



BIOENERGÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA ÉVALUACIÓN RÁPIDA (BEFS RA)

Manual de Usuario

BRIQUETAS



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 Productos Intermedios o Finales

Sección 1: Briquetas

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	El <i>Componente Briquetas</i>	6
3	Términos y Definiciones utilizados en el <i>Componente Briquetas</i>	8
4	Alcance y Objetivo del <i>Componente Briquetas</i>	9
5	Ejecución del <i>Componente Briquetas</i>	10
5.1	Paso 1: Demanda de energía	12
5.2	Paso 2: Definiendo la materia prima	13
5.3	Paso 3: Costo de producción y parámetros financieros	18
5.4	Paso 4 (Opcional): Cálculo del costo de producción de electricidad	20
6	Supuestos y Limitaciones del <i>Componente Briquetas</i>	22
7	Resultados del <i>Componente Briquetas</i>	23
7.1	Resumen del cálculo de los costos de producción (opcional)	23
7.2	Resumen de resultados por materia prima	24
7.3	Resumen de los resultados comparativos	27
8	Anexo	30
8.1	Metodología y resultados	30
8.1.1	Cálculo de costo de los insumos requeridos	30
8.1.2	Cálculo del costo de la mano de obra requerida	31
8.1.3	Cálculo de costo del transporte requerido	31
8.1.4	Cálculo de costo de almacenamiento	32
8.1.5	Cálculo de costo fijo	32
8.1.6	Cálculo de otros costos	33
8.1.7	Cálculo del costo de producción total y unitaria de las briquetas	34
8.1.8	Cálculo de la demanda de briquetas	34
8.1.9	Cálculo del ingreso del proyecto	35
8.1.10	Tecnología de briquetas	36
8.1.11	Base de datos para análisis financiero	37
8.2	Datos requeridos para ejecutar la herramienta	38
9	Referencias	40

Lista de Figuras

Figura 1: Estructura del Módulo Uso Final de la Energía	4
Figura 2: Sistema de Briquetas de Biomasa para Calefacción y Cocina en Zonas Rurales y Urbanas	6
Figura 3: Disposición de las Hojas de los Resultados Briquetas	7
Figura 4. Evaluación Rápida de la Herramienta para la Calefacción y Cocina – <i>Componente Briquetas</i>	10
Figura 5: <i>Componente Briquetas</i> : Flujo del Análisis y las Relaciones con Módulos y Componentes de la Evaluación Rápida BEFS.....	11
Figura 6: Demanda de Energía en Áreas Rurales y Urbanas	12
Figura 7: Selección de la Materia Prima	13
Figura 8: Cálculo del Precio de la Materia Prima con base en el Método de Recolección y su Fuente	14
Figura 9: Costo de Almacenamiento de Aglutinante Químico y Materia Prima	16
Figura 10: Calculadora de Almacenamiento de Materia Prima	18
Figura 11: Insumos Generales	18
Figura 12: Cálculo del Costo de Producción	21
Figura 13: Costos de Procesamiento para la Producción de Briquetas.....	21
Figura 14: Detalle de los Costos de Producción de Briquetas Dependiendo de la Capacidad de Producción.....	24
Figura 15. Resultados de Costos de Producción e Inversión	25
Figura 16. Resultados Operacionales	26
Figura 17. Resultados del Análisis Financiero.....	26
Figura 18: Estructura de los Resultados Comparativos.....	28

Lista de Tablas

Tabla 1: Materia Prima Específica que se Puede Utilizar en el Sistema De Briquetas	15
Tabla 2: Costo Estimado de Almacenamiento.....	17
Tabla 3: Ecuaciones de Costos de Insumos	30
Tabla 4: Ecuaciones de Costo de Mano de Obra y Misceláneos	31
Tabla 5: Ecuaciones de Costo de Transporte de la Materia Prima y de las Briquetas	31
Tabla 6: Ecuaciones de Costo de Almacenamiento.....	32
Tabla 7: Ecuaciones de Costos Fijos	32
Tabla 8: Ecuaciones de Otros Costos.....	33
Tabla 9: Ecuaciones de Costos Totales de Producción.....	34
Tabla 10: Comparación de las Briquetas con Otros Combustibles.....	34
Tabla 11: Ecuaciones de Demanda de Briquetas.....	35
Tabla 12: Ecuaciones del Ingreso del Proyecto	35
Tabla 13: Comparación de Tecnología de Briquetas	36
Tabla 14: Costos de Inversión para el Sistema de Briquetas.....	37
Tabla 15: Datos Requeridos para Ejecutar la Herramienta	38

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

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.

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 El Componente Briquetas

El *Componente Briqueta* está diseñado para asistir al usuario en la evaluación potencial para desarrollar la producción de briquetas a partir de biomasa con el fin de suplir energía para la calefacción y cocina en los hogares rurales y urbanos. Los límites del análisis de la herramienta Briqueta se muestran en la Figura 2.

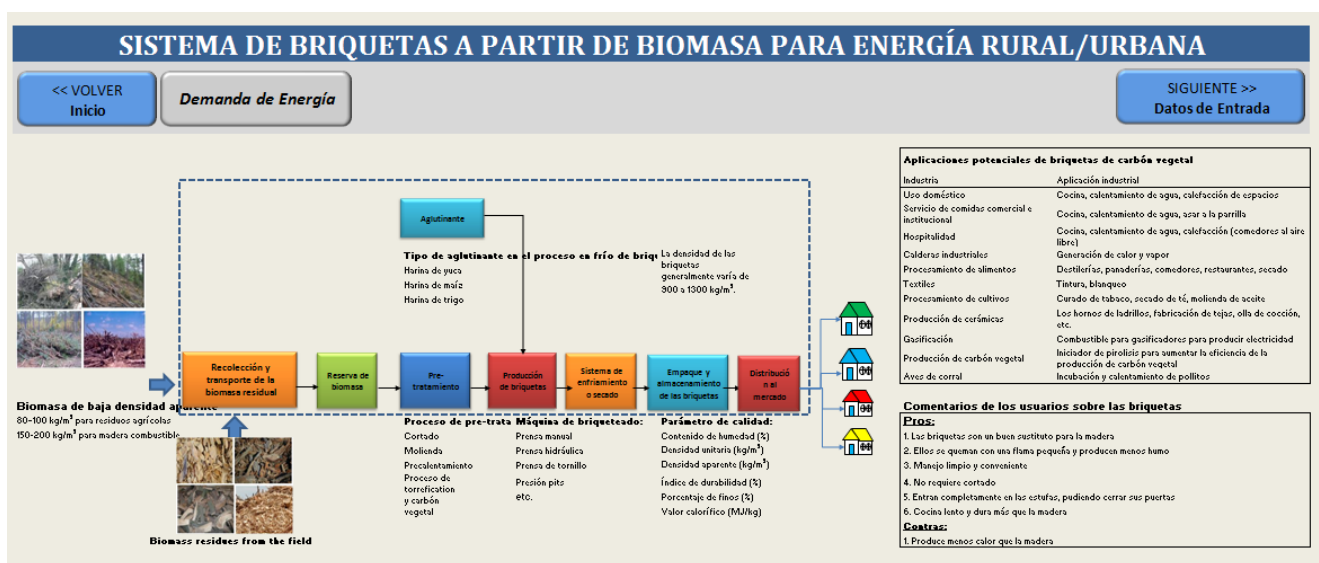
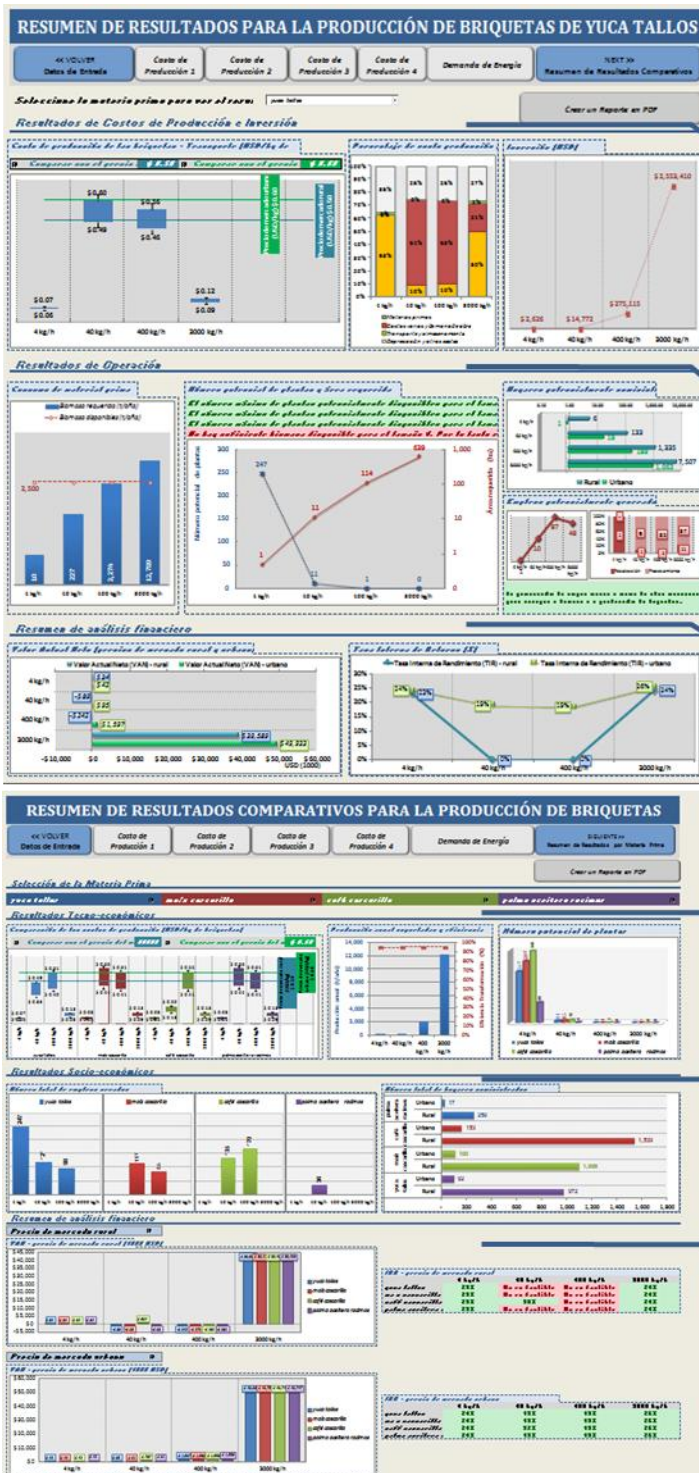


Figura 2: Sistema de Briquetas de Biomasa para Calefacción y Cocina en Zonas Rurales y Urbanas

Después de concluir el análisis, el usuario obtendrá información para entender mejor cual es la materia prima más viable que puede ser utilizada para la fabricación de briquetas y las escalas de producción que pueden ser consideradas para obtener briquetas en el país. En la Figura 3, se presentan los resultados de manera más específica, los cuales proporcionan una indicación sobre: 1) La cantidad de materia prima requerida para suplir cada capacidad predefinida; 2) El costo de producción y los costos de inversión asociados con cada opción de producción de briquetas; 3) El número de hogares que pueden ser suplidos con briquetas para atender sus necesidades de energía para la calefacción y la cocina; y 4) La cantidad de trabajos que pueden ser creados. Se generan indicadores financieros como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de la producción de briquetas, con el fin de ayudar al usuario a evaluar la viabilidad financiera del sistema de producción.

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.



Resultados Generales por Materia Prima

Los Costos de Producción y los Resultados de las Inversiones:
 Costo de Producción de Briquetas y el Costo Total de Inversión

Resultados Operativos:
 Consumo de Biomasa, Requisito de la Área de Biomasa, Numero Potencial de Plantas de Briquetas, Numero de Hogares Potencialmente Suministrado y Creación Total de Empleos

Análisis Financiero – Antes de Impuestos:
 Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

Resultados Comparativos

Resultados Tecno-económicos:
 Costo de Producción de Briquetas, Numero de Plantas de Briquetas, Apoyo de Producción Anual

Resultados Socio-económicos:
 Numero Total de Empleos, Numero Total de Hogares Suministrado

Análisis Financiero – Antes de Impuestos:
 Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

Figura 3: Disposición de las Hojas de los Resultados Briquetas

3 Términos y Definiciones utilizados en el *Componente Briquetas*

Esta sección incluye las definiciones de términos específicos utilizados en el componente “Briquetas” de la herramienta. Es importante que el usuario conozca y se apropie de estas definiciones ya que son consideradas a lo largo del análisis y le ayudará a interpretar correctamente los resultados.

