormente, en el Escenario 2 (esquema mixto) la proporción de los distintos tipos de agricultores que participan en la producción de materia prima podría cambiar en función del contexto del país (el usuario puede utilizar los botones de "Modificar Relación" para hacer los ajustes) (Figura 16, etiqueta 1).

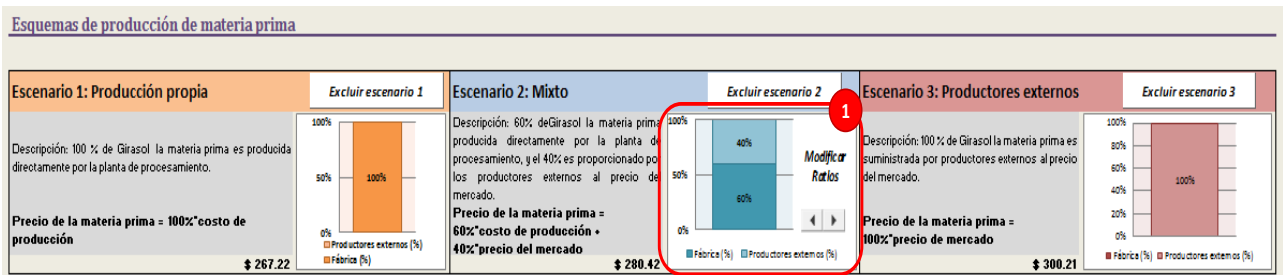


Figura 16: Escenarios de la Fuente de la Materia Prima

El presupuesto del procesamiento de biocombustibles líquidos, permite calcular los costos de producción para diferentes capacidades de la planta de procesamiento de biodiesel y el etanol. El presupuesto de procesamiento incluye los costos de: insumos (materias primas), la mano de obra (calificada y no calificada), transporte desde la granja hasta la planta de procesamiento, inversiones, actividades de mantenimiento, y almacenamiento. Los costos adicionales, tales como los gastos generales de la planta, costos generales y los costos administrativos también son calculados. Estos valores se utilizan para estimar el costo de producción por litro para cada tamaño de la planta. Los resultados calculados con esta herramienta son indicativos bajo un contexto global y se aplican a los diferentes países en desarrollo¹⁵.

	Capacidades (Millones de litros por año)							
	5		25		50		100	
	Horas de operación por año	8,000	Horas de operación por año	8,000	Horas de operación por año	8,000	Horas de operación por año	8,000
Escenario 1: Producción propia	Evaluación Financiera Sc 1 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 1 (25 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 1 (50 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 1 (100 ML/year)	
Escenario 2: Mixto	Evaluación Financiera Sc 2 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 2 (25 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 2 (50 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 2 (100 ML/year)	
Escenario 3: Productores externos	Evaluación Financiera Sc 3 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 3 (25 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 3 (50 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 3 (100 ML/year)	

Materia prima	unidad	Precio (USD)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)
Girasol Escenario 1	t	\$ 267,22	11,962	\$ 3,196,411	59,809	\$ 16,982,057	119,617	\$ 31,964,115	239,234	\$ 63,928,230
Girasol Escenario 2	t	\$ 280,42	11,962	\$ 3,354,258	59,809	\$ 16,771,282	119,617	\$ 33,542,584	239,234	\$ 67,085,167
Girasol Escenario 3	t	\$ 300,21	11,962	\$ 3,591,029	59,809	\$ 17,955,144	119,617	\$ 35,910,287	239,234	\$ 71,820,574

	Costos de producción totales (USD/año)							
	Total (USD/año)	Total (USD/l)	Total (USD/año)	Total (USD/l)	Total (USD/año)	Total (USD/l)	Total (USD/año)	Total (USD/l)
Escenario 1								
Costos de operación totales	\$ 5,753,949	\$ 1.15	\$ 25,345,652	\$ 1.01	\$ 50,202,052	\$ 1.00	\$ 100,198,808	\$ 1.00
Costos fijos totales	\$ 1,709,856	\$ 0.34	\$ 2,220,780	\$ 0.09	\$ 2,867,052	\$ 0.06	\$ 4,018,183	\$ 0.04
Otros costos totales	\$ 996,362	\$ 0.20	\$ 1,477,778	\$ 0.06	\$ 2,243,748	\$ 0.04	\$ 3,865,792	\$ 0.04
Costos de producción totales escenario 1 (USD/año)	\$ 8,460,167		\$ 29,044,210		\$ 55,312,852		\$ 108,083,784	
Costos de producción totales escenario 1 (USD/l)		\$ 1.69		\$ 1.16		\$ 1.11		\$ 1.08
Escenario 2								
Costos de operación totales	\$ 5,911,796	\$ 1.18	\$ 26,134,887	\$ 1.05	\$ 51,780,521	\$ 1.04	\$ 103,355,746	\$ 1.03
Costos fijos totales	\$ 1,709,856	\$ 0.34	\$ 2,220,780	\$ 0.09	\$ 2,867,052	\$ 0.06	\$ 4,018,183	\$ 0.04
Otros costos totales	\$ 996,362	\$ 0.20	\$ 1,477,778	\$ 0.06	\$ 2,243,748	\$ 0.04	\$ 3,865,792	\$ 0.04
Costos de producción totales escenario 2 (USD/año)	\$ 8,618,014		\$ 29,833,445		\$ 56,891,321		\$ 111,240,721	
Costos de producción totales escenario 2 (USD/l)		\$ 1.72		\$ 1.19		\$ 1.14		\$ 1.11
Escenario 3								
Costos de operación totales	\$ 6,148,666	\$ 1.23	\$ 27,318,739	\$ 1.09	\$ 54,148,224	\$ 1.09	\$ 108,091,163	\$ 1.08
Costos fijos totales	\$ 1,709,856	\$ 0.34	\$ 2,220,780	\$ 0.09	\$ 2,867,052	\$ 0.06	\$ 4,018,183	\$ 0.04
Otros costos totales	\$ 996,362	\$ 0.20	\$ 1,477,778	\$ 0.06	\$ 2,243,748	\$ 0.04	\$ 3,865,792	\$ 0.04
Costos de producción totales escenario 3 (USD/año)	\$ 8,854,784		\$ 31,017,297		\$ 59,259,024		\$ 115,976,128	
Costos de producción totales escenario 3 (USD/l)		\$ 1.77		\$ 1.24		\$ 1.19		\$ 1.16

Figura 17: Estructura del Presupuesto: Costos de Procesamiento

¹⁵ El software ASPEN Plus™ V7.1 (<http://www.aspentech.com/products/aspn-plus.aspx>) fue empleado para la simulación de procesos en el desarrollo de un modelo de procesamiento técnico para la producción de 5, 25, 50, 100 millones de litros por año.

6 Supuestos y Limitaciones del *Sub-Módulo Transporte*

Antes de iniciar el análisis, el usuario debe familiarizarse con las limitaciones y los supuestos de la herramienta y considerarlos durante el análisis, en particular en la interpretación de los resultados.

Los supuestos básicos del *Sub-Módulo Transporte* son:

1. Tamaño de las instalaciones y vida útil de la inversión. Se consideran cuatro tamaños diferentes de plantas de procesamiento (con capacidad anual de 5, 25, 50 y 100 millones de litros). La vida útil de la inversión es de 20 años.
2. Demanda de mano de obra. La estimación del impacto potencial de la producción de biodiesel/etanol sobre la demanda de mano de obra se refiere a los trabajadores que se emplean en la producción de materia prima y en las actividades de transformación. Mientras que las personas que trabajan en el transporte de la materia prima de la granja a la planta y de los biocombustibles líquidos de la planta a las áreas de distribución no se consideran.
3. Otros supuestos. Se supone que el año tiene 300 días de trabajo. Sin embargo, el usuario puede ingresar un número diferente con el fin de permitir las diferencias entre los países.

Las limitaciones principales del *Sub-Módulo Transporte* son:

1. Forma y nivel de análisis: La herramienta en sí no es compatible con el análisis espacial, pero proporciona elementos cuantitativos que pueden ser utilizados en el análisis. Además, los valores que son proporcionados por defecto por la herramienta sólo representan una media de nivel de los países, por lo que no revela diferencias en los niveles sub-nacionales y locales. Para las evaluaciones espacialmente definidos o sub-nacionales, el usuario deberá proporcionar los datos específicos.
2. Uso de la base de datos GAEZ. La adecuación de las tierras y los rendimientos potenciales asociados, son modelados y presentados con una resolución de 5 arcos-minuto¹⁶. La información incluida en la herramienta BEFS RA incluye información acumulada sobre los rendimientos potenciales para producción agrícola alimentada con lluvia de 26 cultivos para tres clases (promedio país, muy alto/alto y medio) bajo tres niveles de insumo (sólo 10 cultivos son adecuados para la producción de biocombustibles líquidos: coco, jatrofa, colza, soja, palma aceitera y girasol para el aceite vegetal y biodiesel; la cebada, yuca, maíz, remolacha azucarera, caña de azúcar, sorgo y trigo para etanol).
3. Selección del esquema de producción de materia prima. Como ya se ha explicado en la sección 3.2 anterior, en la herramienta se toman en consideración tres esquemas diferentes a saber, “producción propia”, “productores externos”, y una “mezcla propia de productores-cultivadores externos”. En el esquema “mixto” se supone que los productores externos producen 40% de la materia prima necesaria para suministrar diversos tamaños de plantas (los productores externos utilizan un nivel en función del rendimiento actual del cultivo seleccionado obtenido en el área de análisis que coincide con la nivel de GAEZ), y el 60% restante es suministrado por productores propios (que sólo utilizan la tecnología de alto nivel). Sin embargo, las acciones entre el tipo de agricultores en la producción de materia prima podrían cambiar en función del contexto del país.

