



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

Manual de Usuario

PRODUCCIÓN DE CULTIVOS



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 Recursos Naturales

Componente Cultivos

Sección 1: Producción de Cultivos

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, Jutamanee 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 Hrvanje 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 <i>Módulo Recursos Naturales</i>	3
2	Términos y Definiciones Utilizadas en la <i>Herramienta de Producción de Cultivos</i>	5
2.1	Opciones para la producción adicional de cultivos	5
2.2	Tipos de producción agrícola y aptitud de la tierra	5
3	Alcance y Objetivo de la <i>Herramienta Producción de Cultivos</i>	8
4	Ejecución de la <i>Herramienta Producción de Cultivos</i>	9
4.1	Paso 1: Inicio del análisis	10
4.2	Paso 2: Seleccionar los cultivos	13
4.3	Paso 3: Definir la posición comercial neta de los cultivos seleccionados	14
4.4	Paso 4: Seleccionar la opción de producción	16
4.5	Paso 5: Analizar la opción intensificación.....	17
4.6	Paso 6: Análisis de las opciones de cambio de cultivo	22
4.7	Paso 7: Análisis de la opción de extensificación	24
5	Resultados de la <i>Herramienta Producción de Cultivos</i>	28
6	Supuestos y Limitaciones de la <i>Herramienta Producción de Cultivos</i>	30
7	Anexo.....	33
7.1	Metodología y resultados.....	33
7.1.1	Opción intensificación	33
7.1.2	Cambio en la opción de cultivos	34
7.1.3	Opción extensificación.....	35
7.1.4	Bases de datos	36
7.2	Datos requeridos para ejecutar la herramienta	37
8	Referencias	39

Lista de Figuras

Figura 1: Estructura del Módulo Recursos Naturales.....	3
Figura 2: Estructura <i>Componente Cultivos</i>	8
Figura 3: <i>Componente Cultivos</i> : Flujograma del Análisis e Interrelaciones con los Módulos de RE BEFS.....	10
Figura 4: Abrir el Archivo <i>Componente Cultivos</i>	11
Figura 5: Selección de Idioma	12
Figura 6: Diseño de la Hoja Introductoria del <i>Componente Cultivos</i>	12
Figura 7: Diseño de la Página Introductoria de la <i>Herramienta Producción de Cultivos</i>	13
Figura 8: Diseño de la Página Posición Comercial Neta para los Cultivos Seleccionados	15
Figura 9: Diseño de la Página Producción de Cultivos – Tres Opciones para la Producción Adicional	17
Figura 10: Diseño de la Hoja de Intensificación – Parte 1	19
Figura 11: Mapa de Aptitud de Tierra de la Evaluación Rápida BEFS para Malawi: Girasol - Nivel de Entrada Intermedio	19
Figura 12: Advertencia de Seguridad Alimentaria en la Opción Intensificación	20
Figura 13: Diseño de la Hoja de Intensificación – Parte 2	21
Figura 14: Diseño de la Hoja Cambio de Cultivos	23
Figura 15: Diseño de la Hoja de Extensificación- Parte 1	26
Figura 16: Diseño de la Hoja de Extensificación- Parte 2	27
Figura 17: Diseño de la Hoja de Extensificación – Área de extensificación.....	28
Figura 18: Diseño de la Hoja de Resultados de Producción de Cultivos.....	30

Lista de Tablas

Tabla 1: Resumen de los Supuestos y de las Limitaciones para Cada Opción de Producción de Cultivo	32
Tabla 2: Datos Requeridos para Ejecutar el Análisis Intensificación	37
Tabla 3: Datos Requeridos para Ejecutar el Análisis Cambio de Cultivo	37
Tabla 4: Datos Requeridos para Ejecutar el Análisis Extensificación	38

1 Resumen del Módulo Recursos Naturales

Los biocombustibles pueden ser producidos a partir de diversas fuentes de suministro, como por ejemplo: cultivos con fines energéticos (plantaciones forestales de rotación corta, cultivos agrícolas), subproductos/ residuo agrícolas o silvícolas (pajas, biomasa forestal residual), subproductos industriales (provenientes de la agroindustria, de la industria de la transformación de la madera, de la industria pesquera, etc.) y también subproductos/ residuos de origen municipal (lodos de depuradoras o Residuos sólidos Urbanos). Dependiendo de los diferentes procesos de conversión y tecnologías a los que los recursos de biomasa son sometidos, se obtienen diferentes vectores de entrega: en forma líquida, sólida o gaseosa y pueden ser utilizados para la calefacción, la cocción de alimentos, calentamiento de agua sanitaria, la producción de electricidad y como combustibles para el transporte.

El módulo *de Recursos Naturales* de la Evaluación Rápida BEFS, se utiliza para evaluar la disponibilidad de materia prima para la producción de bioenergía derivadas de la producción de cultivos y de los residuos agrícolas y forestales. El módulo se divide en tres componentes, según el tipo de biomasa. Los tres componentes son: *Cultivos*, *Residuos Agrícolas y Madera Combustible y Residuos del Procesamiento de la Madera*.

La Figura 1 representa gráficamente la estructura del módulo de *Recursos Naturales*.