- **Briqueta** es un proceso de compactación o densificación para incrementar la baja densidad aparente de la biomasa a una densidad mayor (de 150-200 kg/m³ a 900 - 1300 kg/m³).
- **Tecnología Manual de Briquetas** se utiliza cuando se trabaja a capacidades de producción a pequeña escala. La tecnología consiste en diseños simples de fácil construcción como el extrusor de tornillo accionado a mano, prensa briqueteadora de palanca, prensa briqueteadora car Jack, etc. (Dahlman & Forst, 2001; Hite & Smith, 2011a, 2011b, 2011c, 2012; Lockard, n.d.).
- **Prensa de tornillo** es una tecnología de procesamiento donde la biomasa es extruida continuamente por un tornillo a través de un “taper die” (S C Bhattacharya & Kumar, 2005; S.C. Bhattacharya, 2002; Grover & Mishra, 1996; Poudel, Shrestha, & Singh, 2012; SNNPRs Investment Expansion Process, 2012; Tumuluru, Wright, Kenney, & Hess, 2010; Tumuluru, Wright, Kenny, & Hess, 2010).
- **Pretratamiento de la Biomasa:** Generalmente, el tamaño de la biomasa debe estar entre los 6-8 mm de tamaño con 10-20% de contenido de polvo (< maya 4) y con un contenido de humedad que no exceda el 10% (Grover & Mishra, 1996). Sin embargo, debido al diverso rango de biomásas que pueden ser utilizadas en la fabricación de briquetas, y las propiedades particulares asociadas a cada tipo (por ejemplo, valor de calentamiento, tamaño, contenido de humedad y composición química), normalmente se requiere un pretratamiento para asegurar las condiciones apropiadas de la biomasa para la producción de briquetas. En este contexto, el proceso de pretratamiento puede involucrar secado para remover el exceso de humedad, reducción de tamaño (cortado, molienda) y precalentamiento de la biomasa (no mayor a 300°C) para ayudar en la pérdida de fibras de la biomasa y ablandar su estructura para reducir el desgaste de la prensa de tornillo (Grover & Mishra, 1996). El precalentamiento también puede ahorrar la energía eléctrica necesaria en la fabricación de briquetas. Por ejemplo, para la cascarilla de arroz, por lo menos el 10% de la energía es ahorrada en máquinas eléctricas convencionales accionadas a motor para la fabricación de briquetas (S.C. Bhattacharya, 2002). Dependiendo del tipo de biomasa, generalmente se requieren tres tipos de procesos, los cuales involucran los siguientes pasos:
 - Tamizado – Secado – Precalentamiento – Densificación – Enfriamiento – Empaque⁶
 - Tamizado – Molienda – Precalentamiento – Densificación – Enfriamiento – Empaque
 - Secado – Molienda – Precalentamiento – Densificación – Enfriamiento - Empaque
- **Enfriamiento de la briqueta:** La temperatura superficial del procesamiento de las briquetas en la prensa de tornillo caliente puede exceder los 200°C. El enfriamiento de las briquetas, se lleva a cabo en la banda transportadora, la cual mueve las briquetas desde la producción hasta el almacenamiento. El sistema de enfriamiento se basa, en una banda transportadora de acero perforada, para la cual se requiere una longitud apropiada. El ancho de esta banda transportadora debe ser por lo menos 30% mayor que la longitud máxima de las briquetas. La banda transportadora debe ser de por lo menos 5 metros (Grover & Mishra, 1996). Se requiere una cubierta cerca a la salida de la máquina y en parte de

⁶ Nota: Proceso A se utiliza con serrín. Proceso B se utiliza con residuos agroindustriales y de molinos que son normalmente seco. Estos materiales son cáscara de café, cáscara de arroz, cáscaras de cacahuete, etc. Proceso C se utiliza para materiales como el bagazo, médula de coco, mostaza y otros tallos de cereales (Grover & Mishra, 1996).

la banda transportadora para ventilar humos tóxicos y mantener el área segura (Grover & Mishra, 1996).

- **Empaque y almacenamiento de las briquetas:** Las briquetas son apiladas en sentido longitudinal y protegidas del agua, idealmente en un cobertizo (Grover & Mishra, 1996). El empaque se requiere para el transporte y la venta de las briquetas en el mercado.
- **Eficiencia de transformación del sistema de briquetas:** Con relación a la conversión del proceso de densificación donde la biomasa es convertida de una densidad aparente baja (80–100 kg/m³) a una densidad aparente alta (900 a 1300 kg/m³). En general, se ha reportado que cuando la biomasa tiene un contenido de biomasa de 8-10%, las briquetas tendrán una humedad de 6-8% (Grover & Mishra, 1996). Por lo tanto, la masa no cambia mucho comparada con el volumen.
- **Trabajador calificado:** Se considera personal con destrezas particulares o experiencia especializada como operador de maquinaria, supervisor y técnico.
- **Trabajador no calificado:** Se considera personal sin habilidades particulares que soporta las operaciones como ayudantes o personal que lleva a cabo tareas que pueden ser aprendidas fácilmente con un entrenamiento de pocos días.

4 Alcance y Objetivo del *Componente Briquetas*

El objetivo del *Componente Briquetas* es evaluar la factibilidad de desarrollar sistemas de producción de briquetas. Este proporciona al usuario una fundamentación técnica para desarrollar un análisis para la producción de briquetas a diferentes escalas. Los resultados del análisis pueden ser utilizados para identificar la viabilidad de la materia prima más apropiada para la producción de briquetas, así como la viabilidad financiera de los diferentes sistemas de producción, la capacidad óptima de producción y los beneficios socioeconómicos que se pueden alcanzar con cada sistema de producción.

La siguiente sección describe el flujo del análisis y las opciones dentro del componente. En el Anexo se describe en detalle la metodología para definir la recolección de biomasa, el almacenamiento de biomasa y el análisis financiero.

HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN RÁPIDA PARA LA PRODUCCIÓN DE BRIQUETAS

Descripción del Proceso de
Producción de Briquetas

Ingresos de Datos

SIGUIENTE >>
Demanda de Energía



Descargo de Responsabilidad
La FAO declina cualquier responsabilidad por errores u otros defectos del banco de datos, programa o de la documentación que los acompaña, o por cualquier daño derivado de ellos, así como por el mantenimiento y el mejoramiento de los programas. La FAO declina asimismo cualquier responsabilidad por la actualización de los datos, o por errores u omisiones en los datos que se han proporcionado. Se pide no obstante a los usuarios que señalen eventuales errores o defectos de este producto a la FAO. La elección de los cálculos presente en esta herramienta son las del/de los autor(es) y no reflejan necesariamente las opiniones y elecciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

© FAO, 2014

Figura 4. Evaluación Rápida de la Herramienta para la Calefacción y Cocina – Componente Briquetas

5 Ejecución del *Componente Briquetas*

El flujo del análisis dentro del *Componente Briquetas* y las relaciones con los otros componentes es descrito en la Figura 5. El usuario tiene la opción de seleccionar los componentes del análisis en diferente orden o inclusive omitir algunos componentes. Sin embargo, se recomienda que el usuario siga el orden y el flujo del análisis como se describe a continuación, dado que el *Componente Briquetas* depende de información generada en el módulo *Recursos Naturales* y puede cruzarse información con otros módulos para contextualizar los resultados del análisis. Los resultados de este análisis son esenciales para la comprensión, dado que cuando se interpretan los resultados se deben tener en cuenta factores relevantes, inclusive aspectos de los componentes del análisis que son omitidos (por ejemplo, aspectos relacionados con seguridad alimentaria, comercio agrícola, uso sostenible de recursos naturales, etc.).

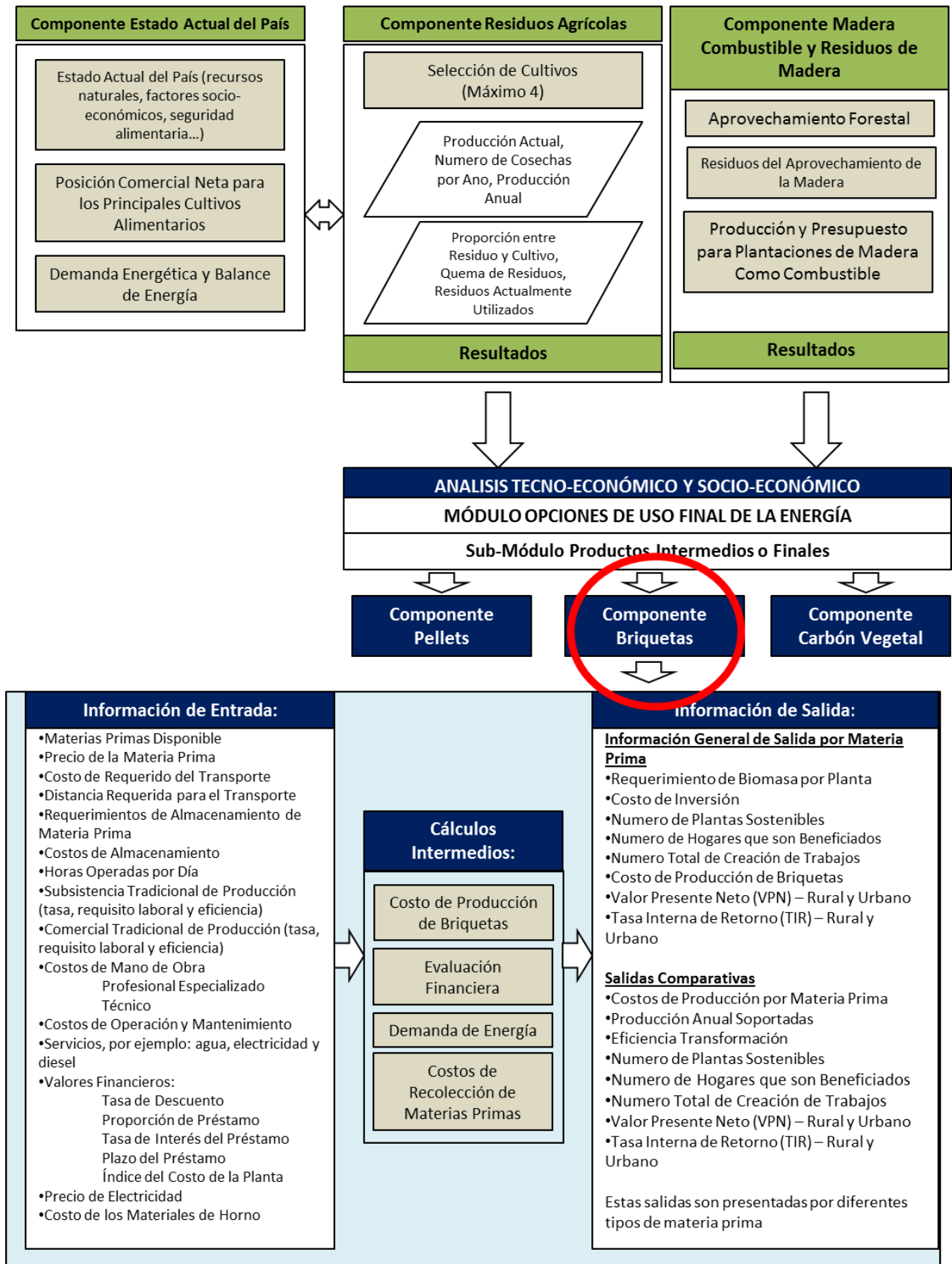


Figura 5: *Componente Briquetas*: Flujo del Análisis y las Relaciones con Módulos y Componentes de la Evaluación Rápida BEFS

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 con un ejemplo usando **Residuos Agrícolas** para producir las briquetas. Todos los parámetros ingresados se basan en situaciones genéricas.

5.1 Paso 1: Demanda de energía

El usuario ingresa el precio de las briquetas en el mercado, de la madera combustible, carbón, keroseno y gas de baja presión y el consume actual por hogar tanto para áreas rurales como urbanas. Estos valores se utilizan para estimar el gasto de energía y el consume de briquetas equivalente en los hogares.

Para ejecutar este análisis, el usuario debe ingresar datos sobre:

- Precio de mercado de cada tipo de energía en el área rural (Figura 6, etiqueta 1)
- Consumo de energía por hogar de cada tipo de energía en el área rural (Figura 6, etiqueta 2)
- Precio de mercado de cada tipo de energía en el área urbana (Figura 6, etiqueta 3)
- Consumo de energía por hogar de cada tipo de energía en el área urbana (Figura 6, etiqueta 4)

DEMANDA DE ENERGÍA PARA PRODUCCIÓN DE BRIQUETAS								
<< VOLVER Inicio		Descripción del Proceso de Producción de Briquetas				SIGUIENTE >> Datos de Entrada		
Consumo de Energía por Hogar (hh)								
	Hogares rurales				Hogares urbanos			
	Precio del mercado USD/kg	Consumo kg/día/hh	Gasto de energía USD/año	Consumo de briquetas equivalente t/año/hh	Precio del mercado USD/kg	Consumo kg/día/hh	Gasto de energía USD/año	Consumo de briquetas equivalente t/año/hh
Briqueta	1 \$ 0.50	2	-	-	3 \$ 0.50	4	-	-
Madera combustible	\$ 0.06	9.30	203.67	0.56	\$ 0.06		-	-
Carbón vegetal	\$ 0.11		-	-	\$ 0.11	1.00	40.15	0.32
Queroseno	\$ 0.58	1.00	211.70	1.15	\$ 0.58	9.00	1,905.30	10.33
Gas de baja presión	\$ 0.64		-	-	\$ 0.64	1.00	233.60	1.39
		Total	\$ 415	1.70		Total	\$ 2,179	12.05

Figura 6: Demanda de Energía en Áreas Rurales y Urbanas

Para este ejemplo los valores presentados en la Figura 6 se utilizaron para llevar a cabo el análisis.

5.2 Paso 2: Definiendo la materia prima

Paso 2.A Selección de la materia prima

El usuario:

1. Selecciona el(los) cultivos del menú desplegable y el residuo asociado al cultivo. La lista incluye 15 cultivos comestibles/no comestibles y dos tipos de maderables procesados (Figura 7, etiqueta 1). Hasta cuatro residuos de cultivos pueden ser analizados al mismo tiempo.

DATOS DE ENTRADA PARA LA BIOMASA EN LA PRODUCCIÓN DE BRIQUETAS

<< VOLVER Inicio

Cargar Valores por Defecto

Limpiar Datos

Descripción del Proceso de Producción de Briquetas

Demanda de Energía

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	yuca	maíz	café	palma aceitera	Costo de Producción 1
Materia prima disponible (t/año)					Costo de Producción 2
Rendimiento de la materia prima (t/ha)		3,000	3,500	1,000	Costo de Producción 3
Contenido de humedad		90.00	100.00	110.00	Costo de Producción 4
Precio de la materia prima (USD/t)		9%	9%	8%	
Use la calculadora de definición de precio		Calculadora de Precio 2	Calculadora de Precio 3	Calculadora de Precio 4	
Precio del mercado (transporte excluido)	\$ 0.17	\$ -	\$ 0.01	\$ -	
Aglutinante químicos	sí	sí	sí	sí	
Costo de aglutinante (USD/t)	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00	
Costo de almacenamiento de la materia prima (USD/t)	\$ 1.00	\$ 1.00	\$ 1.00	\$ 1.00	
	Calculadora de Almacenamiento 1	Calculadora de Almacenamiento 2	Calculadora de Almacenamiento 3	Calculadora de Almacenamiento 4	

Figura 7: Selección de la Materia Prima

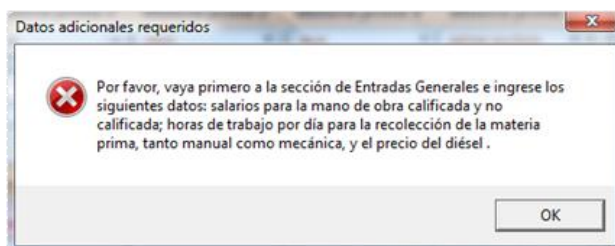
2. Ingresar los datos acerca de la materia prima disponible (t/año) y el rendimiento (t/ha) de los residuos seleccionados (Figura 7, etiqueta 2). *Esta información es generada en el módulo Recursos Naturales.*
3. El contenido de humedad (%) o porcentaje promedio del contenido de humedad del residuo seleccionado es generado automáticamente de la base de datos técnica de la herramienta (Figura 7, etiqueta 3).