¹⁶ Cada celda (para la cual la clase de sostenibilidad es presentada) representa aproximadamente un área de tierra de 10x10 km.

Por lo tanto, en las hojas de cálculo *Cost_Fs* el usuario tiene la opción de definir el peso del esquema de producción para ser utilizado en la simulación (véase la sección 5.3 y la Figura 16).

4. La demanda de mano de obra es estimada con referencia a las oportunidades de trabajos directos que podrían generarse en la ejecución de la actividad de producción de biocombustibles líquidos (personas que trabajan en las operaciones agrícolas, en la producción de materia prima y trabajadores empleados en los sectores de manufactura para el procesamiento de la materia prima) y pueden representar una subestimación. De hecho, la demanda total de trabajo debería incluir también los empleos indirectos que se calculan por lo general usando tablas económicas de insumo-producto.

7 Los Resultados del *Sub-Módulo Transporte*

A continuación se muestran todos los resultados del *Sub-Módulo Transporte*. Como se indica en la introducción (párrafo 1) el análisis examina la rentabilidad de la producción de biocombustibles líquidos utilizando diferentes cultivos para las materias primas en comparación con un precio equivalente diésel/gasolina y el precio internacional de los biocombustibles líquidos. Estos precios son precios de equilibrio, es decir, el precio correspondiente al punto en donde los costos y los ingresos son iguales (la ganancia es cero). Si el costo de la producción de biocombustibles líquidos es más bajo que el precio de equilibrio, indica que la producción de biocombustibles líquidos es rentable.

Los resultados son reportados en diferentes hojas de cálculo de Microsoft Excel, como se presenta a continuación:

- 1) Resumen de los resultados por materia prima;
- 2) Resumen de los resultados comparativos; y
- 3) Análisis de mano de obra.

7.1 Resumen de los resultados por materia prima

En la parte superior de la hoja de cálculo, se reporta la información resumida. La selección de la materia prima especifica el cultivo seleccionado. Por ejemplo, la Figura 18, etiqueta 1 se refiere a la producción de biodiesel basado en girasol, mientras que la etiqueta 2 muestra el costo de producción para cada esquema seleccionado. Con respecto a cada esquema de producción, la Figura 18, etiqueta 3 muestra una ventana (titulada *Incluir Escenario*), donde el usuario tiene la opción de mostrar los resultados del esquema seleccionado en la hoja de cálculo Resumen de Resultados por Materia Prima. Por otra parte, cabe precisar que el usuario, en cualquier momento, puede ir a la hoja de cálculo Entrada de Datos (Figura 18, etiqueta 4), o puede ir a la hoja de cálculo que muestra la estructura del presupuesto de procesamiento (Figura 18, etiqueta 5). Por último, los otros resultados están incluidos en el Resumen de Resultados Comparativos y Análisis de la Mano de Obra (Figura 18, etiqueta 6).

Diferentes indicadores de la rentabilidad económica para biocombustibles líquidos según el tipo de materia prima son reportados en diferentes secciones de la hoja de trabajo:

- a) La sección de Costos de Producción e Inversión se centran en la comparación entre el costo de producción de biodiesel/etanol obtenido por diferentes plantas de diferentes tamaños y el precio equivalente del diésel/gasolina;

- b) La sección de Resultados de Operación reporta los requerimientos de biomasa para cada tipo de cultivo con respecto a la disponibilidad de biomasa nacional; el número de plantas que pueden ser implementadas a partir de la biomasa disponible; la producción máxima que puede alcanzarse en biodiesel/etanol teniendo en cuenta la biomasa disponible; y el número de nuevos puestos de trabajo que pueden ser creados a través de la ejecución de la planta;
- c) La sección de Análisis Financiero muestra los resultados de la evaluación financiera de cada planta mediante la aplicación de la VPN y TIR.



Figura 18: Resumen de los Resultados por Materia Prima

7.1.1 Resultados de los costos de producción e inversión

En esta sección se muestra una comparación entre los costos de producción de biocombustibles y los precios de las fuentes alternativas de energía, junto con los costos de inversión para todos los tamaños de plantas.

Los precios equivalentes de los combustibles fósiles y los precios internacionales para los biocombustibles líquidos son comparados con los costos de producción de biocombustibles bajo cualquier esquema de producción, con el fin de evaluar su rentabilidad. La Figura 19 muestra el caso de un país importador neto de combustibles fósiles (etiqueta 1) y se refiere al biodiesel basado en girasol. Dado que Malawi es un importador neto, el precio de diésel equivalente FOB es usado (Figura 19, etiqueta 3) y se hace la comparación entre los costos de producción y los precios FOB de biodiesel (Figura 19, etiqueta 4). El usuario también puede decidir incluir el valor de los co-productos en los costos de producción, para esto debe hacer clic en la ventana respectiva (Figura 19, etiqueta 5). Es más, la herramienta también permite al usuario comparar una gama de costos de producción que corresponden a plantas de diferentes tamaños (Figura 19, etiquetas 6 y 7).

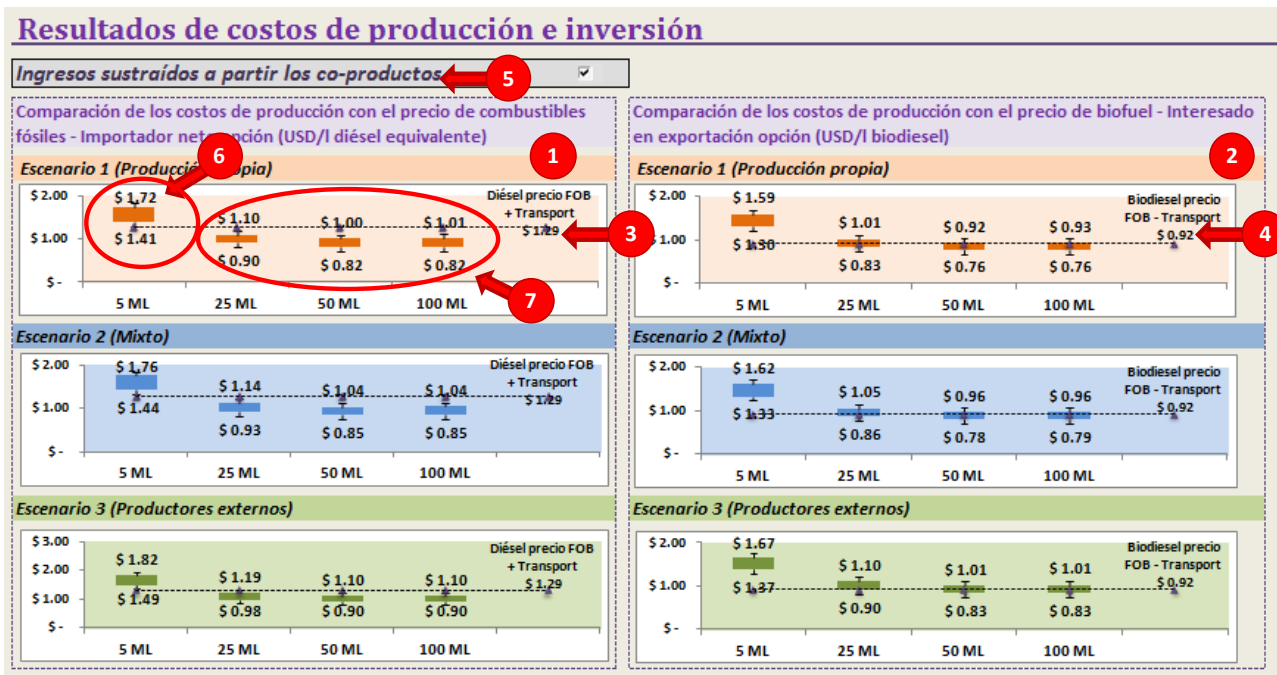


Figura 19: Resultados de los Costos de Producción e Inversión: Base de Comparación entre Combustibles Fósiles y Biocombustibles

La Figura 20 (etiqueta 1) muestra los costos totales de inversión de la implementación de la producción a través de plantas de diferentes tamaños (5, 20, 50 y 100 millones de litros).