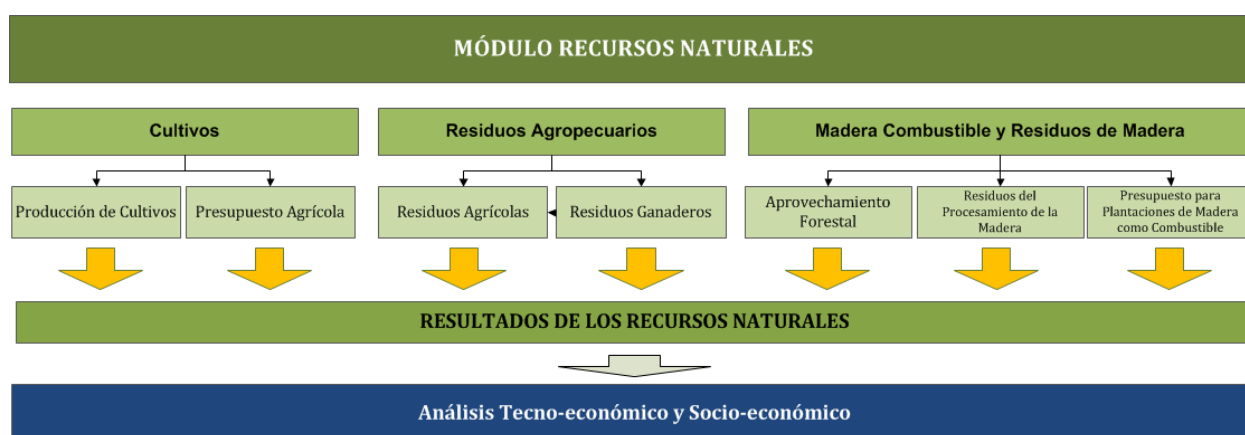


Figura 1: Estructura del Módulo Recursos Naturales

Cada uno de los componentes se encuentra integrado en un archivo de Excel y dentro de cada archivo pueden encontrarse una o varias herramientas. Cada archivo de Excel comienza con una hoja introductoria explicando la estructura y el objetivo del módulo de *Recursos Naturales*.

El Componente *Cultivos* incluye la *Herramienta de Producción de Cultivos* y la *Herramienta Presupuesto Agrícola*. La *Herramienta de Producción de Cultivos* se utiliza para evaluar el potencial de producción de los cultivos de granos, oleaginosas, azúcar y almidón. El enfoque utilizado para estimar la cantidad de producción de los diferentes cultivos que podrían estar disponibles para la producción de bioenergía al interior de los países, considera las necesidades alimentarias de la población, de forrajes y de otros usos no-bioenergéticos. Así pues, las medidas de seguridad alimentaria se encuentran integradas en el análisis. La producción adicional de los cultivos analizados puede destinarse para la producción de aceite vegetal (SVO), biodiesel o etanol.

Como parte del *Componente Cultivos* se encuentra los mapas de aptitud del suelo de la Evaluación Rápida BEFS. Estos mapas a nivel de país fueron desarrollados para 10 cultivos⁴ aptos para la producción de biocombustibles líquidos y se generaron a partir de las siguientes capas de información: Zonas Agroecológicas Mundiales⁵ de tierras aptas para la producción, (FAO, IIASA, 2012), Mapas Mundiales de Cobertura Terrestre GlobCover 2009 (ESA, 2012) y la Base de Datos Mundial de Áreas Protegidas, (IUCN y UNEP, 2009). Estos mapas sirven de apoyo en el análisis de *Producción de Cultivos* y de *Presupuesto Agrícola*.

La *Herramienta de Presupuesto Agrícola* proporciona una visión general relativa a los requerimientos de insumos y mano de obra para la producción agrícola y adicionalmente calcula los costos de producción, la rentabilidad y la demanda de mano de obra. La *Herramienta de Presupuesto Agrícola* refleja la configuración de la *Herramienta de Producción de Cultivos* por lo que pueden ser utilizadas en conjunto o individualmente dependiendo de las necesidades y naturaleza del análisis. Al igual que en la *Herramienta de Producción de Cultivos*, para el planeamiento del presupuesto agrícola se distinguen tres niveles de entrada (bajo, medio y alto).

El *Componente Residuos Agropecuarios* abarca herramientas para evaluar la disponibilidad de los residuos de cultivos y del ganado. Los residuos derivados de la producción agrícola son materia prima adecuada para la producción de briquetas y pellets (biocombustibles sólidos), mientras que el estiércol es adecuado para la producción de biogás. Estos biocombustibles pueden utilizarse para calefaccionar y para cocinar o para la generación de energía eléctrica mediante la gasificación o la combustión.

El *Componente Madera como Combustible y Residuos de la Madera* incluye tres herramientas: *Aprovechamiento Forestal*, *Residuos del Procesamiento de la Madera* y *Presupuesto para Plantaciones de Madera como Combustible*. Estas herramientas facilitan la evaluación del aprovechamiento potencial adicional de la madera de los bosques como combustible, analizando la disponibilidad de los residuos derivados de las actividades de extracción forestal y los residuos de la transformación de la madera. La *Herramienta de Presupuesto para Plantaciones de Madera como Combustible* se utiliza para evaluar el volumen potencial cosechable, de la madera en plantaciones forestales con destino energético y los costos y beneficios del establecimiento de este tipo de plantaciones.