Para este ejemplo las materias primas son: Materia prima 1 “Tallo de yuca”, Materia prima 2 “Cascarilla de maíz”, Materia prima 3 “Cascarilla de café” y Materia prima 4 “Racimos vacíos de palma de aceite” (Figura 7).

Paso 2.B Precio de la materia prima (USD/t)

El usuario tiene dos opciones para determinar el precio de la materia prima:

- A. Si existe un precio actual en el país para esta materia prima, el usuario selecciona “Precio en el Mercado” (excluyendo el transporte) (Figura 7, etiqueta 4) e ingresa el precio de la materia prima seleccionada directamente (USD por tonelada) en la celda correspondiente.



B. Si *no* existe precio actual para esta materia prima, el usuario puede estimarlo seleccionando “Usa de la Calculadora para Definir el Precio” y seleccionando “Calculadora de Precio para Residuos Forestales” (Figura 7, etiqueta 5).

El usuario obtendrá una “alarma” antes de continuar con el uso de la calculadora, el usuario necesita

ingresar:

1. El salario para mano de obra calificada y no calificada en la sección “Mano de Obra” en unidades de USD por persona por hora.
2. Las horas laborales y el precio del diésel en las correspondientes líneas en la sección “Recolección de la Materia Prima”.

La hoja “Calculadora de Precio” (Figura 8) asiste al usuario para estimar el precio potencial de la materia prima con base en su estado físico y en el método de recolección.

CALCULADORA DE COSTOS DE RECOLECCIÓN PARA YUCA TALLOS

<<VOLVER
Datos de Entrada

<<VOLVER
Costo de Producción 1

Ocultar esta Hoja

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

Definición de la recolección de la materia prima

Fuentes de la biomasa
Método de recolección

Residuos agrícolas esparcidos en el campo 1

Semi-mecanizada 2

Definición de la recolección de la materia prima

Definición del precio de la biomasa

Costo de la mano de obra		Cantidad	unidad	Cantidad	unidad	Total	unidad
Número de trabajadores cualificados	1	1	persona-hora/ha	Salario de mano de obra cualificada	\$ 2.00	USD/persona-hora	\$ 124 USD/año
Número de trabajadores no cualificados	3	3	persona-hora/ha	Salario de mano de obra no cualificada	\$ 1.25	USD/persona-hora	\$ 232 USD/año
						Subtotal	\$ 356 USD/año

Maquinaria y costos de operación		Cantidad	unidad	Cantidad	unidad	Total	unidad
Ahorro promedio de combustible	2	2	l/h	Precio del combustible	\$ 1.00	USD/l	\$ 67 USD/año
						Subtotal	\$ 67 USD/año
						Total	\$ 422 USD/año

Precio de recolección de yuca tallos **\$ 0.17 USD/ton**

Figura 8: Cálculo del Precio de la Materia Prima con base en el Método de Recolección y su Fuente

Para ejecutar la calculadora, el usuario necesitará:

1. Identificar el *estado físico de la materia prima* de una de las siguientes opciones (Figura 8, etiqueta 1):
 - Residuos agrícolas esparcidos en el campo
 - Residuos agrícolas recolectados del campo
 - Residuos agrícolas de plantas de procesamiento de alimentos
 - Forestales
 - Forestales y residuos de plantación
 - Residuos de la industria maderera
 - Plantación maderera dedicada a energía

Como referencia, la Tabla 1 resume el estado físico de varias fuentes de biomasa que pueden ser usadas para la producción de Briquetas.

2. Selección del **método de recolección de la biomasa** (Figura 8, etiqueta 2) de las siguientes opciones:

- manual
- semi-mecanizado
- mecanizado

Guía: El método de recolección puede identificarse con base en prácticas similares aplicadas actualmente en el país.

3. Ingresar los requerimientos de mano de obra (persona-hora por hectárea) y las necesidades de combustibles (litros por hora) asociados con el método de recolección de la biomasa seleccionada (Figura 8, etiqueta 3). Para volver a la sección anterior, el usuario debe hacer clic en el botón “<<VOLVER Datos de Entrada”.

Nota: El tipo de requerimientos de mano de obra y diésel dependerán del método de recolección: manual, semi-mecanizada y mecanizada.

La calculadora automáticamente generará el precio de la materia prima (Figura 8, caja roja), el cual está vinculado a la hoja de trabajo “Datos de Entrada Requeridos” para cálculos posteriores.

4. El usuario necesitará llevar a cabo las mismas etapas para las materias primas seleccionadas.

Tabla 1: Materia Prima Específica que se Puede Utilizar en el Sistema De Briquetas

Fuente	Materia prima específica que puede ser utilizada
Residuos agrícolas del campo	Tallo de la yuca, cáscara de coco, tallo del algodón, maíz, paja, avena, hoja de palma de aceite, paja de arroz, paja de centeno, paja de sorgo, paja de soja, hojas de caña de azúcar, paja de trigo.
Residuos agrícolas de procesos industriales	Mazorcas de cacao, cortezas y cascara de coco, cáscara de café, cáscara de algodón, cascarilla de maní, mazorca y cascara de maíz, racimos vacío de palma aceitera, poda/residuos de prensado del olivo, cáscara de arroz, bagazo de caña de azúcar.
Forestales	Hojas, ramas, etc.
Forestales y residuos de plantación	Hojas, ramas, muñoz, raíces, etc.
Residuos de la industria maderera	Aserrín
Plantaciones dedicadas a energía	<i>Acacia spp., Cunninghamia lanceolata, Eucalyptus spp., Pinus spp., Populus spp. (poplars) y Salix spp. (willows)</i>

Para este ejemplo, la Materia prima 1 seleccionada fue “Tallos de Yuca” que viene de los residuos agrícolas esparcidos en el campo con el nivel de recolección “semi-mecanizado”. Las personas-horas para los trabajadores calificados (operador de máquina) es 1 y las personas-hora para los trabajadores no calificados es 3, el consumo de diésel de la máquina es de 2 litros por hora. Utilizando la información de que para la mano de obra trabaja 8 horas por día y la maquinaria 16 horas por día y el precio del diésel es 1 USD por litro, un precio aproximado de la materia prima se calcula igual a 0.17 USD por tonelada (Figura 8).

Antes de proceder con el análisis, el usuario carga los valores por defecto para ejecutar este componente seleccionando “Cargar Valores por Defecto” como se muestra en la Figura 9, etiqueta A.

DATOS DE ENTRADA PARA LA BIOMASA EN LA PRODUCCIÓN DE BRIQUETAS

<< VOLVER
Inicio

Cargar Valores por Defecto A

Limpiar Datos

Descripción del Proceso de
Producción de Briquetas

Demanda de Energía

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	
	yuca	maíz	café	palma aceitera	Costo de Producción 1
Materia prima	yuca	cascarilla	cascarilla	racimos	Costo de Producción 2
Materia prima disponible (t/año)		3,000	3,500	1,000	Costo de Producción 3
Rendimiento de la materia prima (t/ha)		90.00	100.00	110.00	Costo de Producción 4
Contenido de humedad		9%	9%	8%	
Precio de la materia prima (USD/t)		Calculadora de Precio 2	Calculadora de Precio 3	Calculadora de Precio 4	
<input checked="" type="radio"/> Use la calculadora de definición de precio	\$ 0.17	\$ -	\$ 0.01	\$ -	
<input type="radio"/> Precio del mercado (transporte excluido)					
Aglutinante químicos	sí	sí	sí	sí	
Costo del aglutinante (USD/t)	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00	
Costo de almacenamiento de la materia prima (USD/t)	\$ 1.00	\$ 1.00	\$ 1.00	\$ 1.00	
	Calculadora de Almacenamiento 1	Calculadora de Almacenamiento 2	Calculadora de Almacenamiento 3	Calculadora de Almacenamiento 4	

Figura 9: Costo de Almacenamiento de Aglutinante Químico y Materia Prima

Paso 2.C Aglutinante químico

El usuario debe de determinar si un aglutinante químico⁷ es utilizado en la producción de briquetas.

Si el usuario selecciona “sí”, el usuario necesitará:

1. Seleccionar el tipo de aglutinante de las siguientes opciones (Figura 9, etiqueta 1):
 - Yuca
 - Maíz
 - Trigo
2. Ingrese el costo del aglutinante (USD por tonelada) para todas las materias primas (Figura 9, etiqueta 2).

Guía: De acuerdo con la literatura, el aglutinante se utiliza normalmente en la producción manual. Tecnologías de prensa de tornillo normalmente no necesitan aglutinante.

Paso 2.D Costo de almacenamiento (USD/t)

Paso 2.D.1 El usuario puede ingresar los precios existentes de almacenamiento de productos agrícolas en el país como un aproximado. El precio debe ser ingresado en la respectiva celda para cada materia prima (USD/tonelada). Si esta información no está disponible, ir al siguiente paso.

Paso 2.D.2 El usuario puede determinar un aproximado de este valor y necesitará hacer lo siguiente:

⁷ Referencias: Ferguson, 2012; GVEP International, 2010; Kaliyan & Morey, 2010; Tumuluru, Wright, Kenney, et al., 2010; Kaliyan & Morey, 2010; Tumuluru, Wright, Kenney, et al., 2010.

1. Identificar un tipo de almacenamiento de materia prima apropiado, asociado con las condiciones en su país de las opciones presentadas en la Tabla 2.
2. Para la opción de almacenamiento seleccionada, busque en los costos globales de construcción proporcionados en la Tabla 2.
3. Ingrese el valor aproximado (USD/tonelada) en la celda respectiva para cada materia prima.

Note que este valor será utilizado como un aproximado para el costo de almacenamiento para ambos materia prima y producto (por ejemplo, briquetas).

Tabla 2: Costo Estimado de Almacenamiento

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

Fuente: (EPA, 2007)

Para este ejemplo, todas las materias primas se almacenan en roca triturada cubierta por lona reutilizable. El costo de almacenamiento es de 1 USD/tonelada. (El usuario ingresa el costo en la celda correspondiente como lo muestra (Figura 9, etiqueta 3).

Paso 2.D.3 Cálculo de la capacidad de almacenamiento requerido, presione en “Calculadora de Almacenamiento” (Figura 9, etiqueta 4). Esto llevará al usuario a la Calculadora de Almacenamiento de Biomasa (Figura 10). En esta hoja, el usuario debe:

1. Seleccionar los meses de cosecha del cultivo (Figura 10, etiqueta 1).
2. Ingrese 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 10, etiqueta 2).
3. Seleccionar “Calcular” (Figura 10, 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 10, etiqueta 4).
4. Seleccionar “OK” para regresar a la hoja “Datos de Insumos Requeridos” (Figura 10, etiqueta 5).
5. El usuario deberá repetir los mismos pasos para todas las materias primas.

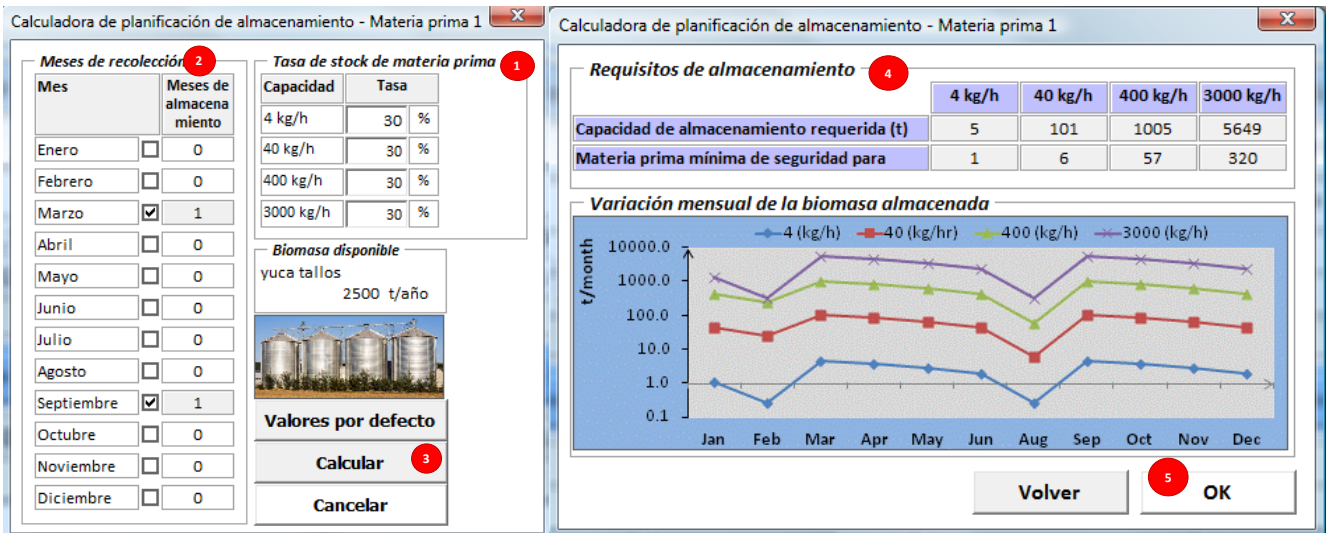


Figura 10: Calculadora de Almacenamiento de Materia Prima

Para este ejemplo en la Materia Prima 1 “Tallos de Yuca”, la cosecha es de dos meses: Marzo y Septiembre. Como resultado, la capacidad de almacenamiento requerida es de 5 toneladas para 4 kg/h de capacidad de producción. El stock mínimo de material prima a almacenar es de 1 tonelada por mes.