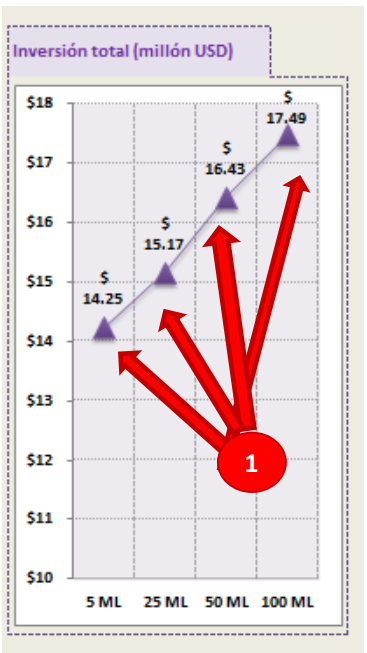


Figura 20: Resultados de Costos de Producción e Inversión: Inversiones por Tamaño de la Planta

La siguiente sección muestra la composición del costo de producción para todos los tamaños de plantas seleccionadas y para cualquier esquema de producción. La Figura 21 muestra los diferentes elementos que componen el costo de producción de los diferentes esquemas para una planta: materias primas, otros insumos químicos, energía, depreciación y mantenimiento, y otros costos. Por ejemplo, para el caso de la

producción de biodiesel a partir de girasol, la materia prima es el mayor contribuyente del costo total de producción de biocombustibles.

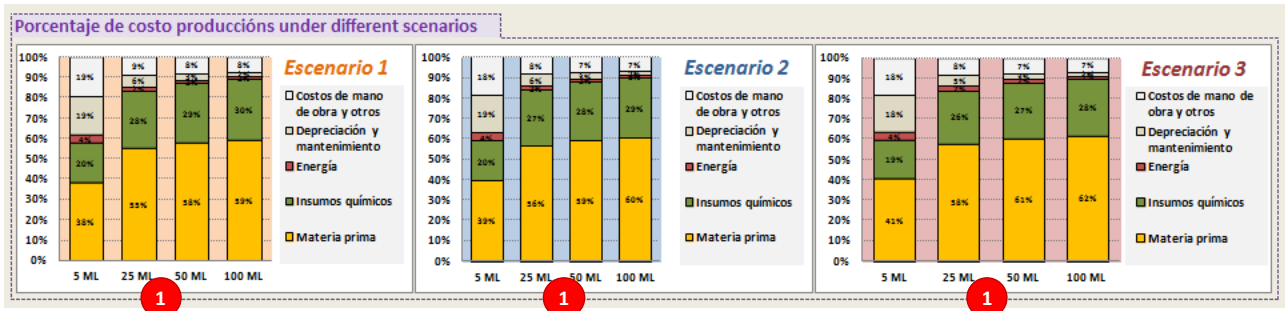


Figura 21: Resultados de los Costos de Producción e Inversión: Composición los Costos de Producción bajo Diferentes Escenarios

Se encuentra que bajo todos los esquemas de producción las plantas de mayor tamaño son más competitivas que las de menor tamaño, a pesar de que la transición de 25 a 50 millones de litros y de 50 a 100 millones de litros exhiben una menor reducción en los costos de producción que los de 5 y 25 millones de litros (Figura 19, etiqueta 7). La Figura 19 muestra la fuerte ventaja de las plantas con una capacidad anual superior a 5 millones de litros.

7.1.2 Resultados de operación

Esta sección reporta información sobre la oportunidad de producir biocombustibles en base a la disponibilidad de materia prima para cada cultivo seleccionado.

La Figura 22 muestra si el requerimiento de biomasa (etiqueta 1) para cada tamaño de planta puede ser satisfecho por la biomasa disponible (etiqueta 2): la producción solo es posible para los tamaños de planta cuyo requerimiento es inferior a la biomasa disponible.

Además, la Figura 22 incluye el Número de Plantas potencialmente suministradas sobre la base de la materia prima disponible. Para el ejemplo de Malawi, sería factible de implementar 2 plantas de 5 millones de litros cada uno, para producción de biodiesel a base de girasol (etiqueta 3), mientras que es inviable instalar una planta de 25, 50 o 100 millones de litros (etiqueta 4). Más información con respecto a los tamaños de planta es suministrada arriba de la figura. Es importante que el usuario tenga en cuenta que si la biomasa está disponible para un determinado tamaño de planta, la frase es resaltada en verde. De lo contrario, la frase es resaltada en rojo (etiqueta 5).

La Figura 22 muestra la producción de biodiesel máxima alcanzable para los cultivos seleccionados en base a la cantidad total necesaria para respetar la mezcla obligatoria que se indica en la hoja de cálculo de la demanda de biocombustibles (ver el objetivo de producción de biocombustibles en el país, sub-párrafo 5.1). En el caso de Malawi, es factible producir por completo la cantidad requerida de biocombustible a base de girasol (etiqueta 6). Además, se reporta también la cantidad total de biocombustible líquido que es posible producir a partir de los cultivos seleccionados (etiqueta 7).

Finalmente, la figura indica el número de empleos creados en el procesamiento de biodiesel/etanol para cualquier tamaño de planta (etiqueta 8).

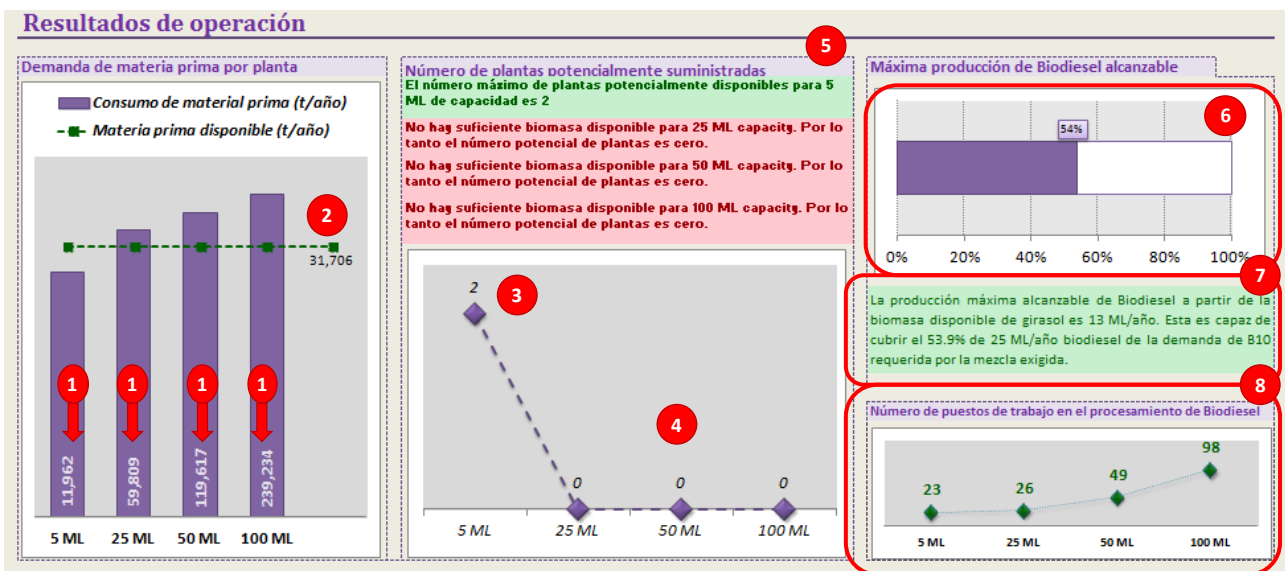


Figura 22: Resultados de los Costos de Producción e Inversión: Composición los Costos de Producción bajo Diferentes Escenarios

7.1.3 Resultados del análisis financiero

La información que se presenta en esta sección tiene como objetivo proporcionar al usuario un resumen de los parámetros financieros relacionados con la producción de biocombustibles líquidos: VPN y TIR.

Cuando se utiliza el VPN, el criterio de selección es considerar positivamente todas las inversiones con un valor presente neto mayor que cero, cuando se descuenta a una tasa de descuento apropiada, a menudo el costo de oportunidad de capital. El ejemplo indicado en la Figura 23 muestra que la producción de biocombustibles líquidos es más rentable en tamaños de plantas más grandes: de hecho, el VPN es negativo para una planta de 5 millones de litros (Figura 23), mostrando que dicho tamaño de planta no representa una inversión rentable. Por el contrario, el VPN es positivo para la plantas de mayor tamaño (Figura 23).

Cuando se utiliza la TIR, el criterio de selección es aceptar todos los proyectos independientes con una tasa interna de retorno superior a la tasa de descuento adoptada, que en general es el costo de oportunidad de capital. En el ejemplo reportado aquí (Figura 23), la TIR aumenta con el aumento de las dimensiones de la planta. El gráfico muestra que existe una correlación estricta entre el VPN y la TIR: esta última es cero cuando el primero es negativo.