El flujo previsto y las opciones de análisis dentro de cada componente se describen en las respectivas secciones del presente manual. De este modo, el módulo puede ser utilizado para el análisis de la totalidad de los recursos de biomasa o sólo para los recursos de biomasa seleccionados por el usuario. La utilización de las distintas herramientas dependerá del objetivo del análisis. Por ejemplo, si el usuario está interesado en examinar cuáles son los recursos de biomasa que se encuentran disponibles en el área de análisis “el país” se utilizará todas las herramientas del módulo, mientras que, si el usuario está interesado en una cadena específica de biocombustibles, únicamente se utilizarán los aspectos relevantes para la cadena en cuestión. Por ejemplo, si el usuario está interesado en la producción de briquetas a partir de residuos agrícolas, este puede usar la herramienta de Residuos de Agrícolas del componente Residuos Agropecuarios.

Todas las herramientas del *Componente Cultivos* tienen una hoja que resume los resultados del análisis. Dado que, un tipo de la biomasa puede convertirse en energía final utilizando distintas vías tecnológicas el usuario, en la hoja de resultados, es invitado a asignar la cantidad de la biomasa disponible entre diferentes cadenas de suministro de bioenergía.

⁴ Los 10 cultivos incluidos son: yuca (mandioca), maíz, sorgo, remolacha azucarera, caña de azúcar, jatropha, palma aceitera, colza, soja y girasol.

⁵ Aptitud y productividad agro-ecológica – Mapas aptitud de producción total

Por ejemplo, al evaluar el potencial adicional de la producción de soja y de girasol, el usuario deberá de definir qué porcentaje de la producción de cultivos disponibles será destinado a la producción de Aceite Vegetal Directo (SVO, por sus siglas en inglés) y/o a la producción de biodiesel. El resultado generado, se introduce posteriormente en la *Herramienta SVO y Transporte del Módulo de Opciones de Uso Final de la Energía*. De este modo, los resultados obtenidos en el módulo de *Recursos Naturales* ofrecen el umbral para definir las dimensiones apropiadas y el número de plantas de procesamiento en la *Herramienta SVO y Transporte*.

El manual de usuario del módulo de *Recursos Naturales* se divide en cuatro secciones: *Producción de Cultivos*, *Presupuesto Agrícola*, *Residuos Agropecuarios*, *Combustible de Madera y Residuos del Procesamiento de la Madera*. Cada sección incluye una descripción detallada de la herramienta, términos y definiciones utilizadas, datos requeridos para la consecución del análisis y los pasos a seguir en el análisis.

2 Términos y Definiciones Utilizadas en la *Herramienta de Producción de Cultivos*

Los términos y las definiciones que se presentan a continuación contemplan las opciones que pueden ser analizadas con la herramienta, los conceptos y enfoques metodológicos, los sistemas de producción agrícolas considerados y las bases de datos incorporadas. Con el fin de interpretar los resultados correctamente, es importante conocer y familiarizarse con estas definiciones, ya que se considerarán a lo largo del análisis. Algunos de los términos aquí desarrollados, también se utilizan en otras herramientas y componentes del módulo de *Recursos Naturales*, principalmente en la *Herramienta Presupuesto Agrícola*.

2.1 Opciones para la producción adicional de cultivos

- **Intensificación:** Se refiere al incremento de la producción anual, debido a un aumento en el rendimiento del cultivo el cual es obtenido a partir de la implementación de mejoras en las prácticas agrícolas y/o el aumento de los insumos (por ejemplo, fertilizantes, pesticidas, maquinaria).
- **Cambio de cultivos:** Se refiere al incremento de la producción anual, debido a un aumento del área de producción de los cultivos analizados. El aumento del área de producción de los cultivos analizados se debe a su expansión sobre tierras que actualmente se encuentran destinadas a la producción de otro cultivo. Por lo tanto, disminuye la zona de producción del cultivo actual.
- **Extensificación:** Hace referencia al incremento de la producción anual, debido al aumento del área de producción de los cultivos analizados relacionada con la incorporación a la producción agrícola de nuevas tierras, lo cual conlleva al cambio de usos del suelo. El cambio de usos del suelo puede consistir en utilizar tierras cultivables ociosas o la transformación de otras clases de uso de suelo en tierras de cultivo (por ejemplo, la conversión de tierras clasificadas como cultivos permanentes, pastizales, praderas y pastos, bosques u otras tierras de cultivo).

2.2 Tipos de producción agrícola y aptitud de la tierra

La metodología integrada en la *Herramienta de Producción de Cultivos* se basa en la Metodología de Zonificación Agro-ecológica (AEZ por sus siglas en inglés) (FAO, 1996) y en los datos de las Zonas Agro-ecológicas Mundiales (GAEZ por sus siglas en inglés ver. 3.0, IIASA/FAO, 2012a). De este modo, tanto el enfoque como las definiciones de GAEZ se aplican en la herramienta, (IIASA/FAO, 2012b).