5.3 Paso 3: Costo de producción y parámetros financieros

Los insumos generales requeridos para ejecutar la operación se muestran en la Figura 11. El usuario deberá proporcionar datos sobre:

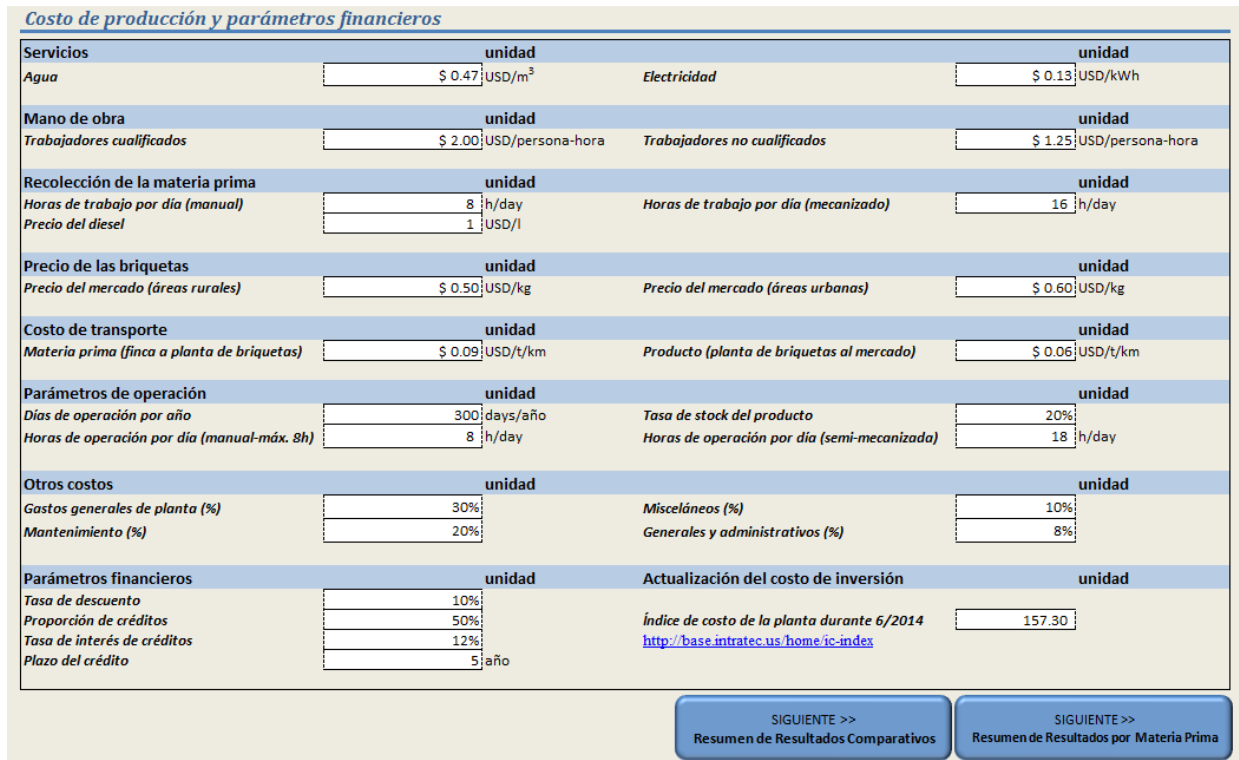


Figura 11: Insumos Generales

1. **Costo de los servicios:** el precio del agua (USD/m³) y la electricidad (USD/kWh).
2. **Costos de mano de obra (USD/persona-hora):** el valor de mano de obra para trabajadores calificados y no calificados (USD por persona por hora). Estos parámetros se requieren para calcular los precios de la materia prima (como se explicó en el Paso 2.B) y el costo de mano de obra para el proceso de fabricación de briquetas.
3. **Recolección de la materia prima:** estos parámetros se requieren para calcular el precio de la materia prima como se explicó en el Paso 2.B. El usuario ingresa las horas de mano de obra requeridas para operación manual, las horas de mano de obra requeridas para poner en marcha la maquinaria y el precio del diésel.
4. **Precio de las briquetas (USD/kg):** El usuario también necesitará proporcionar un precio de mercado actual para las briquetas tanto en áreas rurales como urbanas. Si el precio del mercado no está disponible en el país, el precio del carbón puede utilizarse como un aproximado. Estos datos se utilizan para analizar el potencial de ingreso total del sistema de briquetas para cada capacidad de producción predefinida.
5. **Costo de transporte de la materia prima (USD/t/km):** costo de transporte de la materia prima desde los puntos de recolección hasta la planta de briquetas, el usuario necesitará:

- Identificar los métodos de transporte actuales usados comúnmente para mover productos agrícolas dentro del país.
- Definir los precios de transporte actuales asociados al método de transporte identificado arriba en unidades de USD por tonelada por km.

Guía: Esto puede basarse en productos agrícolas no procesados.

Guía: Si el método de transporte es a pie o en bicicleta, se recomienda estimar el costo utilizando el costo de mano de obra por hora, tiempo de trabajo, cantidad de material que puede ser transportada, y los kilómetros aproximados que pueden ser recorridos bajo el método seleccionado con la siguiente ecuación:
Costo de transporte (USD/t/km)

$$= \frac{\text{Salarios por hora (USD/hora/persona)} \times \text{Tiempo de trabajo (horas)}}{\text{Distancia de transporte (km)} \times \text{Materia prima transportada (tonelada/persona)}}$$

De forma alternativa, el usuario puede incluir este costo de la materia prima adicionándolo al número de trabajadores en el **Paso 2.B** (estimar el precio de la materia prima) e ingresando costo cero para el transporte de la materia prima desde el punto de recolección hasta la planta

6. **Costo de transporte de las briquetas (USD/t/km):** Los costos de transporte de las briquetas de la planta al mercado. El usuario necesitará:
 - Identificar los métodos actuales de transporte para mover los productos agrícolas dentro del país.
 - Definir los precios de transporte actuales asociados al método de transporte identificado arriba en unidades de USD por tonelada por km.
7. **Parámetros de operación del sistema de briquetas:** El usuario ingresa las horas de operación por día y por año del sistema de briquetas. Estos parámetros se utilizan para estimar la producción anual de briquetas (toneladas por año).
8. **Otros costos (%):** El usuario ingresa el porcentaje de:

Guía: Esto puede basarse en agrícolas procesados.

Guía: Para la producción manual de briquetas, las horas máximas de operación por día pueden ser 8.

- Gastos generales de la planta,
- Mantenimiento,
- Generales y administrativos y
- Tasa de stock del producto.

Guía: El usuario determina la tasa de inventario para asegurar el suministro suficiente de briquetas en el mercado.

Estos parámetros se utilizan para estimar el costo de producción de las briquetas

9. Parámetros financieros: El usuario identifica los valores para los siguientes parámetros financieros:

- Tasa de descuento (%),
- Porción de préstamos (%),
- Tasa de interés en préstamos (%),
- Plazo del préstamo (años) y
- Índice de costo de la planta.

El índice de costo de la planta para el costo de equipos se obtiene de literatura técnica y con base en condiciones técnicas y económicas pasadas. Por lo tanto, el índice de construcción de una planta química Intratec (IC), un índice adimensional utilizados como aproximado para actualizar el costo de capital de una planta química para tener en cuenta el cambio de precios debido a inflación/deflación y condiciones económicas, es aplicado a la herramienta de Evaluación Rápida de BEFS. Este índice es actualizado y disponible gratuitamente en (<http://base.intratec.us/home/ic-index>).

Para este ejemplo, los valores presentados en la Figura 11 fueron usados para llevar a cabo el análisis.

5.4 Paso 4 (Opcional): Cálculo del costo de producción de electricidad

Después de completar todas las entradas requeridas en los **Pasos 1 a 3**, el usuario tiene la opción de ingresar información adicional de los costos de procesamiento para la producción de briquetas haciendo clic en el botón **“Costo de Producción #”** en la hoja Datos de Entrada (Figura 12, caja roja).

Nota: Esta sección también muestra los presupuestos para calcular los costos de procesamiento. Estos cálculos se hacen automáticamente utilizando la información ingresada por el usuario en los pasos previos. Aquí el usuario puede revisarlos si gusta (ver sección 7.1 para mayor información).

DATOS DE ENTRADA PARA LA BIOMASA EN LA PRODUCCIÓN DE BRIQUETAS

<< VOLVER Inicio
Cargar Valores por Defecto
Limpiar Datos
Descripción del Proceso de Producción de Briquetas
Demanda de Energía

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
	yuca	maíz	café	palma aceitera
Materia prima	tallos	cascarilla	cascarilla	racimos
Materia prima disponible (t/año)	2,500	3,000	3,500	1,000
Rendimiento de la materia prima (t/ha)	20.00	90.00	100.00	110.00
Contenido de humedad	8%	9%	9%	8%
Precio de la materia prima (USD/t)	Calculadora de Precio 1	Calculadora de Precio 2	Calculadora de Precio 3	Calculadora de Precio 4
Use la calculadora de definición de precio	\$ 0.17	\$ -	\$ 0.01	\$ -
Precio del mercado (transporte excluido)				
Aglutinante químicos	si	si	si	si
	harina de yuca	harina de yuca	harina de yuca	harina de yuca
Costo del aglutinante (USD/t)	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 400.00
Costo de almacenamiento de la materia prima (USD/t)	\$ 1.00	\$ 1.00	\$ 1.00	\$ 1.00
	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 12: Cálculo del Costo de Producción

Esto llevará al usuario a la sección presupuesto del proceso para la materia prima seleccionada (Figura 13).

COSTOS DE PROCESAMIENTO PARA PRODUCCIÓN DE BRIQUETAS A PARTIR DE YUCA TALLOS

<< VOLVER Datos de Entrada
Descripción del Proceso de Producción de Briquetas
Demanda de Energía
SIGUIENTE >> Resumen de Resultados Comparativos
SIGUIENTE >> Resumen de Resultados por Materia Prima

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

Resumen de materias primas y almacenamiento

Materia prima disponible (t/año)	2,500	Aglutinante químico	harina de yuca
Rendimiento de la materia prima (t/ha)	20.0	Costo del aglutinante químico (USD/t)	\$ 400.00
Tasa de stock del producto	20%	Costo de almacenamiento de la materia prima (USD/t)	\$ 1.00
Costo de almacenamiento de las briquetas producidas (US\$)	1.00	Eficiencia de transformación (%)	95%

Parámetros financieros

Tasa de inflación (%)	0%	Plazo del crédito (años)	5
Tasa de descuento (%)	10%	Índice de costo de la planta durante	157
Proporción de créditos (%)	50%	Tasa de interés de créditos (%)	12%

Calculadora de Precio 1 Calculadora de Almacenamiento 1

Distancia de transporte de la materia prima

	Cantidad transportada
Distancia de producción manual (km)	10
Distancia de producción de pequeña escala (km)	227
Distancia de producción de mediana escala (km)	2,274
Distancia de producción de gran escala (km)	12,789

Distancia de transporte de los productos

	Cantidad transportada
Distancia de producción manual (km)	10
Distancia de producción de pequeña escala (km)	216
Distancia de producción de mediana escala (km)	2,160
Distancia de producción de gran escala (km)	12,150

Ocultar detalles de cálculo de costos

Figura 13: Costos de Procesamiento para la Producción de Briquetas

En esta hoja de trabajo, el usuario necesitará ingresar datos adicionales en las celdas blancas, especialmente:

- 1. Eficiencia de transformación:** la eficiencia de transformación típica se *asume igual al 95% en base másica*. Sin embargo, el usuario puede ingresar valores de eficiencia de transformación diferentes para evaluar el efecto que este parámetro tiene sobre el consumo de materia prima y el costo de producción de las briquetas (Figura 13, etiqueta 1).

2. Distancia de transporte de la materia prima a la planta

de briquetas: El usuario identifica una distancia de transporte estimada para transportar la materia prima en kilómetros para cada capacidad de producción (Figura 13, etiqueta 2).

3. Distancia de transporte de las briquetas al mercado:

El usuario identifica una distancia de transporte estimada que será requerida para transportar las briquetas al mercado en kilómetros para cada capacidad de producción (Figura 13, etiqueta 3). *Nota: Si la demanda de briquetas en un área particular es alta y suficiente para ser suplida por todas las escalas de las plantas, el usuario puede ingresar la misma distancia de transporte para todas las escalas de producción.*

Guía: La distancia de transporte depende de la disponibilidad de biomasa en un área particular y de la cantidad de biomasa requerida para cada capacidad de producción. Las plantas manuales y a pequeña escala utilizan menos biomasa que las media y gran escala. Por lo tanto, la distancia de transporte puede ser menor. Si la disponibilidad de la biomasa en esa área es alta y suficiente para suplir todas las escalas de producción, el usuario puede ingresar la misma distancia de transporte para todas las escalas.

Guía: Las plantas a gran escala pueden suplir a muchos mercados lejanos y que requieren distancias de transporte más largas comparadas con otras escalas.

Para este ejemplo los valores por defecto son utilizados para llevar a cabo el análisis (Figura 13).

6 Supuestos y Limitaciones del Componente Briquetas

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.

Las limitaciones del *Componente Briquetas* son:

1. Producción manual de briquetas a 4 kg por hora.
2. Tornillo de prensa mecanizado a 40, 400 y 3,000 kg por hora.
3. Contenido de humedad óptimo de la materia prima es 8-9%.
4. El tamaño de particular debe ser de 6-8 mm.
5. El aglutinante químico incluye solamente harina de yuca, harina de maíz o harina de trigo.
6. El costo del sistema de calentamiento externo es excluido.
7. El costo del pre-tratamiento es excluido.
8. Tiempo de vida del proyecto es 20 años para el análisis financiero.