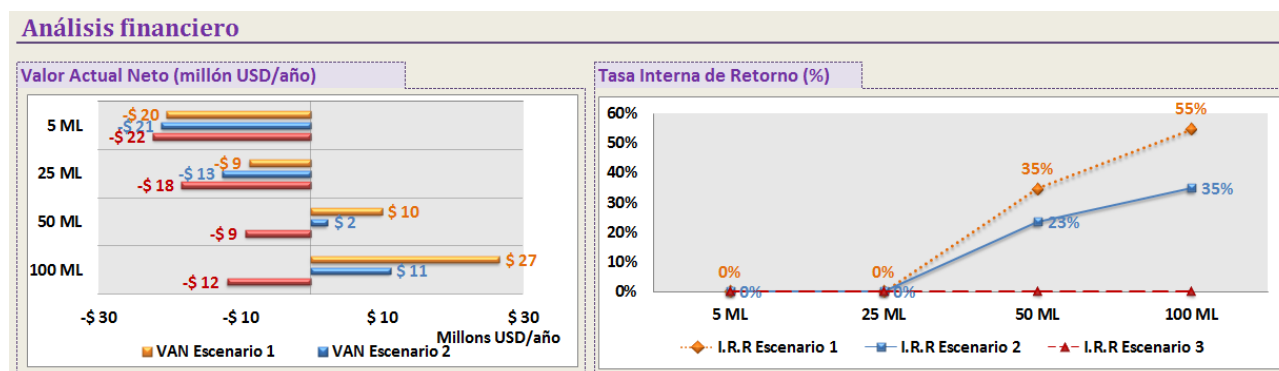


Figura 23: Resultados de los Costos de Producción e Inversión: Composición los Costos de Producción bajo Diferentes Escenarios

7.2 Resumen de los resultados comparativos

En el Resumen de los Resultados por Materia Prima es posible ver los resultados seleccionando uno de los cultivos a la vez, en esta hoja de cálculo del Resumen de los Resultados Comparativos se presentan simultáneamente todos los resultados clave de los 4 cultivos específicos. Los siguientes indicadores se reportan: máxima producción de biocombustibles alcanzable; plantas con el máximo potencial con la biomasa disponible; y la comparación de los costos de producción VPN y TIR.

La máxima producción de biocombustibles alcanzable indica si el biocombustible líquido que se obtiene a partir de los cultivos seleccionados es suficiente para respetar la cantidad esperada en la mezcla obligatoria incluida en la hoja de cálculo de la Demanda de Biocombustibles (ver el objetivo de producción de biocombustibles en el país, sub-párrafo 5.1). En el ejemplo reportado concerniente a Malawi, el etanol tanto del sorgo como del maíz y el biodiesel basado en palma de aceite y girasol son factibles para producir la cantidad de biocombustibles considerada (Figura 24, etiqueta 1).

Las plantas con el máximo potencial con la biomasa disponible indica el número de plantas potencialmente suministradas sobre la base de la biomasa disponible, los tamaños de las plantas seleccionadas y los cultivos específicos (Figura 24, etiquetas 2 a 4).

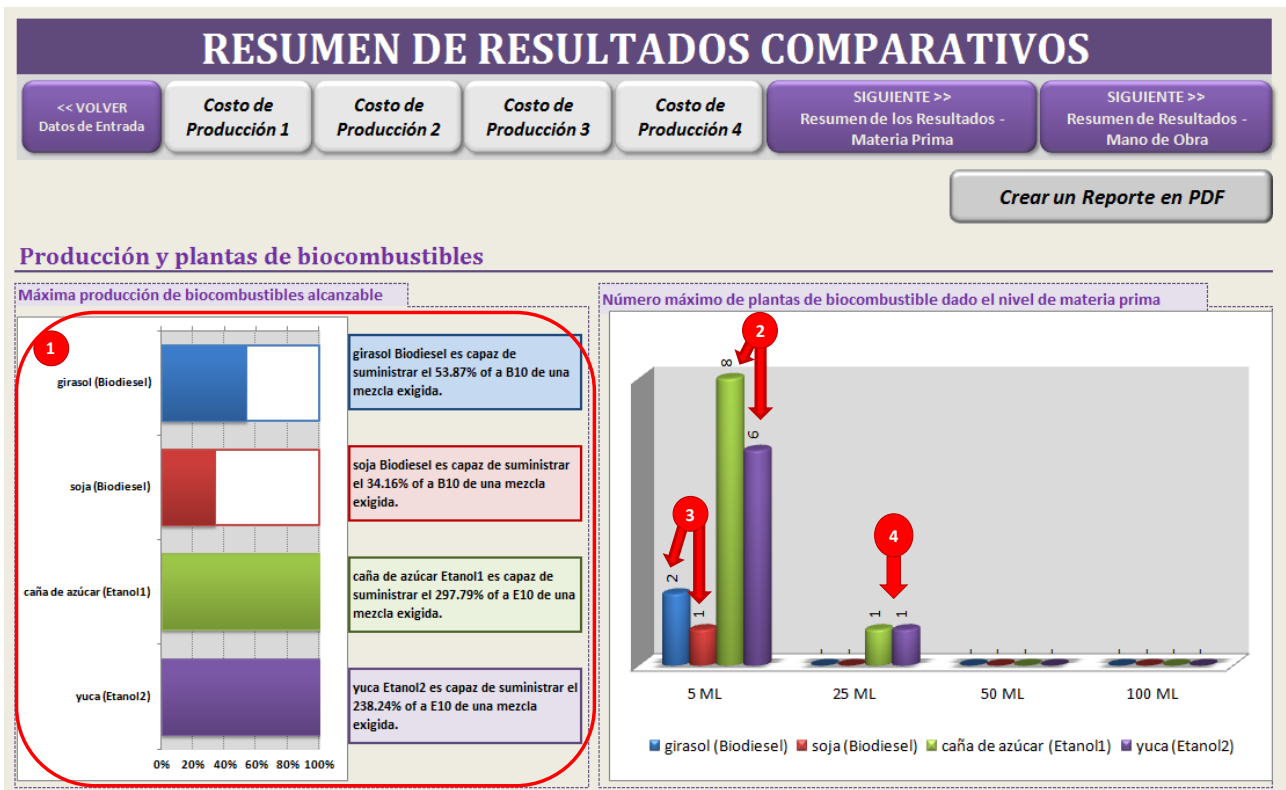


Figura 24: Producción de Biocombustibles Máxima Alcanzable y Plantas con el Máximo Potencial con la Biomasa Disponible

La Figura 25 presenta los resultados globales de los costos de producción (etiqueta 1) y análisis financiero (etiqueta 2) para el biodiesel a base de girasol y el aceite de palma, y para el etanol a base de maíz bajo el esquema Mixto. Los costos de producción del biodiesel/etanol se comparan con los precios de los biocombustibles líquidos y los combustibles fósiles (Figura 25, etiquetas 3 y 4). Si los costos de producción son competitivos, el número es resaltado en verde de lo contrario es resaltado en rojo (etiqueta 5).

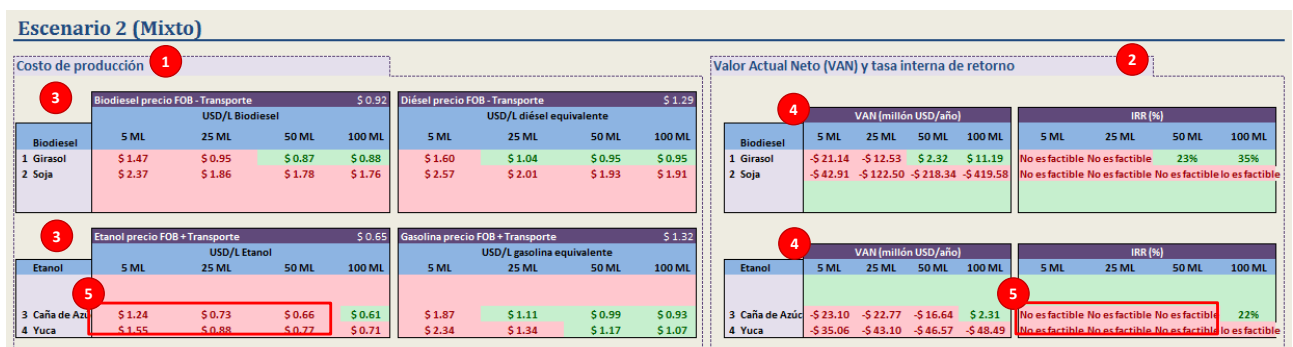


Figura 25: Resumen de los Resultados Comparativos (comparación entre los costos de producción, VPN y TIR)

7.3 Análisis de mano de obra

En esta hoja de trabajo se presentan los resultados específicos relacionados con el impacto de la producción de biocombustibles en la demanda de mano de obra y el uso de la tierra¹⁷.

En esta sección el usuario podrá comparar el número de trabajadores estimado y el área de los terrenos necesaria para la implementación de la actividad de procesamiento de biodiesel y biocombustibles. Un tamaño de planta a la vez puede ser examinado: en la parte superior de la hoja de cálculo, el usuario debe identificar el tamaño de planta apropiada (Figura 26, etiqueta 1). La Figura 26 muestra una ventada donde el usuario es capaz de seleccionar las materias primas que se incluirán (etiqueta 2). Por ejemplo, el usuario puede resaltar dos cultivos seleccionados para la producción de biodiesel y etanol. Otra opción es mostrar todos los cultivos seleccionados como se reporta en las Figura 26 y 27.