Nivel de entrada de la producción agrícola

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

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

Aptitud de la tierra

La metodología de zonas agroecológicas, ZAE se utiliza para evaluar la aptitud de la tierra para la producción potencial agrícola de diferentes cultivos, considerando los factores limitantes que afectan al rendimiento. Estos factores incluyen: las condiciones climatológicas, las características del suelo y geomorfología de la zona evaluada, así como los requisitos eco-fisiológicos tanto del cultivo analizado, como las relacionadas con las condiciones térmicas, la duración del período de crecimiento y las características del suelo y del terreno. También se consideran las características de las prácticas agrícolas utilizadas a diferentes niveles específicos de insumos y condiciones de gestión⁷ (nivel de entrada). Con la incorporación de este aspecto en la metodología ZAE, es posible determinar, según los diferentes niveles de entrada, los rendimientos potenciales que pueden alcanzarse. La evaluación final de la aptitud de la tierra es un el mapa de aptitud de la tierra para cada cultivo analizado.

El mapa de aptitud de la tierra para un cultivo específico, muestra para cada celda del mapa el nivel de aptitud asignada. GAEZ distingue ocho clases de aptitud: muy alta, alta, buena, media, moderada, marginal, muy marginal y no apta. La distribución entre las clases se basa en el porcentaje del rendimiento máximo que puede ser conseguido a partir de unas condiciones determinadas. En consecuencia, para cada clase de aptitud de tierra puede ser asignado el potencial de rendimiento.

Los mapas de aptitud de tierra de la Evaluación Rápida BEFS, (los cuales forman parte del módulo de *Recursos Naturales*), la base de datos “Rendimientos GAEZ” y las respectivas tablas resumen, basadas en la capacidad

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

⁷ Para mayor detalles diríjase a: IIASA/FAO, 2012b.

de producción según los Mapas de *Aptitud y Productividad Agroecológica* GAEZ se integran en el *Componente Cultivos* (GAEZ_LIL, GAEZ_IIL, GAEZ_HIL). Las clases de aptitud de la tierra de los mapas de Evaluación Rápida BEFS se presentan igual que en el GAEZ. Los mapas de Evaluación Rápida BEFS, además de la aptitud de la tierra muestran las áreas no disponibles para la producción agrícola. Las áreas no disponibles se encuentran “enmascaradas” e incluyen las tierras forestales (las capas se extrajeron del mapa mundial de cobertura terrestre GlobCover 2009 (SEC, 2012)) y las áreas naturales protegidas de la UICN (las capas fueron extraídas de la Base de Datos Mundial de Áreas Protegidas (UICN y PNUMA, 2009)). Tenga en cuenta que los mapas de aptitud de la tierra de la Evaluación Rápida BEFS son válidos únicamente bajo condiciones de secano.

Las clases originales de aptitud de tierra GAEZ han sido agregadas y adaptadas en base a los objetivos de la Evaluación Rápida BEFS. De este modo, la base de datos “Rendimiento GAEZ” del *Componente Cultivos* contiene tres clases de aptitud de la tierra:

- **Promedio del país (vs-s-MS-ms), [t/ha]:** Representa la media ponderada nacional de los rendimientos potenciales de la tierra: muy adecuado, adecuado, moderadamente adecuado y poco adecuado. El promedio del país se calcula en función del rendimiento potencial para cada clase de aptitud de la tierra (según la clasificación de la aptitud de tierras GAEZ) y la proporción de cada clase apta en el área total del país.
- **Tierra muy adecuada y tierra adecuada (vs-s), [t/ha]:** Representa la media ponderada de los rendimientos potenciales de la tierra muy adecuada y la tierra adecuada (según la clasificación de la aptitud de tierras GAEZ). Se calcula sobre la base de los rendimientos potenciales para las clases de tierra muy adecuada y tierra adecuada y la proporción de la suma de cada clase de las áreas de tierras muy adecuadas y adecuadas.
- **Tierra moderadamente adecuada (MS), [t/ha]:** Representa el rendimiento potencial para tierras moderadamente adecuadas (según la clasificación de la aptitud de tierras GAEZ).

Producción de cultivos

Los siguientes términos se utilizan en el *Componente Cultivos*:

- **Rendimiento actual (t/ha):** El rendimiento del cultivo seleccionado obtenido en el área de análisis, según las prácticas de producción agrícola existente (nivel de entrada), expresado en toneladas por hectárea.
- **Producción anual (t/año):** La cantidad del cultivo analizado producido en un año calendario en el área de análisis, según las prácticas de producción agrícola existente (nivel de entrada), expresada en toneladas.
- **Número de cosechas por año:** El número de cosechas de los cultivos analizados en un año calendario.
- **Área de producción total (ha):** La superficie del terreno utilizado para la producción del cultivo analizado, expresada en hectáreas.
- **Abastecimiento de agua:** La fuente y sistema de suministro de agua que se utiliza para la producción agrícola.
 - **Secano:** Prácticas agrícolas que dependen de la lluvia.
 - **Regadío:** Prácticas agrícolas que utilizan sistemas de riego para el abastecimiento de agua.
- **Rendimiento potencial (t/ha):** El rendimiento del cultivo analizado que puede obtenerse potencialmente, en función del nivel de entrada seleccionado y la aptitud de la tierra del área analizada.
- **Producción intensificada:** La producción del cultivo seleccionado que puede lograrse con el rendimiento potencial (previsto), es decir, producción prevista.

- **Producción planeada de cultivos con propósitos no bioenergéticos:** La producción del cultivo seleccionado para un propósito diferente al de la producción de biocombustibles líquidos. Refleja el consumo previsto de los cultivos analizados con destino a la alimentación, forraje, exportación, etc.