Los detalles de los supuestos y las ecuaciones de cálculo se presentan en el Anexo.

7 Resultados del *Componente Briquetas*

7.1 Resumen del cálculo de los costos de producción (opcional)

Después de que el usuario ingresa todos los datos requeridos (Pasos 1 a 3), el usuario tiene la opción de revisar los cálculos del costo de producción como se muestra en la Figura 14. Hay cuatro secciones principales en esta hoja de cálculo, como se explica a continuación.

- **PARTE 1** (Figura 14, etiqueta 1) muestra la distribución de los costos de producción para las siguientes categorías: insumos, mano de obra, transporte de materia prima, almacenamiento, inversión, gastos generales de planta, costos generales y administrativos, intereses de préstamos e impuesto sobre la renta. Los costos totales de producción (USD/año) para las tres capacidades de producción de briquetas (4, 40, 400 y 3,000 kg por hora) también se presentan.
- **PARTE 2** (Figura 14, etiqueta 2) Muestra el costo unitario de las briquetas (USD/kg de briqueta) para cada capacidad de producción.
- **PARTE 3** (Figura 14, etiqueta 3) Resume los detalles de préstamos, por ejemplo, cantidad de préstamos, intereses de préstamos, pago anual de préstamos, etc., para el análisis financiero.
- **PART 4** (Figura 14, etiqueta 4) el botón "Análisis Financiero" abrirá la hoja de trabajo con los detalles del análisis financiero para cada capacidad de producción y para mercados en áreas rurales y urbanas.

Detalles de los costos de producción											
Mercados rurales				Capacidades (kg de briquetas por hora)							
Análisis Financiero (4 kg/h)				4 Manual		40 mecanizada prensa de tornillo		400 mecanizada prensa de tornillo		3,000 mecanizada prensa de tornillo	
Análisis Financiero (40 kg/h)				Horas de operación por año 2,400		Horas de operación por año 5,400		Horas de operación por año 5,400		Horas de operación por año 4,050	
Análisis Financiero (400 kg/h)				10		216		2,160		12,150	
Análisis Financiero (3000 kg/h)				10		216		2,160		12,150	
Mercados urbanos				Análisis Financiero (4 kg/h)		Análisis Financiero (40 kg/h)		Análisis Financiero (400 kg/h)		Análisis Financiero (3000 kg/h)	
Producción anual de briquetas (t/año)				10		216		2,160		12,150	
Insumos											
unidad	Precio unitario (USD/unidad)	Cantidad (unidad/año)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad/año)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad/año)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad/año)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad/año)	Total (USD/año)
Materia prima	t	10	\$ 2	227	\$ 38	2,274	\$ 384	12,789	\$ 2,160		
Aglutinante químico	t	1	\$ 384	22	\$ 8,640	216	\$ 86,400	1,215	\$ 486,000		
Agua	m ³	2	\$ 0,97	46	\$ 22	463	\$ 218	2,604	\$ 1,224		
Electricidad	KWh		\$ 0,13	20,174	\$ 2,623	201,744	\$ 26,227	1,134,810	\$ 147,525		
Subtotal			\$ 387		\$ 11,323		\$ 113,228		\$ 626,368		
Costos varios y de mano de obra											
unidad	Precio unitario (USD/persona-hora)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)
Trabajadores no cualificados	# trabajador		\$ 125	7	\$ 875	72	\$ 9,000	17	\$ 2,125	17	\$ 2,125
Trabajadores cualificados	# trabajador		\$ 2,00	2	\$ 4,000	13	\$ 26,000	20	\$ 40,000	20	\$ 40,000
Costos varios				10%	\$ 387	10%	\$ 1,132	10%	\$ 6,264	10%	\$ 62,637
Subtotal			\$ -		\$ 78,738		\$ 78,738		\$ 683,048		\$ 683,048
Transporte											
unidad	Precio unitario (USD/R/km)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)
Materia prima (de la finca a la planta de briquetas)	km	1	\$ 0,08	2	\$ 0,16	5	\$ 0,40	10	\$ 0,80	10	\$ 0,80
Briquetas (de la planta de briquetas al mercado)	km	1	\$ 0,06	2	\$ 0,12	5	\$ 0,30	10	\$ 0,60	10	\$ 0,60
Subtotal			\$ -		\$ 0,28		\$ 0,70		\$ 1,67		\$ 16,67
Almacenamiento											
unidad	Precio unitario	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)	Cantidad (unidad)	Total (USD/año)
Materia prima	USD/t	5	\$ 100	101	\$ 10,100	1,005	\$ 100,500	5,649	\$ 564,900		
Briquetas producidas	USD/t	2	\$ 100	43	\$ 4,300	432	\$ 43,200	2,430	\$ 243,000		
Subtotal			\$ -		\$ 144		\$ 1,432		\$ 8,078		
Inversión											
unidad	años	Total (USD)	Depreciación (USD/año)	Total (USD)	Depreciación (USD/año)	Total (USD)	Depreciación (USD/año)	Total (USD)	Depreciación (USD/año)	Total (USD)	Depreciación (USD/año)
Equipos	20	\$ 1,945	\$ 97	\$ 10,942	\$ 547	\$ 145,894	\$ 7,295	\$ 1,354,081	\$ 67,704		
Construcción	20	\$ 486	\$ 24	\$ 2,736	\$ 137	\$ 114,631	\$ 5,732	\$ 1,063,321	\$ 53,196		
Instalación	20	\$ 195	\$ 10	\$ 1,094	\$ 55	\$ 14,589	\$ 729	\$ 135,408	\$ 6,770		
Inversión total		\$ 2,626	\$ 131	\$ 14,772	\$ 739	\$ 275,115	\$ 13,756	\$ 2,553,410	\$ 127,670		
Depreciación n total											
Costos de mantenimiento	20%		\$ 26		\$ 148		\$ 2,751		\$ 25,534		
Subtotal			\$ 158		\$ 886		\$ 16,567		\$ 153,268		
Otros costos											
unidad	Rate (%)	Total (USD/año)	Total (USD/año)	Total (USD/año)	Total (USD/año)	Total (USD/año)	Total (USD/año)	Total (USD/año)	Total (USD/año)	Total (USD/año)	Total (USD/año)
Gastos generales de planta	30%	\$ 0	\$ 20,699	\$ 189,745	\$ 82,079						
Costos generales y administrativos	8%	\$ 34	\$ 8,632	\$ 79,501	\$ 81,391						
Intereses de créditos	12%	\$ 22	\$ 124	\$ 2,302	\$ 21,364						
Subtotal		\$ 64	\$ 29,455	\$ 276,848	\$ 184,834						
Total costs											
Total (USD/año)	Parte (%)	Total (USD/año)	Parte (%)	Total (USD/año)	Parte (%)	Total (USD/año)	Parte (%)	Total (USD/año)	Parte (%)	Total (USD/año)	Parte (%)
Costos de operación totales	55%	\$ 67,226	55%	74%	73%						
Costos fijos totales	1%	\$ 886	1%	2%	12%						
Otros costos totales	0%	\$ -	0%	2%	15%						
Costos de producción totales		\$ 551		\$ 88,112		\$ 1,092,000		\$ 1,272,266			
Capacidades (kg de briquetas por hora)											
		4	40	400	3,000						
Costo unitario de las briquetas (USD/kg de briqueta)		\$ 0.057	\$ 0.408	\$ 0.506	\$ 0.105						
Interés promedio del crédito											
unidad	Proporción de créditos (%)	Inversión (USD)	Moito del (USD)	Inversión (USD)	Moito del crédito (USD)	Inversión (USD)	Moito del crédito (USD)	Inversión (USD)	Moito del crédito (USD)	Inversión (USD)	Moito del crédito (USD)
Moito del crédito	50%	\$ 2,626.10	\$ 1,313.05	\$ 14,771.79	\$ 7,385.90	\$ 275,114.86	\$ 137,557.43	\$ 2,553,409.79	\$ 1,276,704.90		
Tasa de interés de créditos			12%		12%		12%		12%		
Pago del crédito	USD/mes		-\$ 23.21		-\$ 164.30		-\$ 3,059.89		-\$ 28,399.60		
Pago anual del crédito	USD/año		-\$ 350.50		-\$ 1,971.54		-\$ 36,718.67		-\$ 340,795.14		
Plazo del créditos	año		5		5		5		5		
Pago total del crédito	USD		-\$ 1,752.48		-\$ 3,857.71		-\$ 183,593.34		-\$ 1,703,375.72		
Intereses de créditos	USD		-\$ 439.43		-\$ 2,471.81		-\$ 46,035.91		-\$ 427,270.82		
Interés promedio del crédito	USD/año		-\$ 1,213.05		-\$ 1,235.59		-\$ 2,301.80		-\$ 21,363.54		

Figura 14: Detalle de los Costos de Producción de Briquetas Dependiendo de la Capacidad de Producción

Para este ejemplo, para tallo de yuca, el costo total de producción manual (4 kg/h) es 551 USD por año. El costo unitario de la briqueta es 0.057 USD/kg. El interés promedio del préstamo es de 22 USD/año. Para las otras capacidades predefinidas, referirse a la Figura 14.

7.2 Resumen de resultados por materia prima

Los resultados para el *Componente Briquetas* se dividen en tres categorías principales: Costos de Producción e Inversión; Operación de la Planta; y Análisis Financiero.

1. El usuario primero selecciona la materia prima (Figura 15, etiqueta 1) que se encuentra desplegando el menú. Los resultados para esa materia prima específica serán generados.
2. Los costos de producción e inversión se presentan como sigue:
 - Costo de producción y transporte de las briquetas (USD por kg) (Figura 15, etiqueta 2). El usuario puede comparar el costo de producción con el precio en el mercado (rural o urbano) seleccionando una o las dos opciones.
 - Costo total de la inversión del sistema de fabricación de briquetas por capacidad de producción (Figura 15-Etiqueta 3).

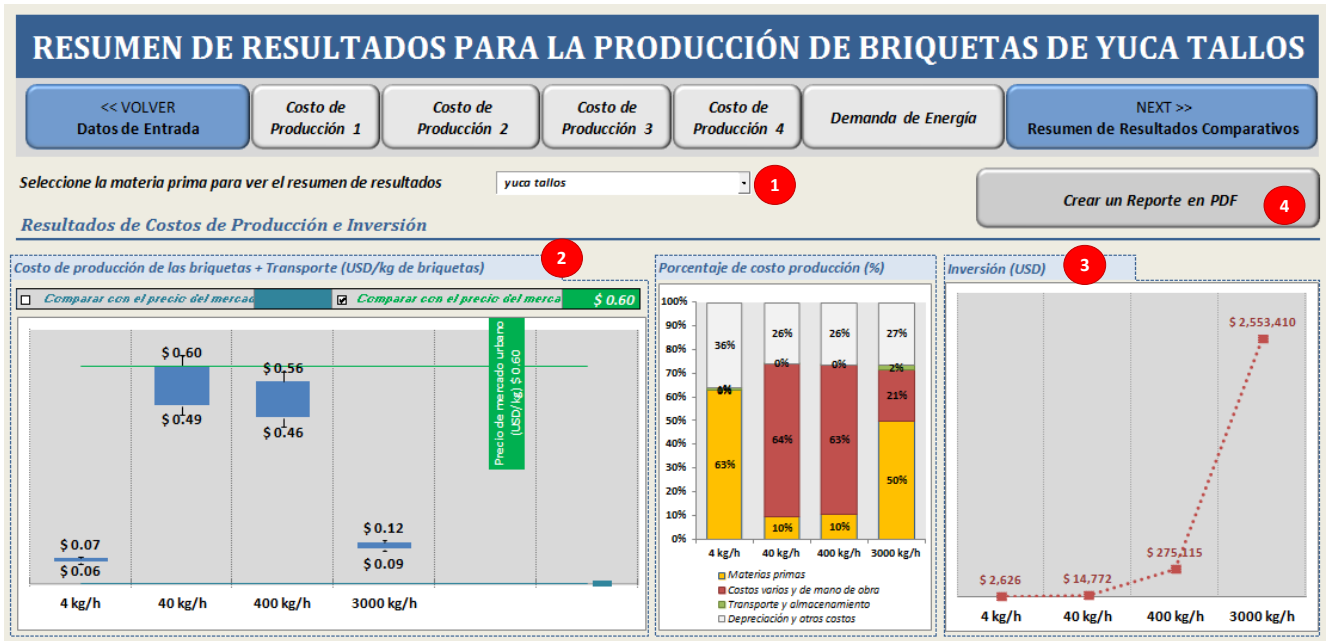


Figura 15. Resultados de Costos de Producción e Inversión

En este ejemplo, para la Materia Prima 1 “Tallo de Yuca”, los costos de producción manual incluidos los costos de transporte para 4 kg/h (Tamaño 1) y mecanizado 3,000 kg/h (Tamaño 4), variaban entre 0.06-0.07 USD por kg y 0.09-0.12 USD por kg, respectivamente. Estos costos unitarios son menores que los precios del mercado rural 0.5 USD/kg y del mercado urbano 0.6 USD/kg. Por lo tanto, ambas plantas son inversiones factibles y atractivas. El costo total de inversión para los Tamaños 1 y 4 son 2,626 USD y 2,553,410 USD, respectivamente (Figura 15).

3. Los resultados técnicos y de operación se presentan como sigue:
 - Biomasa requerida para ejecutar la capacidad seleccionada (tonelada por año) (Figura 16, etiqueta 1).
 - Número de plantas de briquetas que pueden ser desarrolladas para cada capacidad con base en la disponibilidad de la biomasa (Figura 16, etiqueta 2).
 - Área de biomasa requerida para producir las briquetas (hectáreas) (Figura 16, etiqueta 3).
 - Número de hogares suplidos por el sistema (Figura 16, etiqueta 4).
 - Creación total de empleo por la implementación de los sistemas de briquetas predefinidos (Figura 16, etiqueta 5).