Figura 26: Mano de Obra y Análisis de Requerimientos de Terrenos

El usuario puede calcular aquí el número total de personas potencialmente empleadas (dentro y fuera de la granja), como resultado de la implementación de diferentes tamaños de plantas bajo diferentes esquemas de producción. La Figura 27 muestra los resultados de simulación para Malawi, país ejemplo. En la parte izquierda de la Figura 27 (etiqueta 1), se muestran los resultados para el esquema de productores externos, mientras que en el centro y en el lado derecho, el usuario puede comparar, respectivamente, los resultados de los sistemas de producción mixta y propia (etiquetas 2 y 3). Analizando la Figura 27, es posible ver, por ejemplo, que bajo el esquema de productores externos, la producción de biodiesel a partir de girasol requerirá el doble de trabajadores que para la producción de biodiesel de aceite de palma, si se instala una planta de 25 millones de litros. Por otra parte, vale la pena señalar que, cuando la materia prima total es producida por la propia fábrica (esquema de producción propia), el número de nuevos puestos de trabajo potencialmente creados sería menor que en los otros esquemas.

Por lo tanto, al pasar del esquema de producción propia al esquema de producción mixto (donde un número mayor de pequeños agricultores están involucrados), se generaran beneficios sociales en términos de aumento de la demanda de trabajo. Vale la pena señalar que, como ya se ha mencionado en la sección de Supuestos y Limitaciones, la demanda de mano de obra es estimada solo con referencia a empleo directo (explotaciones de la agricultura y trabajadores en los sectores de manufactura para el procesamiento de la materia prima y la conversión de biocombustibles). Esto podría conducir a una subestimación de la demanda total de trabajo a causa de la exclusión de los empleos indirectos.

¹⁷ Se espera que la producción de biocombustibles pueda generar oportunidades de empleo, tanto a nivel de granja como de procesamiento. Además, las tierras utilizadas para la producción de la materia prima es calculada con base a la cantidad de materia prima necesaria para abastecer plantas de diferentes tamaños con diferentes esquemas de producción.

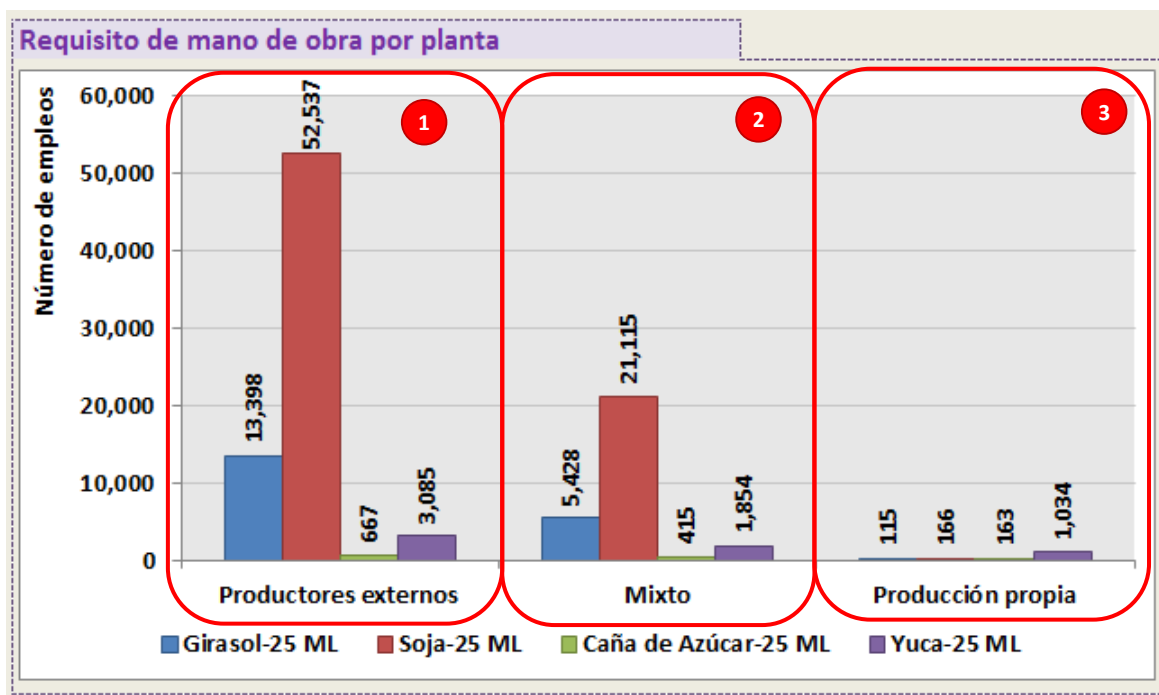


Figura 27: Oportunidades de Trabajo Relacionadas con la Producción de Biocombustibles

La figura anterior muestra el número de trabajadores que serán empleados si la producción de biocombustibles líquidos se llevara a cabo en el país. Las estimaciones del impacto potencial de la producción de biodiesel/etanol sobre la demanda de mano de obra se muestran para diferentes tamaños de plantas, materias primas y esquemas de producción.

La información que se presenta en la Figura 28 tiene por objetivo proporcionar al usuario el número de personas que se emplearan en los diferentes niveles de la cadena (los datos se refieren a una planta de 25 litros). Para cada tamaño de planta, materia prima y esquema de producción, esta Figura reporta el porcentaje de trabajadores que van a participar en la producción de biocombustibles tanto en las granjas como las plantas: demuestra que, cuando un número creciente de productores externos está involucrado en la producción de materia prima, la mano de obra utilizada en diversas operaciones agrícolas (preparación de terreno, siembra y otras operaciones) es más alta que la mano de obra utilizada en las operaciones de procesamiento de la planta.

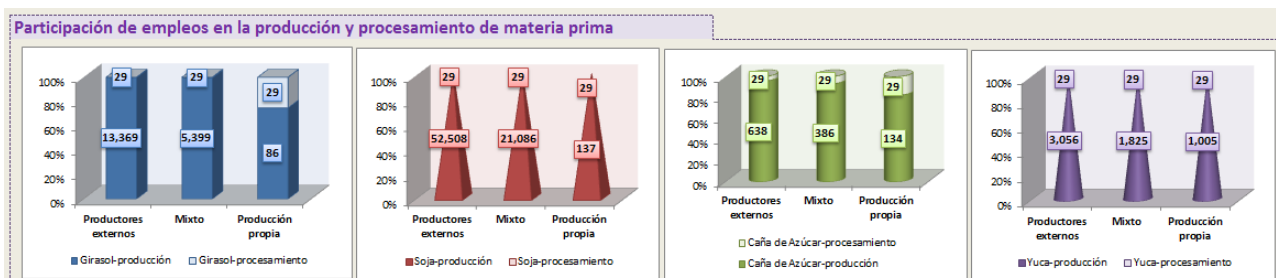


Figura 28: Participación de los Empleos en la Agricultura y el Procesamiento

En esta hoja de trabajo, el usuario también puede encontrar información sobre los requerimientos de tierra necesarios para producir la materia prima necesaria para abastecer las plantas de procesamiento de biocombustibles. Por ejemplo, la Figura 29 se refiere a una planta de 25 millones de litros. En la parte superior de esta figura se muestra el terreno necesario para el esquema de producción propia (etiqueta 1),

mientras que, en el centro y en la parte inferior se muestran el esquema de producción mixto (etiqueta 2) y externos (etiqueta 3), respectivamente. El esquema de productores externos requiere significativamente más terreno que el esquema de producción propio, ya que los agricultores producen la materia prima usando tecnología de alto nivel.

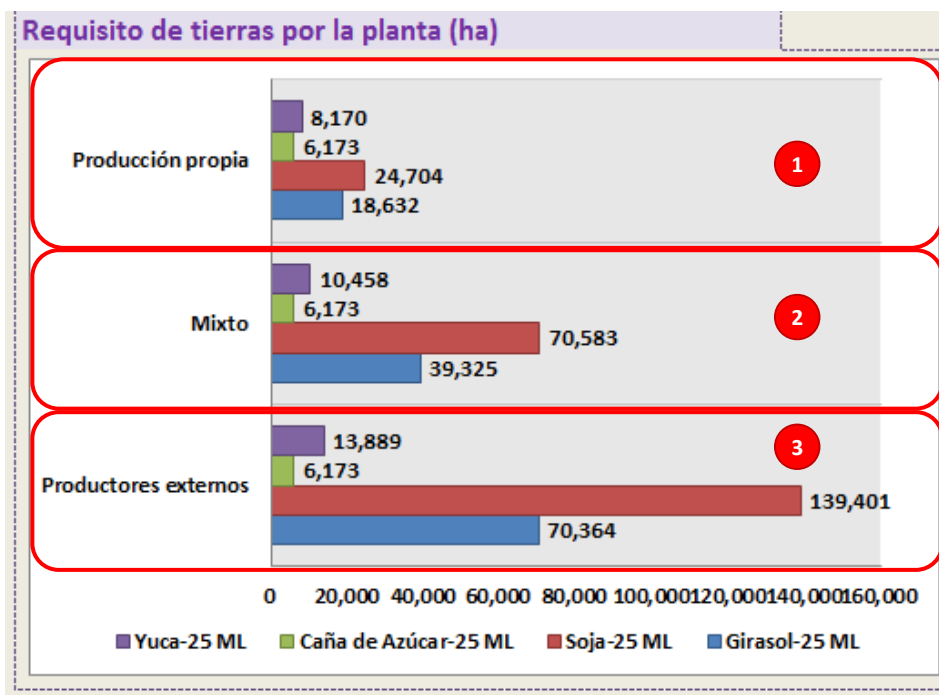


Figura 29: Requerimientos de Tierra Comparativos

8 Anexo

8.1 Metodología y resultados

En esta sección se describe la metodología integrada en los componentes de *Biodiesel/Etanol* de el *Sub-Módulo Transporte* e incluye una descripción de las bases de datos que soportan el análisis. Las bases de datos no son visibles para el usuario, pero su estructura y contenido pueden ser importantes para aquellos que vayan a realizar las actualizaciones y/o trabajar eventualmente en la mejora de la herramienta.