3 Alcance y Objetivo de la *Herramienta Producción de Cultivos*

La *Herramienta de Producción de Cultivos* es una de las dos herramientas que conforman el *Componente de Cultivos* (Figura 2).

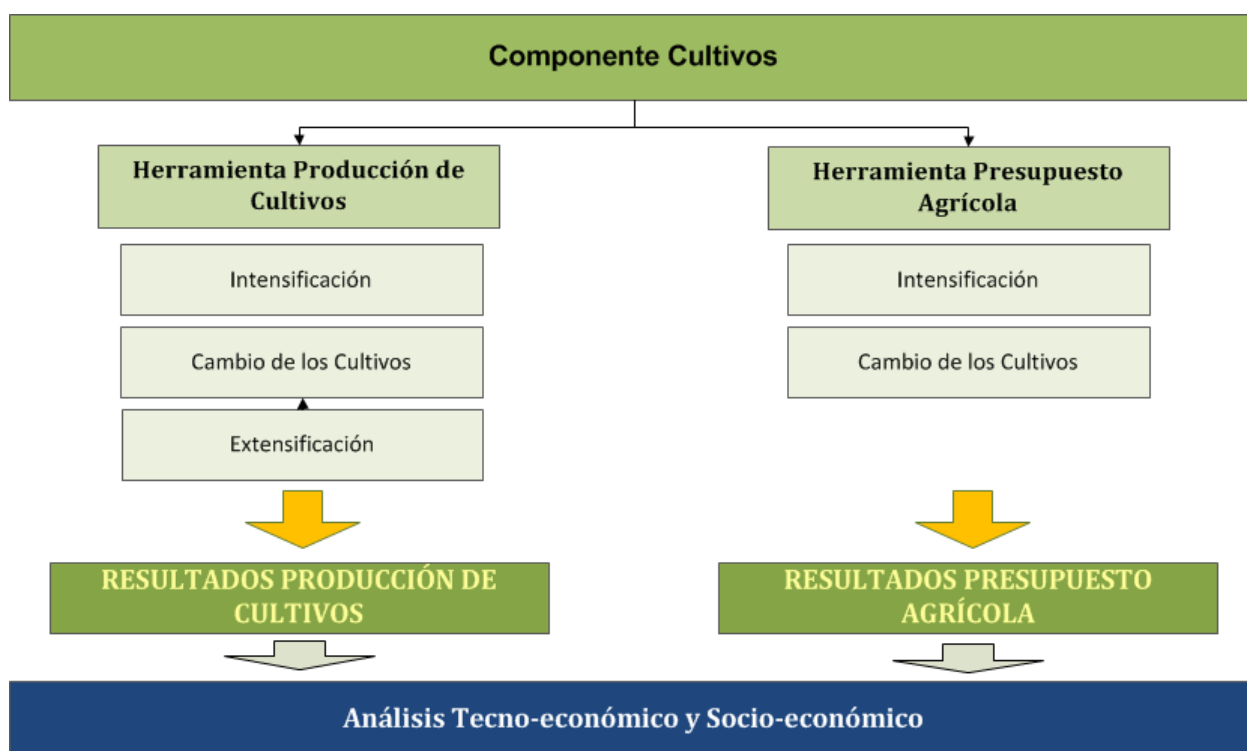


Figura 2: Estructura *Componente Cultivos*

El objetivo de la *Herramienta Producción de Cultivos* es evaluar el potencial de la producción sostenible de los cultivos, que pueden ser utilizados como materia prima para la producción de biocombustibles líquidos, es decir, etanol, biodiesel y aceite vegetal (SVO). El etanol se produce a partir de cultivos ricos en azúcares o almidón, tales como la caña de azúcar, trigo y yuca, mientras que el SVO y el biodiesel se producen a partir de cultivos de semillas oleaginosas, como el girasol, la palma aceitera o la soja. Los biocombustibles líquidos se utilizan generalmente como sustitución de parte del diésel o de la gasolina en el sector del transporte, pero también pueden ser utilizados para la calefacción, la cocción de alimentos, la iluminación o la generación de energía eléctrica.

Con el fin de minimizar la competencia entre la producción de alimentos e insumos para la producción de materia prima bioenergética, el análisis contempla las necesidades existentes o previstas del uso de los cultivos con fines no bioenergéticos. A partir del flujo definido de análisis y el uso de la información proporcionada por el módulo *Situación Actual del País* y del *Componente Cultivos*, la metodología busca salvaguardar la producción de alimentos y el uso sostenible de los recursos naturales.

Con la *Herramienta Producción de Cultivos* se pueden analizar tres opciones para la producción adicional: la intensificación, el cambio de los cultivos y la extensificación.

En primer lugar, se evalúa la posibilidad de intensificar la producción. Esta opción evalúa cómo se relacionan los rendimientos actuales y los rendimientos potenciales, contemplando la cantidad adicional de materia prima que puede ser producida cuando el rendimiento aumenta y que proporción de ésta podría ser destinada a la producción de bioenergía, teniendo en cuenta las necesidades principales como por ejemplo el destino a la alimentación. Si existe la posibilidad de intensificación y es económicamente viable⁸, se le debe dar prioridad sobre la opción de extensificación de la tierra cultivable. Priorizar la intensificación mejorando los rendimientos actuales, permite promover la sostenibilidad ambiental en las etapas iniciales de la planificación de políticas bioenergéticas.