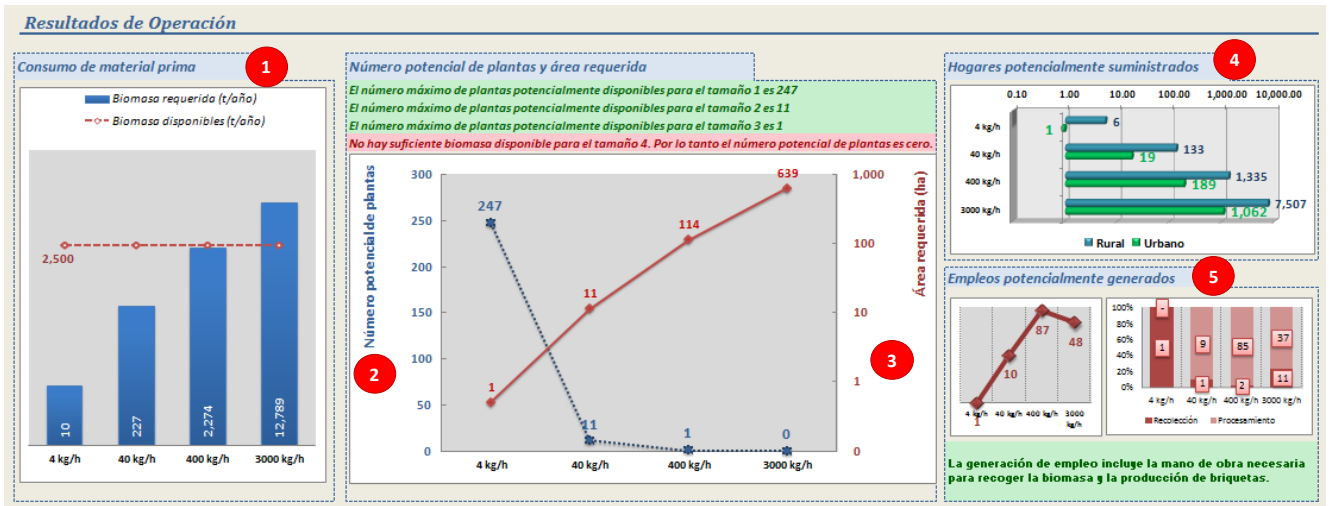


Figura 16. Resultados Operacionales

En el ejemplo para el tallo de yuca, la materia prima disponible son 2,500 toneladas por año que es suficiente para suplir las capacidades de producción 1, 2 y 3. Pero no es suficiente para el Tamaño 4. De acuerdo con la disponibilidad de la materia prima, habrá 247 plantas de briquetas potenciales de 4 kg/h (Tamaño 1) de capacidad que requieren 1 hectáreas de materia prima. Son 6 hogares en área rural y 1 en área urbana los que pueden ser suplidos con briquetas a partir de una planta de 4 kg/h de capacidad (Tamaño 1). Además, la creación de empleos potenciales de una planta de briquetas de 4 kg/h de capacidad es de 1 empleo para recolección de materia prima. No existe creación de empleo para la planta de procesamiento de briquetas, ya que el dueño es el trabajador (Figura 16).

4. Los resultados del análisis financiero antes de impuestos son:

- Valor Presente Neto (VPN) (Figura 17, etiqueta 1)
- Tasa Interna de Retorno (TIR) (Figura 17, etiqueta 2)

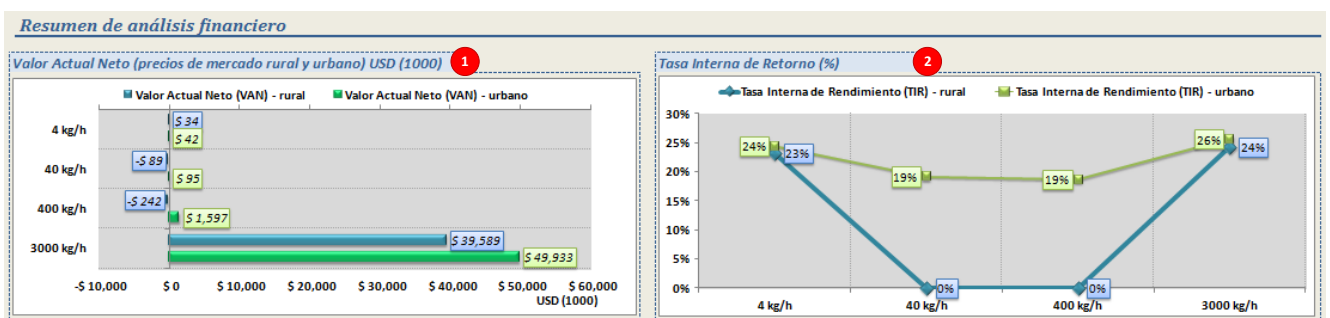


Figura 17. Resultados del Análisis Financiero

Para el ejemplo de tallo de yuca, el VPN y la TIR de los Tamaños 1 y 4 son positivos para ambos mercados, rurales y urbanos. Mientras que el VPN y la TIR de los Tamaños 2 y 3 son negativos para ambos mercados como lo muestra la Figura 17.

El usuario puede exportar los resultados en formato PDF utilizando “Crear reporte en PDF” y siguiendo las instrucciones (Figura 15, etiqueta 4).

Los resultados buscan responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los costos de producción e inversión de las briquetas?
- ¿Cuánta biomasa es requerida para suplir a cada capacidad predefinida?
- ¿Cuántos hogares pueden ser suplidos con energía para calefacción y cocina?
- ¿Cuántos empleos pueden crearse por el desarrollo de este sistema de producción?
- ¿Cuáles son el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de la producción de briquetas?

Para este ejemplo, la información generada indica que con base en la disponibilidad del tallo de yuca, los tamaños posibles para la planta de briquetas con 1, 2 y 3 (como se muestra en la Figura 16). Sin embargo, solo las briquetas de la planta con el Tamaño 1 puede ser factible para suplir ambos mercados, rurales y urbanos.

7.3 Resumen de los resultados comparativos

En esta sección el usuario puede comparar los resultados a través de las diferentes materias primas evaluadas.

1. El usuario primero selecciona las materias primas a ser comparadas, dando clic en ellas.
2. La comparación de los resultados se presenta así:
 - Costos de producción por tipo materia prima (USD/kg) (Figura 18, etiqueta 1)
 - Número de plantas de briquetas por capacidad de producción (Figura 18, etiqueta 2)
 - Número de empleos generados por capacidad de producción (Figura 18, etiqueta 3)
3. Para realizar el análisis financiero, el usuario puede seleccionar mercado rural o urbano o ambos. Dependiendo de esta selección, una comparación de los resultados financieros (antes de impuestos), es generada para:
 - VPN en área rural (Figura 18, etiqueta 4)
 - VPN en área urbana (Figura 18, etiqueta 5)
 - TIR en área rural (Figura 18, etiqueta 6)
 - TIR en área urbana (Figura 18, etiqueta 7)

Guía: Estos resultados pueden ayudar a identificar el tipo de materia prima y la escala de producción más viable para promover la producción de briquetas.

El usuario puede exportar los resultados en formato PDF utilizando “Crear reporte en PDF” y siguiendo las instrucciones (Figura 18, etiqueta 8).

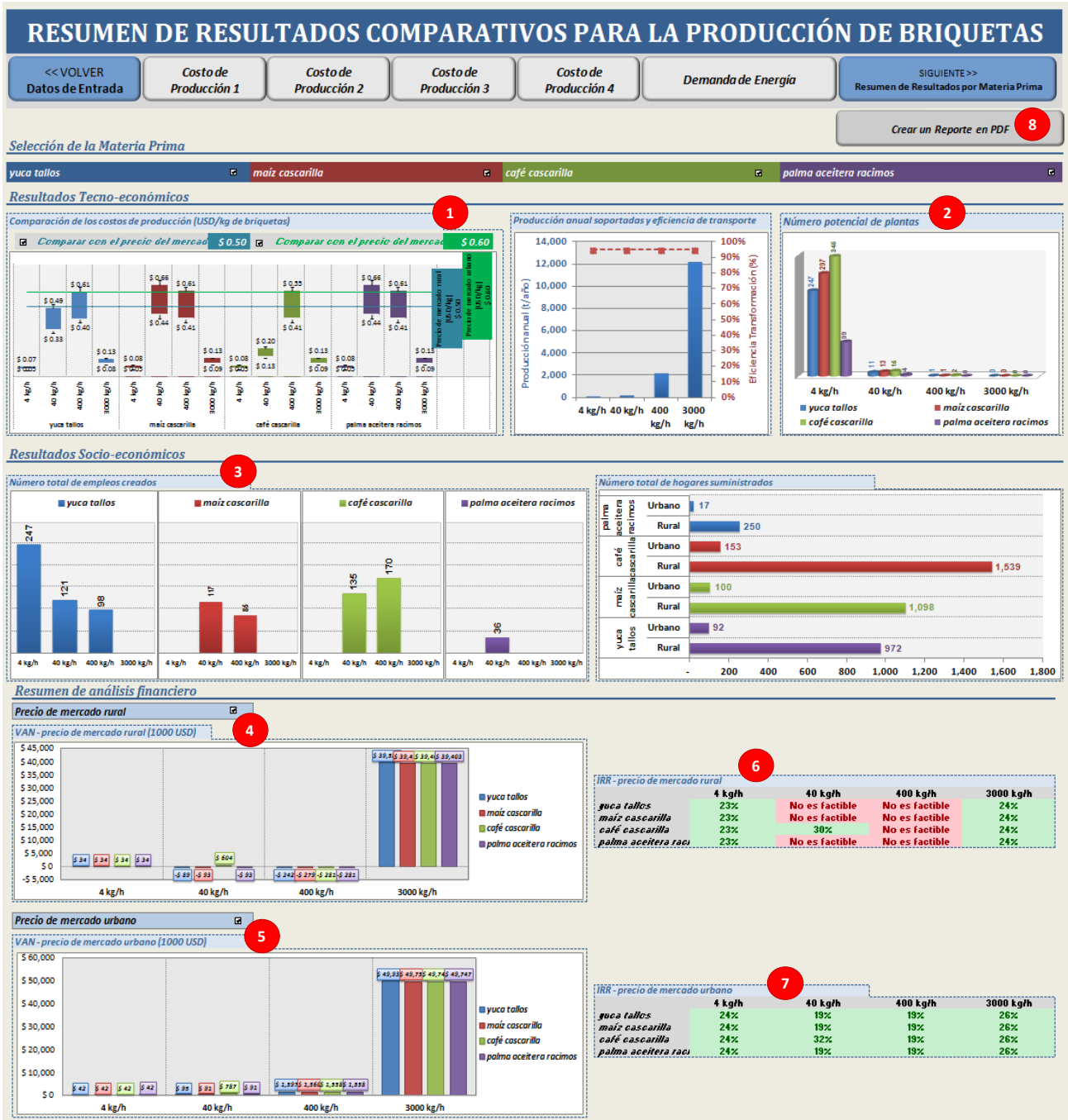


Figura 18: Estructura de los Resultados Comparativos

Para este ejemplo, el costo de producción de las cuatro materias primas es similar para todas las capacidades de producción. Además, todas las materias primas tienen VPN y TIR positivos para ambos mercados rural y urbano solo para las plantas de Tamaño 1 y 4 como se muestra en la Figura 18.

Se puede concluir que:

Todas las materias primas son factibles y disponibles para la producción de briquetas solo para Tamaño 1.

Sin embargo, los responsables de las políticas pueden promover todas las cuatro materias primas para producción de briquetas (Tamaño 1) en áreas rurales y urbanas.

8 Anexo

8.1 Metodología y resultados

Esta sección describe las metodologías integradas en el *Componente Briquetas*. También incluye una descripción de las ecuaciones que soportan el análisis. Las ecuaciones no son visibles al usuario, pero su estructura y contenido podrían ser importantes para aquellos que las actualizan y/o trabajan en mejorar la herramienta.

8.1.1 Cálculo de costo de los insumos requeridos

Los cálculos usados en los costos de producción de las briquetas para las capacidades predefinidas: 4 kg/h, 40 kg/h, 400 kg/h y 3000 kg/h. Los insumos requeridos consisten en el costo de la materia prima (biomasa), el costo del aglutinante químico, del agua y el consumo de electricidad. Las ecuaciones utilizadas para llevar a cabo los cálculos de los costos para estos ítems se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3: Ecuaciones de Costos de Insumos

Ítem	Ecuación y Supuesto	Observación
Producción de briquetas (BP) (tonelada por año)	$BP = \text{Capacidad (kg/h)} \times \text{Horas de operación por año}$ Dónde: Las capacidades predefinidas son <ul style="list-style-type: none"> • Escala manual 4 kg/h, • Mecanizado a pequeña escala 40 kg/h, • Mecanizado a mediana escala 400 kg/h, • Mecanizado a gran escala 3000 kg/h. $\text{Horas de operación por año} = \text{Días de operación por año} \times \text{Horas de operación por día}$	El número máximo de días de operación para la producción manual de briquetas es de 300 días y 8 horas por día.
Cantidad de materia prima (tonelada por año)	$QF = BP / \text{Eficiencia de transformación}$ Dónde: QF es cantidad de materia prima (tonelada por año) BP es Briqueta producida (tonelada por año)	El valor por defecto de la eficiencia de transformación es de 95% pero el usuario puede ingresar otro valor directamente.
Aglutinante químico (tonelada por año)	$CB = BP / BS$ Dónde: CB es cantidad de aglutinante químico (tonelada por año) BP es Producción de briquetas (tonelada por año) BS es Consumo específico de aglutinante (kg/kg de briqueta)	Consumo específico de aglutinante es 1 kg de aglutinante por 10 kg de briqueta (Ferguson, 2012).
Consumo de agua (m ³ por año)	$WC = BP * 1000 / WS$ Donde: WC es consumo de agua (m ³ por año) BP es producción de briquetas (tonelada por año) WS es consume específico de agua (kg por m ³)	Valor por defecto de WS es 4,667 (SNNPRs Investment Expansion Process, 2012).
Consumo eléctrico (kWh por año)	$EC = BP * ES$ Dónde: EC es el consumo eléctrico (kWh por año) BP es producción de briquetas (tonelada por año) ES es consumo específico eléctrico (kWh por tonelada)	Valor por defecto para ES es 93.4 (Tumuluru, Wright, Kenney, et al., 2010).
Costo total de insumos (USD por año)	$TIC = (QF \times Cf) + (CB \times Cb) + (WC \times Cw) + (EC \times Ce)$ Dónde: TIC es costo total de insumos (USD por año) QF es cantidad de materia prima (tonelada por año) CB es cantidad de aglutinante químico (tonelada por año) WC es consumo de agua (m ³ por año) EC es consumo eléctrico (kWh por año) Cf es costo unitario de la materia prima (USD por tonelada) Cb es costo unitario del aglutinante (USD por tonelada) Cw costo unitario del agua (USD por m ³) Ce es costo unitario de la electricidad (USD por kWh)	