8.1.1 Estructura del presupuesto de procesamiento: cálculo de los costos de producción de los biocombustibles líquidos

i. Entradas

Los datos de los balances de masa y energía para las opciones de producción de biodiesel y etanol, así como las capacidades específicas se obtuvieron a partir del software ASPEN Plus™ V7.1. Estos datos se utilizaron para generar las entradas requeridas para cada capacidad seleccionada de planta (5, 25, 50, 100 millones de litros por año) como se presenta en la siguiente tabla. Algunas de las entradas son diferentes para la producción de biodiesel y etanol.

				Capacities (Millones de litros por año)			
				5		25	
				Horas de operación por año 8,000		Horas de operación por año 8,000	
Escenario 1: Producción propia				Evaluación Financiera Sc 1 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 1 (25 ML/year)	
Escenario 2: Mixto				Evaluación Financiera Sc 2 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 2 (25 ML/year)	
Escenario 3: Productores externos				Evaluación Financiera Sc 3 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 3 (25 ML/year)	
Materia prima	unidad	Precio (USD)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)	
girasol Escenario 1	t	\$ 267.02	11,962	\$ 3,194,019	59,809	\$ 15,970,096	
girasol Escenario 2	t	\$ 280.21	11,962	\$ 3,351,818	59,809	\$ 16,759,091	
girasol Escenario 3	t	\$ 300.00	11,962	\$ 3,588,517	59,809	\$ 17,942,584	
Otros insumos químicos	unidad	Precio (USD)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)	
Hidróxido de sodio	t/año	\$ 580	50	\$ 29,191	192	\$ 111,505	
Metanol	t/año	\$ 1,000	749	\$ 748,562	2,838	\$ 2,837,550	
Agua	m ³ /año	\$ 0.69	3,169	\$ 2,186	14,483	\$ 9,993	
Hexano	t/año	\$ 3,000	302	\$ 905,992	1,737	\$ 5,211,288	
Insumos energéticos	unidad	Precio (USD)	Cantidad (unidad/año)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad/año)	Total (USD/año)	
Electricidad	KWh/año	\$ 0.10	2,390,188	\$ 239,019	2,544,546	\$ 254,455	
Transmisor de calor	t/año	\$ 10	11,139	\$ 111,386	37,290	\$ 372,904	
Subtotal				\$ 2,036,337		\$ 8,797,695	

Figura 30: Presupuesto del Procesamiento: Materia Prima, Insumos Químicos, Insumos Energéticos

Para los precios de las materias primas hay tres fuentes opcionales. La herramienta proporciona al usuario con una cuadrícula para seleccionar el precio de las materias primas de acuerdo con el nivel de participación de la fábrica y productores externos en la producción de materia prima (Figura 30).

Los precios actualizados de los productos químicos se pueden encontrar en: <http://www.icis.com/chemicals/channel-info-chemicals-a-z/> (Figura 30). Los precios de los productos locales deben ser proporcionados por el usuario.

El vapor a baja presión puede ser producido usando una caldera estándar de tecnología baja, donde el precio por unidad representa el costo de producción (Figura 30).

ii. Costo de mano de obra y costos varios

Para el cálculo de la mano de obra, se ha supuesto que la planta de biodiesel está en funcionamiento 24 horas al día durante 333 días al año o su equivalente de 8000 horas por año, mientras que los 35 días restantes se emplean en tareas de mantenimiento. La operación diaria de una planta se divide en tres turnos de 8 horas cada uno, por cada turno el número de trabajadores se calcula con base a la regla general reportada por Van Gerpen (2008). Esta regla establece que se requiere al menos un (1) trabajador no cualificado por cada millón de litros de biodiesel. De la misma manera, el número de trabajadores cualificados debe ser al menos uno (1) por cada cuatro (4) trabajadores no cualificados.

	Capacities (Millones de litros por año)					
	5		25			
	Horas de operación por año 8,000		Horas de operación por año 8,000			
Escenario 1: Producción propia	Evaluación Financiera Sc 1 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 1 (25 ML/year)			
Escenario 2: Mixto	Evaluación Financiera Sc 2 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 2 (25 ML/year)			
Escenario 3: Productores externos	Evaluación Financiera Sc 3 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 3 (25 ML/year)			
Mano de obra y costos varios	unidad	Precio (USD/hour)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)
Trabajadores no cualificados	# trabajador	\$ 1.49	18	\$ 214,560	21	\$ 250,320
Trabajadores cualificados	# trabajador	\$ 5.06	5	\$ 202,400	5	\$ 202,400
Costos varios			25%	\$ 104,240	25%	\$ 113,180
Subtotal				\$ 521,200		\$ 565,900

Figura 31: Presupuesto de Procesamiento: Costos de Mano de Obra y Costos Varios

Los costos varios comprenden los costos de los suministros de operación y gastos de laboratorio necesarios para el procesamiento diario de biodiesel. En consecuencia, el 25% del costo total de mano de obra fue establecido como predeterminado para cubrir dichos gastos, y se identifican como porcentaje vario, es decir:

Costos Varios (USD/año)

$$\text{Costos Varios [USD/año]} = \text{Porcentaje vario [\%]} * \text{Costo Total de mano de obra [USD/año]}$$

iii. Transporte de materia prima

El valor del transporte de la materia prima desde las granjas hasta la planta resulta de la multiplicación del Precio Unitario (USD por tonelada) por la cantidad (km) por las toneladas de la materia prima (Figura 32).

	Capacities (Millones de litros por año)					
	5		25			
	Horas de operación por año 8,000		Horas de operación por año 8,000			
Escenario 1: Producción propia	Evaluación Financiera Sc 1 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 1 (25 ML/year)			
Escenario 2: Mixto	Evaluación Financiera Sc 2 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 2 (25 ML/year)			
Escenario 3: Productores externos	Evaluación Financiera Sc 3 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 3 (25 ML/year)			
Transporte	unidad	Precio (USD/t/unidad)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)
Materia prima (finca a la planta)	km	\$ 0.10	-	\$ -	-	\$ -
Subtotal				\$ -		\$ -

Figura 32: Presupuesto del Procesamiento: Costos del Transporte de la Materia Prima

iv. Costos de depreciación y mantenimiento

La depreciación fue calculada utilizando el método de la línea recta. Este método supone que el elemento se depreciara en una cantidad constante durante su periodo de vida económica o depreciación. Los costos

individuales de inversión están predefinidos para cada tamaño de planta. Se calcularon los valores de los costos de inversión específicos para cada una de las capacidades establecidas (5, 25, 50 y 100 millones de litros por año) usando la función Aspen Economic Analyser V 7.1 (<http://www.aspentech.com/products/aspen-icarus-process-evaluator.aspx>).

Inversión	unidad	años	Total (USD)	Depreciación (USD/año)	Total (USD)	Depreciación (USD/año)
Equipos	USD	20	\$ 1,722,375	\$ 86,119	\$ 1,955,068	\$ 97,753
Construcciones	USD	10	\$ 9,556,177	\$ 955,618	\$ 10,062,307	\$ 1,006,231
Costo de instalación	USD	10	\$ 2,969,316	\$ 296,932	\$ 3,156,077	\$ 315,608
Inversión total			\$ 14,247,868		\$ 15,173,453	
			Depreciación total	\$ 1,338,668	Depreciación	\$ 1,419,592
Costos de mantenimiento		20%		\$ 267,734		\$ 283,918.37
Subtotal				\$ 1,606,402		\$ 1,703,510

Figura 33: Presupuesto de Procesamiento: Costos de Inversión y Mantenimiento

Costos de Mantenimiento (USD/año)

El costo de mantenimiento de todos los equipos y materiales fue establecido por defecto como el 10% de la depreciación anual total de las inversiones.

$$\text{Costo de Mantenimiento [USD/año]} = \text{Porcentaje de Mantenimiento [\%]} * \text{Costo Total de Depreciación [USD/año]}$$

v. Costos de almacenamiento

Almacenamiento	unidad	Precio (USD)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)
Materia prima (biomasa)	t	\$ 0.55	6,280	\$ 3,454	31,400	\$ 17,270
Biodiesel producto	litro	\$ 0.10	1,000,000	\$ 100,000	5,000,000	\$ 500,000
Subtotal				\$ 103,454		\$ 517,270