El análisis de la opción de extensificación proporciona una indicación de las condiciones de la posibilidad para la extensificación sostenible de las tierras de cultivo. El análisis se basa en las tendencias de cambio de uso de la tierra en el área analizada en los últimos 10 a 20 años. Si existe la posibilidad de la extensificación del área cultivable, los resultados de la Evaluación Rápida BEFS no muestran la cantidad de tierra que está realmente disponible, ni dónde se encuentra, sólo indica la posibilidad y genera recomendaciones para realizar un análisis más detallado en el futuro.

El cambio de opción de los cultivos analiza las implicaciones que conlleva el cambio de un cultivo producido actualmente a un cultivo para la producción de bioenergía en un área definida.

La metodología para las opciones de intensificación, extensificación y de cambio de cultivos se describe de forma detallada en el Anexo.

4 Ejecución de la *Herramienta Producción de Cultivos*

La *Herramienta de Producción de Cultivos* está integrada en el archivo de Excel denominado *Cultivos* y contiene siete hojas de cálculo. El flujo de análisis del componente y las relaciones existentes entre las distintas herramientas de otros módulos de la *Evaluación Rápida BEFS* se muestran en la Figura 3.

⁸ Ver manual para la *Herramienta Presupuesto Agrícola*.

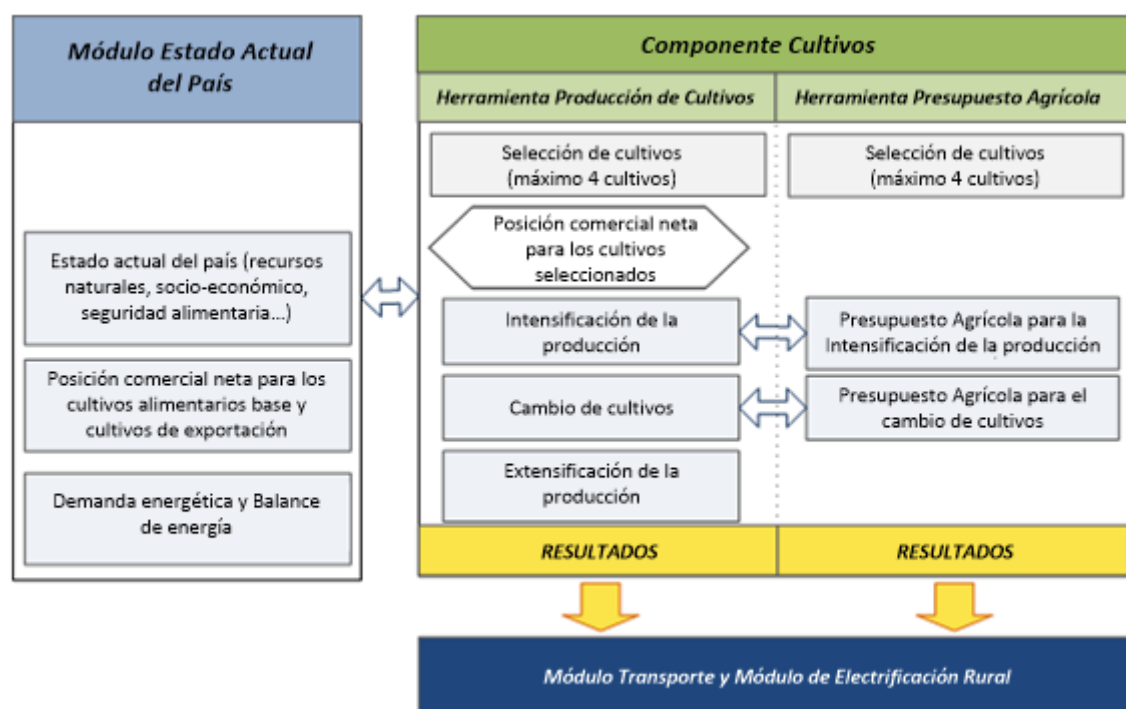


Figura 3: Componente Cultivos: Flujograma del Análisis e Interrelaciones con los Módulos de RE BEFS

El flujo de análisis de la producción agrícola está definido en la *Herramienta de Producción de Cultivos*. El usuario navega paso a paso a través de las distintas opciones donde se le pedirá que ingrese los datos necesarios con el fin de obtener los resultados finales. Cuando los datos requeridos para el análisis son limitados o no están disponibles pueden utilizarse los valores predeterminados 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, utilizando como estudio de caso Malawi.

Se sugiere seguir el orden (prioridad) de las opciones analizadas como se describen a continuación. No obstante, el usuario puede analizar las opciones en un orden diferente o incluso omitir algunas opciones y/o pasos del análisis (por ejemplo, la posición comercial neta). En última instancia, el orden de prioridad y la complejidad del análisis dependerán de la finalidad, el contexto del país, etc. Hay que destacar, que el alcance del análisis dependerá también de la experiencia del usuario.

Al interpretar los resultados hay que tener en cuenta todos los factores pertinentes, incluso cuando se omiten algunos pasos analíticos. Algunos de los temas clave que deben ser considerados están relacionados con la seguridad alimentaria y las demandas futuras de alimentos, el uso sostenible de los recursos naturales, la comercialización agrícola, etc.

4.1 Paso 1: Inicio del análisis

El primer paso después de abrir el archivo *Componente Cultivos* es habilitar el uso de **Macros & ActiveX**, con el fin de usar la herramienta (Figura 4).