8.1.2 Cálculo del costo de la mano de obra requerida

Las ecuaciones y suposiciones para calcular los costos de mano de obra y misceláneos basados en la capacidad de producción se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: Ecuaciones de Costo de Mano de Obra y Misceláneos

Ítem	Ecuación y Supuesto	Observación
Número de empleados no calificados	Escala manual es - personas (el dueño es el empleado) Mecanizado a pequeña escala es 6 personas Mecanizado a mediana escala es 64 personas Mecanizado a gran escala es 15 personas	(Ferguson, 2012; Poudel et al., 2012; SNNPRs Investment Expansion Process, 2012; Young & Khennas, 2003)
Número de trabajadores calificados	Escala manual es - personas (el dueño es el empleado) Mecanizado a pequeña escala es 2 personas Mecanizado a mediana escala es 12 personas Mecanizado a gran escala es 20 personas	Las suposiciones se realizan con base en la mano de obra no calificada y su relación con la capacidad de producción (SNNPRs Investment Expansion Process, 2012)
Costo unitario de mano de obra no calificada (USD/hora/persona)	Dato ingresado por el usuario en "Datos de insumos requeridos"	
Costo unitario de mano de obra calificada (USD/hora/persona)	Dato ingresado por el usuario en "Datos de insumos requeridos"	
Horas de operación por año	Horas de operación por año = Días de operación por año x Horas de operación por día	
Costo total de mano de obra no calificada (USD por año)	Costo unitario del empleado no calificado x número de empleados no calificados x Horas de operación por año	
Costo de mano de obra calificada (USD por año)	Costo unitario del empleado calificado x número de empleados calificados x Horas de operación por año	
Costos misceláneos* (USD por año)	25% x (Costo total de los empleados no calificados + Costo total de los empleados calificados)	
Costo de mano de obra total (USD por año)	Costo total de mano de obra no calificada + Costo total de mano de obra calificada + Costos misceláneos	

*Note: Los costos misceláneos consisten en beneficio de la mano de obra, seguro de salud y vida, suministros de operación y/o cargos de laboratorio.

8.1.3 Cálculo de costo del transporte requerido

Este paso presenta las ecuaciones de cálculo de los costos de transporte como los presenta la Tabla 5.

Tabla 5: Ecuaciones de Costo de Transporte de la Materia Prima y de las Briquetas

Ítem	Ecuación y Supuesto	Observación
Transporte de materia prima (punto de recolección a planta) (USD por año)	Costo unitario de transporte x Distancia de transporte x QF Ingresado por el usuario en "Datos de insumos requeridos" (USD/tonelada/km) Ingresado por el usuario en "COST_RES#" (km)	QF es calculado en la Tabla 3
Transporte de las briquetas (planta a mercado) (USD por año)	Costo de transporte unitario x Distancia de transporte x BP Ingresado por el usuario en "Datos de insumos requeridos" (USD/tonelada/km) Ingresado por el usuario en "COST_RES#" (km)	BP es calculado en la Tabla 3

8.1.4 Cálculo de costo de almacenamiento

Las ecuaciones de cálculo para estimar los costos de almacenamiento se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6: Ecuaciones de Costo de Almacenamiento

Ítem	Ecuación y Supuesto	Observación
Costo de almacenamiento de materia prima (USD por año)	Costo unitario de almacenamiento x Capacidad de almacenamiento	Costo de almacenamiento ingresado por el usuario en la sección presupuesto del proceso (USD/tonelada)
Capacidad de almacenamiento (tonelada/año)	La capacidad de almacenamiento es calculada por la calculadora de almacenamiento	Resultado de la calculadora de almacenamiento
Costo de almacenamiento de las briquetas (USD por año)	Costo unitario de almacenamiento x Capacidad de almacenamiento	Ingresado por el usuario del costo de almacenamiento de briquetas (USD/tonelada)
Capacidad de almacenamiento de las briquetas producidas (tonelada/año)	Tasa de stock x BP	BP es calculada en la Tabla 3

8.1.5 Cálculo de costo fijo

El costo fijo consiste en el costo asociado a equipos, construcción, instalación y red de distribución. Este paso presenta las ecuaciones de cálculo de los costos fijos y su depreciación como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7: Ecuaciones de Costos Fijos

Ítem	Ecuación y Supuesto	Observación
Costo de equipos (EC) (USD)	$EC \text{ (año base)} = \text{Costo unitario del equipo} \times BP \times 20 \text{ años}$ $EC \text{ en el periodo actual} = EC \text{ (año base)} \times \left[\frac{\text{Índice de costo de la planta (periodo actual)}}{\text{Índice de costo de la planta (Año base)}} \right]$	Costo unitario de los equipos de la Tabla 14 BP es calculado en la Tabla 3 Índices de costo de la planta (periodo actual) ingresado por el usuario
Costos de construcción (BC) (USD)	$BC \text{ (año base)} = \text{Costo unitario de construcción} \times BP \times 20 \text{ años}$ $BC \text{ en el periodo actual} = BC \text{ (año base)} \times \left[\frac{\text{Índice de costo de la planta (periodo actual)}}{\text{Índice de costo de la planta (Año base)}} \right]$	Costo unitario de construcción de la Tabla 14 BP es calculado en la Tabla 3 Índices de costo de la planta (periodo actual) ingresado por el usuario
Costos de instalación (IC) (USD)	$IC \text{ (año base)} = \text{Costo unitario de instalación} \times BP \times 20 \text{ años}$ $IC \text{ en el periodo actual} = IC \text{ (año base)} \times \left[\frac{\text{Índice de costo de la planta (periodo actual)}}{\text{Índice de costo de la planta (Año base)}} \right]$	Costo unitario de instalación de la Tabla 14 BP es calculado de la Tabla 3 Índices de costo de la planta (periodo actual) ingresado por el usuario
Inversión total (USD)	Costo de equipos + Costo de construcción + Costo de instalación	Tiempo de vida del proyecto es 20 años
Depreciación de equipos (USD por año)	Costo de equipos dividido por el tiempo de vida del proyecto	Método de la línea recta para el cálculo de la depreciación
Depreciación de construcción (USD por año)	Costo de construcción dividido por el tiempo de vida del proyecto	Método de la línea recta para el cálculo de la depreciación
Depreciación de instalación (USD por año)	Costo de instalación dividido por el tiempo de vida del proyecto	Método de la línea recta para el cálculo de la depreciación
Depreciación total	Depreciación de equipos + Depreciación de	Método de la línea recta para el

(USD por año)	construcción + Depreciación de instalación	cálculo de la depreciación
Costo de mantenimiento (USD por año)	Porcentaje de costo de mantenimiento (%) x Depreciación total	Porcentaje de costo de mantenimiento ingresado por el usuario
Costos fijos totales (USD por año)	Depreciación total + Costo de mantenimiento	

Nota: El índice de costo de la planta se utiliza para actualizar los costos de equipo, construcción e instalación al periodo actual. Por favor visite esta página web para mayor información:

http://en.wikipedia.org/wiki/Chemical_plant_cost_indexes.

La suposición en esta herramienta es que el índice de costo de la planta puede ser aplicado a cualquier tamaño de la misma. Se ha probado una aproximación aceptable al actualizar los costos de inversión.

8.1.6 Cálculo de otros costos

Los gastos generales de la planta se definen como los cargos a la producción por servicios, comodidades, nómina de planta. Los costos generales y administrativos comprenden rentas, seguros, y salarios de directivos, administrativos y ejecutivos. Las ecuaciones para calcular los gastos generales de la planta, los costos generales y administrativos, el pago promedio de los intereses de préstamo y el impuesto sobre la renta se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8: Ecuaciones de Otros Costos

Ítem	Ecuación y Supuesto	Observación
Gastos generales de la planta (USD por año)	Porcentaje de gastos generales de planta (%) x (Costo total de mano de obra + Costo de mantenimiento)	Porcentaje de gastos generales dado por el usuario. Valor por defecto 30%.
Costos administrativos y generales (USD por año)	Porcentaje de costos generales & administrativos (%) x (Costo total de insumos + costo total de mano de obra + Gastos generales de planta)	Porcentaje de costo generales & administrativos ingresado por el usuario. Valor por defecto 5%.
Pago promedio de los intereses de préstamo (USD por año)	<p>Cantidad de préstamo = Relación de préstamo (%) x Costo de inversión total</p> <p>Pago de préstamo (USD/mes) = PMT([Tasa de interés de préstamo/12],[12x Plazo de préstamo], Cantidad prestada)</p> <p>Pago anual de préstamo = Pago de préstamo (USD/mes) x 12 meses</p> <p>Pago total del préstamo = Pago anual de préstamo x Plazo del préstamo</p> <p>Pago de intereses de préstamo = Pago total de préstamo - Cantidad prestada</p> <p>Pago promedio de los intereses de préstamo = Pago de intereses de préstamo dividido por el tiempo de vida del proyecto</p>	PMT es la función financiera en Microsoft Excel para calcular el pago por préstamo con base en pagos constantes y en tasas de interés constantes.

8.1.7 Cálculo del costo de producción total y unitaria de las briquetas

Las ecuaciones de cálculo de los costos de operación total, los costos fijos totales, y otros costos, los costos anuales de producción de las briquetas y los costos unitarios de producción por kg se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9: Ecuaciones de Costos Totales de Producción

Ítem	Ecuación y Supuesto	Observación
Costos totales de operación (USD por año)	Costo anual de insumos + costo anual de mano de obra + costo anual de transporte + costo anual de almacenamiento	
Costos fijos totales (USD por año)	Costo fijo de depreciación + costo anual de mantenimiento	
Otros costos totales (USD por año)	Gastos generales de planta anuales + Costos generales & administrativos + Pago anual de préstamo + impuesto sobre la renta anual	
Costos totales de producción (USD por año)	Costos totales de operación + Costos fijos totales + Otros costos totales	
Costo de producción por kg	Costo total de producción dividido por la producción de briquetas	La producción de briquetas es calculada en la Tabla 3

8.1.8 Cálculo de la demanda de briquetas

Este paso detalla las ecuaciones de cálculo aplicadas para determinar la demanda de energía en briquetas equivalentes. Note que los factores de conversión han tenido en cuenta la eficiencia energética alcanzada por el usuario final, por ejemplo la estufa.

La Tabla 10 presenta los valores caloríficos y las suposiciones usadas en la eficiencia de las estufas para calcular la energía útil de las briquetas comparada con otros combustibles. Por ejemplo, la quema de las briquetas en un 50% tiene una eficiencia en la estufa de 7.7 MJ/kg de energía útil al usuario final (Tabla 10 - línea 1, columna 3). Comparar la energía útil de las briquetas con una estufa de madera combustible de baja eficiencia (Eficiencia del 20%), indica que el uso de la madera combustible rinde solo el 16% de la energía útil de la briqueta. Esto significa que se necesitan 6.11 kg de madera combustible para proporcionar energía útil igual a 1 kg de briqueta (Tabla 10 - línea 1, columna 4). Una evaluación similar para el carbón, el keroseno y el gas a baja presión, se presenta en la siguiente Tabla:

Tabla 10: Comparación de las Briquetas con Otros Combustibles

	Valor calorífico (CV)	Eficiencia de la estufa	Energía útil	Factor de conversión (CF)
	MJ/kg	%	MJ/kg	kg de combustible*
Briquetas	15.4	50%	7.7	1.00
Madera combustible	6.3	20%	1.3	6.11
Carbón	27.0	25%	6.8	1.14
Keroseno	44.0	55%	24.2	0.32
Gas a baja presión	49.0	60%	29.4	0.26

Nota: *Comparado con la energía de 1 kg de briqueta

Fuente: Young & Khennas, 2003

El factor de conversión para calcular el consumo equivalente de briqueta es por lo tanto el valor de 6.11 kg de madera combustible, 1.14 kg de carbón, 0.32 kg de queroseno y 0.26 kg de gas a baja presión comparado con la energía de 1 kg de briqueta como se muestra en la Tabla 10.