Figura 34: Presupuesto del Procesamiento: Costos de Almacenamiento

vi. Otros costos

Los gastos generales de las plantas se definen como los gastos para la producción de servicios, las instalaciones, gastos generales de personal y se establecen por defecto como el 50% de los costos totales de mano de obra y de mantenimiento.

$$\text{Costos Generales de la Planta [USD/año]} = \text{Porcentaje de Gastos Generales [\%]} * (\text{Costos de Mantenimiento [USD/año]} + \text{Costos Totales de Mano de Obra [USD/año]})$$

Los costos generales y administrativos (arrendamientos, seguros, salarios del personal directivo y de administración) se expresan como un porcentaje de la suma de los gastos generales de la planta, el mantenimiento, los costos de mano de obra totales y otros costos, excepto los gastos para la compra de materia prima (el valor por defecto es de 8%).

$$\text{Costos Generales y Administrativos [USD/año]} = \text{Porcentaje generales y administrativos [\%]} * (\text{Costos generales de la planta [USD/año]} + \text{Costos de mantenimiento [USD/año]} + \text{Subtotal de los costos de entrada [USD/año]})$$

Otros costos	unidad	Rate (%)	Total (USD/año)	Total (USD/año)
Gastos generales de planta	USD	30%	\$ 205,408	\$ 220,992
Generales y administrativos	USD	8%	\$ 242,454	\$ 789,480
Intereses de créditos	USD		\$ 548,500	\$ 467,306
Subtotal			\$ 996,362	\$ 1,477,778

Figura 35: Presupuesto de Procesamiento: Costos Generales y Administrativos de la Planta

		Capacities (Millones de litros por año)			
		5		25	
		Horas de operación por año 8,000		Horas de operación por año 8,000	
Escenario 1: Producción propia		Evaluación Financiera Sc 1 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 1 (25 ML/year)	
Escenario 2: Mixto		Evaluación Financiera Sc 2 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 2 (25 ML/year)	
Escenario 3: Productores externos		Evaluación Financiera Sc 3 (5 ML/year)		Evaluación Financiera Sc 3 (25 ML/year)	

Materia prima	unidad	Precio (USD)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (Unidad)	Total (USD/año)
girasol Escenario 1	t	\$ 267.02	11,962	\$ 3,194,019	59,809	\$ 15,970,096
girasol Escenario 2	t	\$ 280.21	11,962	\$ 3,351,818	59,809	\$ 16,759,091
girasol Escenario 3	t	\$ 300.00	11,962	\$ 3,588,517	59,809	\$ 17,942,584

Costos de producción totales (USD/año)		Total (USD/año)	Total (USD/l)	Total (USD/año)	Total (USD/l)
Escenario 1					
Costos de operación totales		\$ 5,751,556	\$ 1.15	\$ 25,333,691	\$ 1.01
Costos fijos totales		\$ 1,709,856	\$ 0.34	\$ 2,220,780	\$ 0.09
Otros costos totales		\$ 996,362	\$ 0.20	\$ 1,477,778	\$ 0.06
Costos de producción totales escenario 1 (USD/año)		\$ 8,457,775		\$ 29,032,249	
Costos de producción totales escenario 1 (USD/l)			\$ 1.69		\$ 1.16
Escenario 2					
Costos de operación totales		\$ 5,909,356	\$ 1.18	\$ 26,122,686	\$ 1.04
Costos fijos totales		\$ 1,709,856	\$ 0.34	\$ 2,220,780	\$ 0.09
Otros costos totales		\$ 996,362	\$ 0.20	\$ 1,477,778	\$ 0.06
Costos de producción totales escenario 2 (USD/año)		\$ 8,615,574		\$ 29,821,244	
Costos de producción totales escenario 2 (USD/l)			\$ 1.72		\$ 1.19
Escenario 3					
Costos de operación totales		\$ 6,146,054	\$ 1.23	\$ 27,306,179	\$ 1.09
Costos fijos totales		\$ 1,709,856	\$ 0.34	\$ 2,220,780	\$ 0.09
Otros costos totales		\$ 996,362	\$ 0.20	\$ 1,477,778	\$ 0.06
Costos de producción totales escenario 3 (USD/año)		\$ 8,852,272		\$ 31,004,737	
Costos de producción totales escenario 3 (USD/l)			\$ 1.77		\$ 1.24

Figura 36: Presupuesto de Procesamiento: Costos Totales de Producción

8.1.2 Estructura del presupuesto de procesamiento: Estimaciones de mano de obra y requerimientos de tierra

Con el fin de determinar el impacto potencial de la producción de biocombustibles sobre las oportunidades de empleo, una metodología fue construida para capturar los coeficientes de mano de obra, las conversiones de biocombustibles y otras entradas de las plantas operativas de biodiesel/etanol y traducirlas en oportunidades potenciales de empleo. El resultado final de este componente incluye los trabajadores que participan en la producción de materia prima, así como los que operan la planta de procesamiento. Los trabajadores que transportan la materia prima no están incluidos. La estimación del número de trabajadores potencialmente empleados se basa en el siguiente cálculo:

Número de trabajos (trabajador/año) = [Mano de obra en granja (manual + maquinaria) + mano de obra en la planta (calificada y no calificada)]

Donde,

Mano de obra en granja (trabajador/año) = {[tierra requerida (ha) * coeficiente de mano de obra manual (trabajador día/ha)] + [(tierra requerida (ha) * coeficiente de mano de obra maquinaria (trabajador/día))]} / días de trabajo en un año (día)}

Y

Mano de obra en la planta (trabajador/año) = Mano de obra no calificada (trabajador/año) + Mano de obra calificada (trabajador/año)

La estimación del impacto potencial de la producción de biodiesel/etanol en los requerimientos de tierra está basada en el siguiente cálculo:

Tierra requerida (ha) = [tamaño de la planta (millones de litros) / rendimiento (t/ha) / conversión del biocombustible (l/t)]

8.2 Requerimientos de datos para ejecutar el Sub-Módulo Transporte

La Tabla 4 incluye los requerimientos de datos para poder ejecutar el *Sub-Módulo Transporte*.

Tabla 4: Requerimientos de Datos para Ejecutar el Sub-Módulo Transporte

Datos Requeridos	<p>De otros componentes BEFS RA (ver sección 8.2.1)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo de la materia prima: para cada cultivo (USD/t), es decir, el precio de mercado para el esquema de productores externos y el costo de producción para el esquema de producción propia (de la <i>Herramienta Presupuesto Agrícola</i>) • Coeficientes de mano de obra: manual (trabajador día/ha) y maquinaria (trabajador hora/ha) para diferentes cultivos, nivel de entrada (alto, intermedio y bajo). Coeficientes de mano de obra para las actividades relacionadas con la producción de materias primas, tales como la preparación de la tierra, siembra, operaciones de campo y recolección (de la <i>Herramienta Presupuesto Agrícola</i>) • Requerimientos de mano de obra calificada y no calificada (trabajador/año) para diferentes cultivos y tamaños de planta (de la <i>Herramienta Presupuesto Agrícola</i>) • Rendimiento (t/ha) para diferentes cultivos de GAEZ (de la <i>Herramienta Presupuesto Agrícola</i>) <p>Datos adicionales requeridos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Precio de otras materias primas: reactivos químicos (USD/t), agua (USD/m³), electricidad (USD/KWh) y transmisores de calor (USD/t) • Costos de mano de obra: los salarios de los trabajadores calificados y no calificados (USD por trabajador por hora) y costos varios (25% de los costos totales de mano de obra por defecto) • Costo del transporte de materias primas desde la granja hasta la planta de procesamiento (USD por tonelada por km) <ul style="list-style-type: none"> • Costos del transporte (USD por tonelada por km) • La distancia promedio desde la granja hasta la planta de procesamiento para cada tamaño de planta (km) • Los costos de almacenamiento y la tasa de almacenamiento en stock (para materias primas y biocombustibles líquidos) <ul style="list-style-type: none"> • Tasa de materias primas en stock (en porcentaje); costo de almacenamiento de la materia prima (USD/ton) • Tasa de biocombustibles líquidos en stock (en porcentaje); costo de almacenamiento de biocombustibles líquidos (USD /litro)
------------------	--

- Otros costos: gastos generales de la planta (50% de los costos de mantenimiento y mano de obra) , costos generales y administrativos (8% de la suma de los gastos generales de la planta, mantenimiento, mano de obra total y los costos totales de entrada) por defecto
- Precio de los combustibles fósiles y los biocombustibles líquidos
 - Precio interno de los combustibles fósiles, el diésel y la gasolina (USD/litro)
 - Precio internacional de los combustibles fósiles, el diésel y la gasolina (USD/litro)
 - Precio equivalente de combustibles fósiles (USD/litro)
 - Precio internacional de los biocombustibles líquidos (etanol y biodiesel)(USD/litro)
- Parámetros financieros
 - Tasa de descuento (%)
 - Tasa de inflación (%)
 - Inflación de los precios de las materias primas (%)
 - Cambio en los costos de mano de obra (%)
- Cuota de entrada baja y cuota de entrada intermedia en la producción externa
- Estado de la cuota/productores externos en el esquema de producción de materias primas
- Número de días de trabajo/año

8.2.1 Resultados del *Componente de Cultivos* usado en el *Sub-Módulo Transporte*

Como ya se ha mencionado en las secciones 5.2.1 y 8.2, las etiquetas 2 y 3 de la Figura 37 son los resultados del *Componente de Cultivos*.