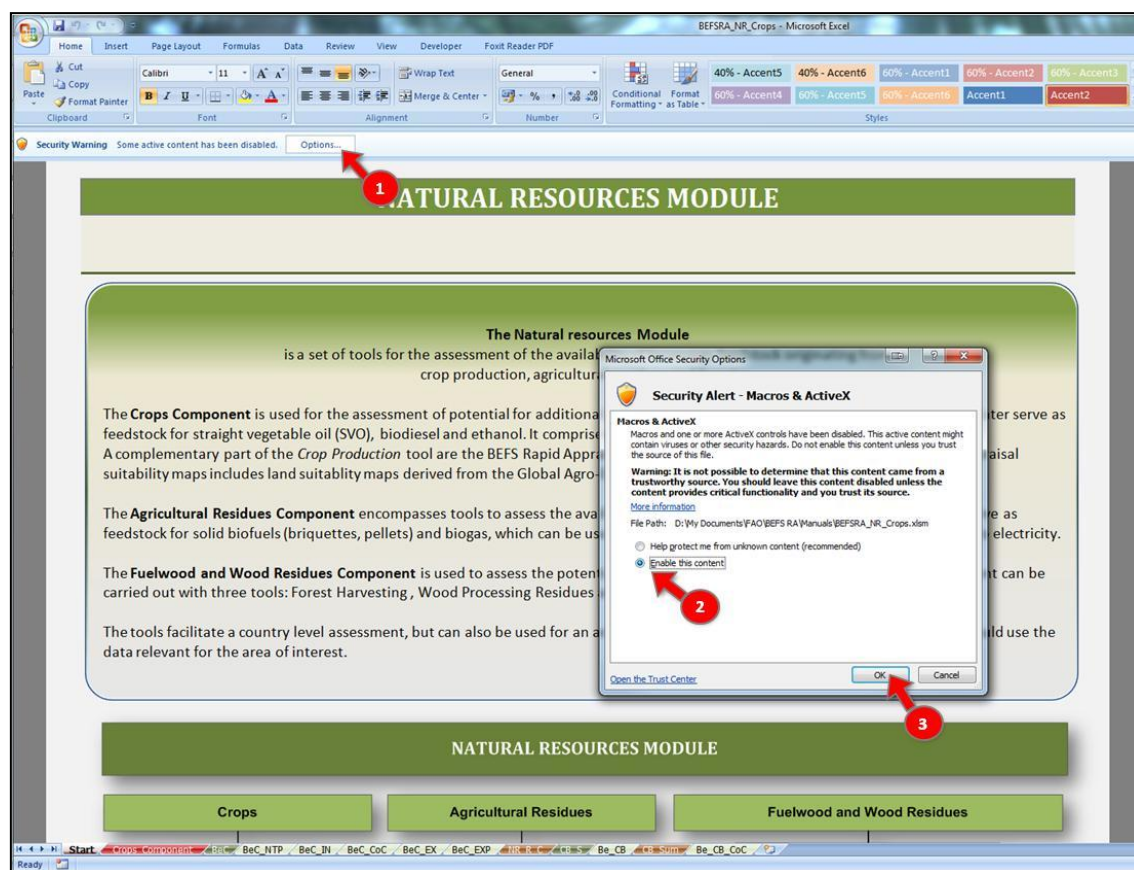


Figura 4: Abrir el Archivo *Componente Cultivos*

A continuación, el usuario debe seleccionar el idioma de su preferencia con el fin de ver la herramienta en ese idioma (Figura 5, etiqueta 1). Las opciones son: inglés (EN), francés (FR) y español (ES).

Al principio del análisis, se informa al usuario sobre el objetivo y la estructura del módulo *Recursos Naturales* y del *Componente Cultivos*.

En la Hoja del *Componente Cultivos* el usuario debe:

1. Seleccionar el país en donde se realizará el análisis,
2. Seleccionar el área de análisis (si el análisis se realiza a nivel sub-nacional, deberá de introducirse el nombre del área donde se realizará el análisis).
3. Presionar el botón *Herramienta Producción de Cultivos* para comenzar el análisis.

En la Figura 6 se muestra el diseño de la hoja del *Componente Cultivos* y las flechas de señalización con los pasos anteriormente descritos.