Las ecuaciones para calcular la demanda equivalente de las briquetas se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11: Ecuaciones de Demanda de Briquetas

Ítem	Ecuaciones y Supuestos	Observaciones
Consumo anual de combustible i (tonelada por año)	$AF_i = \text{Combustible } i \times 365 / 1000$ Dónde: $AF_i =$ Consumo anual del combustible i $\text{Combustible } i =$ Consumo del combustible i (kg/día) $i =$ briqueta, madera combustible, carbón, queroseno, gas a baja presión	Combustible i (kg/día) ingresado por el usuario
Consumo equivalente anual de briquetas (tonelada por año)	$AB_e = \sum (AF_i / CF_i)$ Dónde: $AB_e =$ Equivalente anual de briquetas $AF_i =$ Consumo anual de combustible i $CF_i =$ Factor de conversión del combustible i $i =$ briqueta, madera combustible, carbón, queroseno, gas a baja presión	Tabla 10 CF de briqueta = 1 kg/ kg _{briqueta} CF de madera combustible = 6.11 kg/ kg _{briqueta} CF de carbón = 1.14 kg/ kg _{briqueta} CF de queroseno = 0.32kg/ kg _{briqueta} CF de gas a baja presión = 0.26 kg/ kg _{briqueta} (Young & Khennas, 2003)
Gasto energético del combustible i (USD por año)	$EE_i = \text{precio unitario del combustible } i \times AF_i \times 1000$ Dónde: $EE_i =$ Gasto energético del combustible i Precio unitario del combustible i (USD/kg) $AF_i =$ Consumo anual de combustible i $i =$ Briqueta, madera combustible, carbón, queroseno, gas a baja presión	Precio unitario del combustible i (USD/kg) ingresado por el usuario
Precio competitivo de la briqueta (USD por kg)	$CP_b = (\sum EE_i) / AB_e$ Dónde: $CP_b =$ Precio competitivo de la briqueta $EE_i =$ Gasto energético del combustible i $AB_e =$ Equivalente anual de briqueta $i =$ Briqueta, madera combustible, carbón, queroseno, gas a baja presión	

8.1.9 Cálculo del ingreso del proyecto

Las ecuaciones para calcular el ingreso del proyecto se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12: Ecuaciones del Ingreso del Proyecto

Ítem	Ecuaciones y Supuestos	Observaciones
Ingreso potencial (USD por año)	Producción de briquetas x Precio de las briquetas en el mercado x 1000	Producción de briquetas (tonelada por año) en Tabla 3, Precio en el mercado de las briquetas (USD/kg) ingresado por el usuario

8.1.10 Tecnología de briquetas

Tabla 13: Comparación de Tecnología de Briquetas

Tecnología de briquetas	Tornillo de presión	Pistón de presión	Rollo de presión	Peletizado	Aglomerador	Manual
Capacidad de producción (kg/h)	150 kg/h	200 - 2,500 kg/h	900-1,500 kg/h	200 - 8,000 kg/h	Sin información	6 kg/h
Humedad óptima de la materia prima	8–9%	10–15%	10–15%	10–15%	Sin información	Mayor a 80%
Tamaño de partícula	Pequeño	Grande	Grande	Pequeño	Polvo - Pequeño	Pequeño-fibra
Desgaste de las partes de contacto	Alto	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Salida de la máquina	Continuo	Lotes	Continuo	Continuo	Continuo	Lotes
Energía de consumo específica (kWh/tonelada)	36.8-150	37.4-77	29.91-83.1	16.4-74.5	Sin información	Sin electricidad
Rendimiento (tonelada/h)	0.5	2.5	5.0-10.0	5	Sin información	Sin información
Densidad de la briqueta	1-1.4 g/cm ³	1-1.2 g/cm ³	0.6-0.7 g/cm ³	0.7-0.8 g/cm ³	0.4-0.5 g/cm ³	Sin información
Mantenimiento	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Desempeño de combustión de las briquetas	Muy bueno	Moderado	Moderado	Muy bueno	Sin información	Moderado
Carbonización del carbón	Hace buen carbón	No es posible	No es posible	No es posible	No es posible	Si
Conveniencia en gasificadores	Apropiado	Apropiado	Apropiado	Apropiado	Apropiado	Sin información
Conveniencia para co-combustión	Apropiado	Apropiado	Apropiado	Apropiado	Apropiado	Apropiado
Conveniencia para conversión bioquímica	No apropiado	Apropiado	Apropiado	Apropiado	Sin información	Sin información
Homogeneidad de la biomasa densificada	Homogéneo	No homogéneo	No homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
Costo (USD)	1,350	20,000-30,000	14,000-19,000	Sin información	Sin información	150

Fuente: Tumuluru, Wright, Kenny, et al., 2010

8.1.11 Base de datos para análisis financiero

La base de datos para el análisis financiero se presenta en la Tabla 14.

Tabla 14: Costos de Inversión para el Sistema de Briquetas

Capacidad de producción	Unidad	Producción de briquetas tonelada por año			
		<20	<200	<2000	<20,000
Costos de inversión en equipos	USD	1,000	5,000	50,000-100,000	2,200,000
Tiempo de vida del proyecto	Años	5	10	15	20
Costo estimado de los equipos por tonelada de briqueta	USD por tonelada	10	3	3.3	6
Equipos		1 o 2 máquinas manuales por ejemplo extrusora de palanca / extrusora manual de tornillo Hornos de tambor simple Secado al sol	Máquinas motorizadas que son fabricadas localmente por ejemplo extrusoras de tornillo eléctricas Secado al sol/secadores solares	Máquinas motorizadas que son importadas por ejemplo prensa de rodillos/ Pistón largo Secado al sol / Flash seco	Maquinaria industrial a gran escala, importada por ejemplo 8 toneladas/h prensa hidráulica de pellets Secado acelerado
Construcción y terreno		Casi siempre en intemperie o jardines Por ejemplo almacenamiento de biomasa, almacenamiento de briquetas, planta de briquetas	Puede ser a la intemperie o en grandes jardines Por ejemplo almacenamiento de biomasa, almacenamiento de briquetas, planta de briquetas	Se requiere una fábrica dedicada. Aproximadamente 2 acres de tierra Por ejemplo almacenamiento de biomasa, almacenamiento de briquetas, planta de briquetas	Fábrica grande centralizada Por ejemplo almacenamiento de biomasa, almacenamiento de briquetas, planta de briquetas, edificio de oficinas
	Supuesto	Estimar al 20% del costo de inversión total	Estimar al 20% del costo de inversión total	Estimar al 44% del costo de inversión total	Estimar al 44% del costo de inversión total
	USD por tonelada	2.50	0.63	2.62	4.32
Costo de instalación	Supuesto	Estimar al 10% del costo del equipo	Estimar al 10% del costo del equipo	Estimar al 10% del costo del equipo	Estimar al 10% del costo del equipo
	USD por tonelada	1.00	0.25	0.33	0.55
Costos de inversión estimados	USD por tonelada por año	13.50	3.38	6.29	10.37

Fuente: Ferguson, 2012; Young & Khennas, 2003

8.2 Datos requeridos para ejecutar la herramienta

La Tabla 15 incluye los datos requeridos para ejecutar el *Componente Briquetas*. Se proporciona una fuente de datos sugerido.

Tabla 15: Datos Requeridos para Ejecutar la Herramienta

Data	Definición y Fuentes
Biomasa y su residuo	El usuario selecciona la biomasa/cultivo y su residuo para un análisis detallado
Precio de la materia prima	Si el precio de la materia prima no está disponible el usuario necesitará información sobre salarios por hora para empleados calificados y no calificados (USD por empleado por hora) y el consume de combustible de la maquinaria utilizada normalmente en operaciones agrícolas o forestales para calcular un aproximado de éste valor.
Precio del agua	El usuario ingresa el precio actual del agua (USD/m ³)
Precio de la electricidad	El usuario ingresa el precio actual de la electricidad (USD/kWh)
Precio del diésel	El usuario ingresa el precio actual del diésel (USD/litro)
Costo de almacenamiento de la materia prima (USD por tonelada)	<p>El usuario identifica el costo de almacenamiento de la materia prima. El usuario puede ingresar precios actuales de almacenamiento de la de productos agrícolas en el país.</p> <p>Si esta información no está disponible en el país, el usuario puede estimar esto con base en la selección del tipo de almacenamiento disponible en el país que proporciona la herramienta. Además, el tamaño del sitio de almacenamiento o contenedor es estimado utilizando la calculadora de almacenamiento de biomasa.</p>
Tasa de stock de materia prima (%)	El usuario define este valor en la calculadora de almacenamiento de biomasa. Este valor define el porcentaje de biomasa que debe reservarse para operar la planta durante periodos de escasez.
Costo de almacenamiento de las briquetas (USD por tonelada)	<p>El usuario identifica el costo de almacenamiento de las briquetas. El usuario puede ingresar precios actuales de almacenamiento de la de productos agrícolas en el país.</p> <p>Si esta información no está disponible en el país, el usuario puede estimar esto con base en la selección del tipo de almacenamiento disponible en el país que proporciona la herramienta.</p>
Tasa de stock de las briquetas (%)	El usuario define este valor para garantizar un suministro suficiente de briquetas en el mercado.
Costo de mano de obra	Trabajadores calificados y no calificados en unidades de USD por empleado por hora.
Horas dedicadas a la recolección de la materia prima	Horas dedicadas a la recolección de la materia prima por método manual o mecanizado.
El costo de transporte de la materia prima (campo/punto de recolección a planta) en	El costo de transporte de la materia prima desde el punto de recolección (o campo) a la planta de briquetas, el usuario ingresa el

unidades de USD por tonelada por km.	<p>costo de transporte en unidades de USD por t por km.</p> <p>Si el transporte se realiza a pie o en bicicleta, el usuario puede incluir este costo en la recolección de la materia prima. De forma alternativa, el usuario puede estimar el costo utilizando los costos de mano de obra por hora, tiempo trabajado, cantidad de material que puede ser transportada y los kilómetros aproximados que pueden recorrerse con el método seleccionado.</p>
Distancia de transporte de la materia prima a la planta de briquetas en kilómetros por la capacidad de producción	La distancia de transporte se determina con base en la disponibilidad de la biomasa en un área particular en relación con la cantidad requerida para operar cada capacidad de producción.
El costo del transporte de las briquetas desde la planta al mercado en UDS por tonelada por km	<p>El usuario entra en el costo del transporte en USD por tonelada por kilómetro. El usuario puede utilizar los métodos actuales de transporte para mover los productos básicos agrícolas en el país.</p> <p>Si el transporte se realiza a pie o en bicicleta, se recomienda que el usuario estime el costo mediante el uso del costo de mano de obra por hora, tiempo de trabajo, la cantidad de material que puede ser transportado y los kilómetros aproximados que pueden recorrerse por el método seleccionado.</p>
Costo de transporte de las briquetas al Mercado en km por capacidad de producción	El usuario identifica una distancia estimada de transporte que requerirá para llevar las briquetas al Mercado de acuerdo con la capacidad de producción.
Eficiencia de transporte por diferentes tipos de materia prima	Se relaciona con la conversión del proceso de densificación donde la biomasa es convertida de una densidad aparente baja (80–100 kg/m ³) a una densidad aparente alta (900 a 1300 kg/m ³).
Parámetros de operación para el Sistema de briquetas.	Como días de operación por año, horas de operación por día para producción manual o mecanizada.
Precio actual de las briquetas en el mercado	Precio de las briquetas en el mercado (USD/kg) en áreas rural y urbana
Parámetros de costos	El porcentaje de los costos generales de planta, los costos generales y administrativos, los costos de mantenimiento y los costos misceláneos.
Parámetros financieros	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tasa de inflación (%) ○ Tasa de descuento (%) ○ Porción de préstamos (%) ○ Tasa de interés de préstamos (%) ○ Plazo del préstamo (años), ○ Índice de costo de planta http://base.intratec.us/home/ic-index
Tipos y cantidades típicas de combustibles utilizados para calefacción y cocina	Los combustibles usados para calefacción y cocina en áreas rurales y urbanas son carbón, madera combustible, queroseno, gas a baja presión (kg por día por hogar).
Precio de los combustibles usados para calefacción y cocina	El precio actual de los combustibles como carbón, madera combustible, queroseno, gas a baja presión en unidades de USD/kg.

9 Referencias

- Bhattacharya, S C, & Kumar, S. (2005). *Technology Packages: Screw-press briquetting machines and briquette-fired stoves*. Regional Energy Resources Information Center (RERIC).
- Bhattacharya, S.C. (2002). RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES IN ASIA, A Summary of Activities and Achievements in Bangladesh. *Regional Energy Resources Information Center (RERIC), Asian Institute of Technology*.
- Dahlman, J., & Forst, C. (2001). Technologies Demonstrated at ECHO: Briquette presses for alternative fuel use, (239).
- EPA. (2007). Biomass Combined Heat and Power Catalog of Technologies. *U. S. Environmental Protection Agency*, (September). Retrieved from www.epa.gov/chp/documents/biomass_chp_catalog.pdf
- Ferguson, H. (2012). Briquette Businesses in Uganda The potential for briquette enterprises to address the sustainability of the Ugandan biomass fuel market. *GVEP International*, (February).
- Grover, P. D., & Mishra, S. K. (1996). Biomass Briquetting: Technology and Practices. *Regional Wood Energy Development Programme in Asia GCP/RAS/154/NET*, (46).
- Hite, L., & Smith, Z. (2011a). Single-Lever Large Biomass Briquette Press, 1–5.
- Hite, L., & Smith, Z. (2011b). Single-Lever Square Biomass Briquette Press ENGLISH Inches, 1–3.
- Hite, L., & Smith, Z. (2011c). Compound-Level Large Biomass Briquette Press, 1–4.
- Hite, L., & Smith, Z. (2012). Biomass Briquette Mold Drawings and Assembly Compendium Round , Square , Stick , Cube & Chunk. *Engineers Without Borders-USA*, 1–31.
- Lockard, J. (n.d.). How to make fuel briquettes without a press.
- Poudel, M. S., Shrestha, K. R., & Singh, R. M. (2012). Screw Extruder Biomass Briquetting. *Rentech Symposium Compendium*, 1(March), 27–31.
- SNNPRs Investment Expansion Process. (2012). 77 . Profile on Production of Fuel Briquette. Retrieved from <http://www.southinvest.gov.et/Publications/SSNPR draft Profile/F/ Fuel Briquette.pdf>
- Tumuluru, J. S., Wright, C. T., Kenney, K. L., & Hess, J. R. (2010). A Technical Review on Biomass Processing : Densification, Preprocessing, Modeling, and Optimization. *2010 ASABE Annual International Meeting*. Retrieved from www.inl.gov/technicalpublications/documents/4559449.pdf
- Tumuluru, J. S., Wright, C. T., Kenny, K. L., & Hess, J. R. (2010). A Review on Biomass Densification Technologies for Energy Application. *Idaho National Laboratory*, (August).
- Young, P., & Khennas, S. (2003). Feasibility and Impact Assessment of a Proposed Project to Briquette Municipal Solid Waste for Use as a Cooking Fuel in Rwanda. *Consultancy Report to the Business Linkages Challenge Fund (BLCF)*, (January).