Figura 37: Herramienta de Transporte – Disponibilidad de Materia Prima y Costos

Más precisamente, la etiqueta 2 es un resultado de la *Herramienta Producción de Cultivos*, donde se muestran los volúmenes adicionales de la materia prima seleccionada de intensificación, los cambios desde los cultivos hasta la cosecha y la extensificación. En el caso de las oleaginosas, los usuarios tienen que entrar la cantidad de materia prima adicional que se utilizará para la producción de biodiesel para el transporte y de aceite vegetal directo para la electricidad y/o calefacción (Figura 38).

Defina la distribución de los cultivos para el transporte y para la electrificación rural

		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4
		girasol	soja	caña de azúcar	yuca
TOTAL	t/año	63,412	91,844	142,130	458,149
Transporte <i>(cultivos que se utilizarán para la producción de biodiesel y etanol)</i>					
Tipo de biocombustible		biodiesel	biodiesel	etanol	etanol
% del total		50%	50%	0%	0%
t/año		31,706	45,922	0	0
Electrificación rural <i>(cultivos que se utilizarán para la producción de aceite vegetal para la electrificación rural)</i>					
Tipo de biocombustible		SVO	SVO	-	-
% del total		50%	50%		
t/año		31,706	45,922	0	0

Figura 38: Herramienta de Producción de Cultivos – Hoja de Cálculo de los Resultados de la Producción de Cultivos

Los costos de producción calculados por la Herramienta Presupuesto Agrícola en la hoja de Resumen de Resultados se muestran en la Figura 39. La etiqueta 3 (Costo de Materia Prima – Producción Propia) de la Figura 37 está determinada por algunos de estos resultados. Más específicamente, el costo de insumos altos de la producción se supone que es del sistema agrícola del esquema de producción propia (Figura 39, etiqueta 1). Considerando que, para la etiqueta 3 (Costo de Materia Prima – Precio de los Productores Externos) de la Figura 37, la salida utilizada está determinada por el Resumen de Resultados y es el valor definido por el usuario (Figura 39, etiqueta 2).

		CROP 1: girasol			
	unidad	Definido por el usuario	Insumos bajos	Insumos intermedios	Insumos altos
Rendimiento	t/ha	0.85	0.93	1.73	3.21
Precio en finca	USD/t	300.00	300.00	300.00	300.00
RESULTADOS DEL PRESUPUESTO					
Ingresos (A) = (Rendimiento*Precio en la puerta de la finca)	USD/ha	255.00	279.67	518.67	961.91
Total de costos de los insumos	USD/ha	123.66	126.17	249.45	460.84
Costo total de mano de obra (B)=(Insumos+Mano de obra)	USD/ha	85.50	97.98	179.75	333.10
Total de los costos variables	USD/ha	209.16	224.15	429.20	793.94
Margen bruto (GM) = (A - B)	USD/ha	45.84	55.51	89.47	167.98
Total de costos fijos (C)	USD/ha	40.00	40.00	40.00	40.00
Intereses sobre el capital de trabajo (D)	USD/ha	6.02	6.46	12.36	22.87
Costos totales (E) = (B + C + D)	USD/ha	255.18	270.61	481.56	856.80
Margen neto antes de impuestos (GM - C - D)	USD/ha	-0.18	9.06	37.10	105.11
Coste de producción (E / Rendimiento)	USD/t	300.21	290.28	278.54	267.22
Rendimientos del capital (A / costos de insumo y mano de obra)		1.22	1.25	1.21	1.21
REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA					
Manual total (F)	día/ha	57	65	40	0
Maquinaria total (G)	hora/ha	0.0	0.0	4.0	11.1

Figura 39: Herramienta Presupuesto Agrícola – Resumen de los Resultados

Las etiquetas 1 a 4 (para productores externos y producción propia) de la Figura 40 son también resultados de la *Herramienta Presupuesto Agrícola* (Figura 39, etiquetas 3 a 6).

Parámetros de mano de obra y tierras		Girasol	Soja	Caña de Azúcar	Yuca
Rendimiento del cultivo (t/ha)	Productores externos 1	0.85	0.98	50.00	10.00
Mano de obra manual (persona-día/ha)	Productores externos	57.00	113.00	30.00	66.00 3
Trabajo de maquinaria (persona-hora/ha)	Productores externos	0.00	0.00	8.00	0.00
Rendimiento del cultivo (t/ha)	Producción propia 2	3.21	5.53	50.00	17.00
Mano de obra manual (persona-día/ha)	Producción propia	0.00	0.00	5.00	36.00 4
Trabajo de maquinaria (persona-hora/ha)	Producción propia	11.00	13.30	12.00	7.00

5
 SIGUIENTE >>
 Resumen de Resultados - Comparativos

SIGUIENTE >>
 Resumen de los Resultados - Materia Prima

SIGUIENTE >>
 Resumen de Resultados - Mano de Obra

Figura 40: Sub-Módulo Transporte – Parámetros de Mano de Obra y Tierra

Con respecto a los productores externos, la selección del rendimiento y de los requisitos de mano de obra asociados depende en el rendimiento definido por el usuario y donde se encuentra en relación con los rendimientos potenciales en virtud bajo los escenarios de entrada baja, entrada intermedia y entrada alta:

- A. Si el rendimiento definido por el usuario está cerca del rendimiento potencial del escenario de entrada baja , se supone que los productores externos serán capaces de avanzar hacia el nivel de entrada intermedio y alcanzar el rendimiento asociado;
- B. Si el rendimiento definido por el usuario está cerca del rendimiento potencial del escenario de entrada intermedia , se supone que los productores externos serán capaces de moverse hacia el nivel de entrada alta y alcanzar el rendimiento asociado; y
- C. Si el rendimiento definido por el usuario está cerca del rendimiento potencial del escenario de entrada de nivel alto, se supone que los productores externos producirán en este nivel de entrada y alcanzaran el rendimiento relacionado.

Referencias

Agriculture and Rural Development of Alberta. (2014). "Bushel / Tonne Converter." from <http://www.agriculture.alberta.ca/app19/calc/crop/bushel2tonne.jsp>.

De Benedictis, M. and V. Cosentino. 1976. *Economia dell'azienda agraria*. Il Mulino Editore

Esposti, R. 2008. "Food, feed & fuel: biocarburanti, mercati agricoli e politiche." Working paper n. 8, Gruppo 2013

FAO. 2010. *Bioenergy and Food Security: The BEFS Analysis for Tanzania*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Available at: <http://www.fao.org/docrep/012/i1544e/i1544e00.htm>

FAO. 2011. *Bioenergy and Food Security Criteria and Indicators: Smallholders in Global Bioenergy Value Chains and Certification- Evidence from three case studies*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Available at: <http://www.fao.org/docrep/015/i2597e/i2597e00.pdf>

Gittinger, J. Price. 1982. *Economic analysis of agricultural projects*. Second Edition. EDI Series in Economic Development

NREL. 2009. "Biodiesel Handling and Use Guide". Fourth Edition. NREL/TP-540-43672. Revised January 2009. Colorado, USA.

Nowatzki, J., Swenson, A. and Wiesenborn, D.P. 2007. *Small-scale Biodiesel Production and Use*. North Dakota State University and U.S. Department of Agriculture cooperating

Rural Livelihood Development Company (RLDC). 2008. Sunflower Sector: Market Development Strategy. Available at: www.rldc.co.tz/docs/sunflower.pdf

Rural Livelihood Development Company (RLDC). 2011. Action Learning among Sunflower Oil Processors for Systemic Change. Presentation at M4P Hub Conference 7 – 9 November 2011, Brighton, UK. Available at: www.m4phub.org/userfiles/file/Braison%20Salisali%20Consort.pdf

Rordorf, J. 2011. Opportunities for a sustainable rural energy supply through renewable energies in developing countries. Master Thesis Berlin School of Economics and Law. Available at http://www.better-is.com/files/Master_thesis_Rordorf.pdf

Squire, L., van der Take and G. Herman. 1975. *Economic Analysis of Projects*. A World Bank Research Publication. Published for the World Bank by The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London

Schmidhuber, J. 2008. "Domanda di bioenergia, mercati agricoli e sicurezza alimentare". La Questione Agraria numero 1 - 2008, Franco Angeli editore

State of Michigan. (2003). "Grain Bins and Tanks." from http://www.michigan.gov/documents/Vol1-27GrainBinsandTanks_120836_7.pdf.

Van Gerpen, J. 2008. "Biodiesel Economics. Biodiesel Education." University of Idaho, College of Agriculture and Life Sciences.

Wiskerke, W. T., Dornburg, V., Rubanza, C. D. K., Malimbwi, R. E. and P. C. "Faaij. 2010. Cost/benefit analysis of biomass energy supply options for rural smallholders in the semi-arid eastern part of Shinyanga Region in Tanzania." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 148–165. doi:10.1016/j.rser.2009.06.001