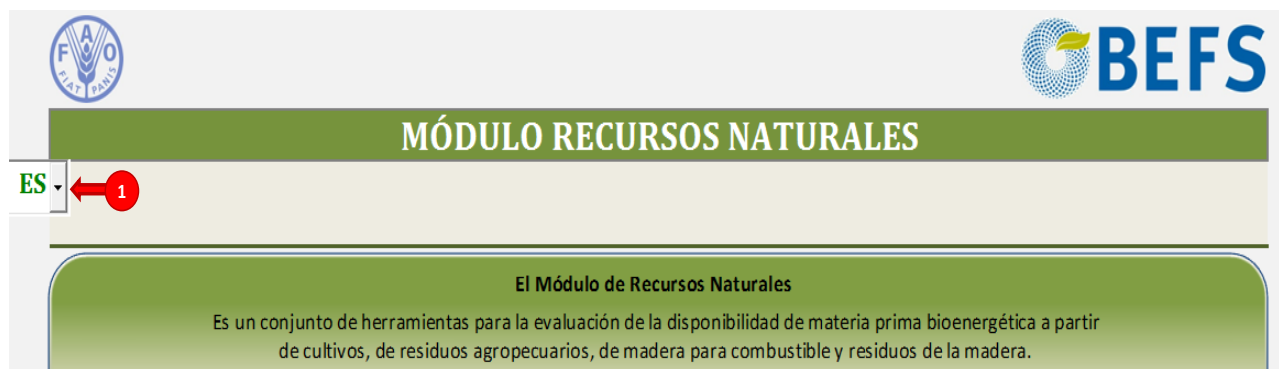
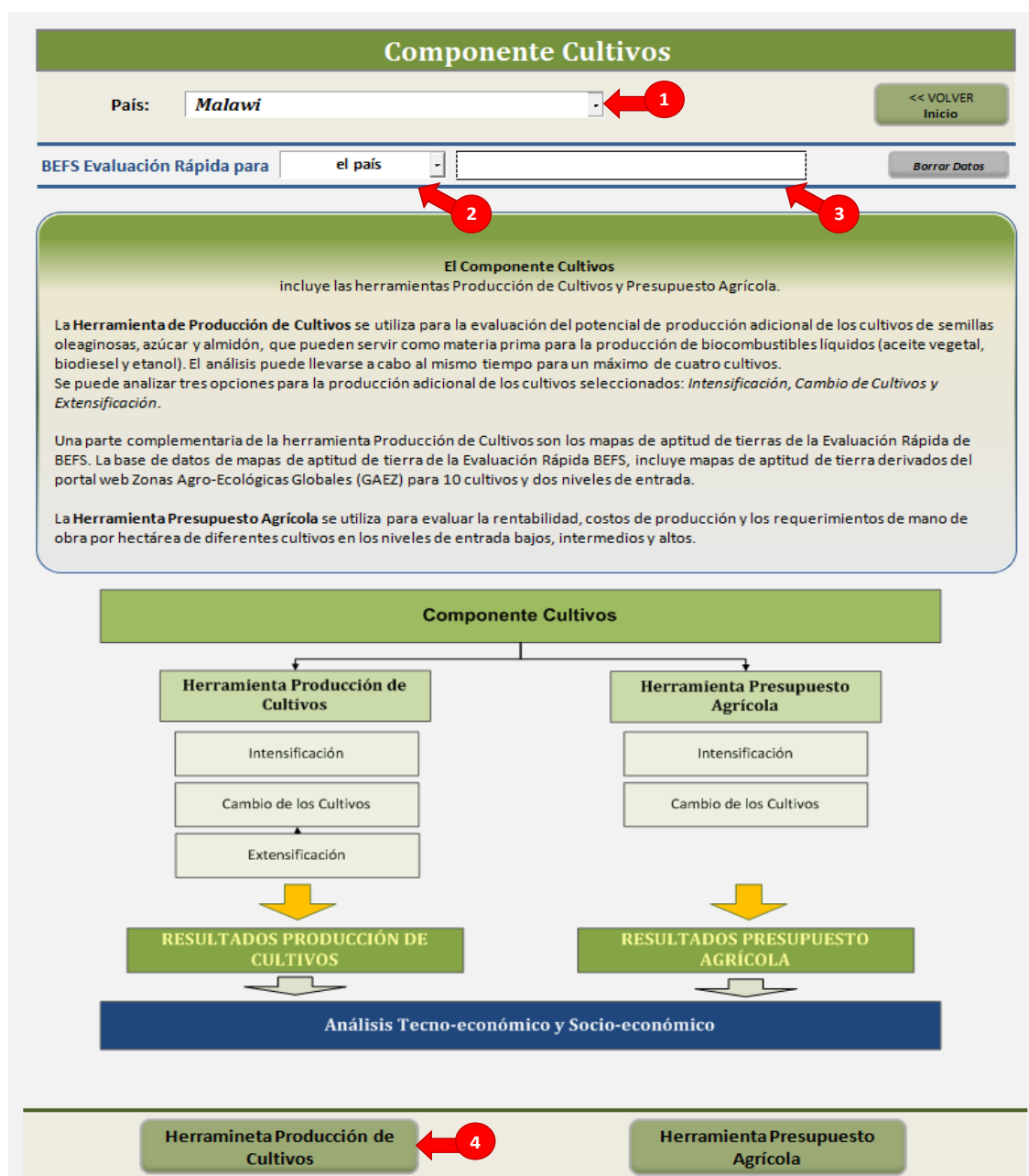


Figura 5: Selección de Idioma

Figura 6: Diseño de la Hoja Introdutoria del *Componente Cultivos*

4.2 Paso 2: Seleccionar los cultivos

El primer paso es seleccionar los cultivos que serán analizados para la producción potencial de materia prima destinada a la producción de biocombustibles líquidos. Pueden analizarse un total de cuatro cultivos al mismo tiempo, los cuales se seleccionan de una lista desplegable (Figura 7). La lista incluye 25 cultivos clave industriales y para la alimentación, entre los cuales, trece cultivos son adecuados para la producción de biocombustibles líquidos: coco, jatropha, colza, soja, girasol y palma de aceitera, para la producción de aceite vegetal y biodiesel y la cebada, yuca (mandioca), maíz, remolacha azucarera, caña de azúcar, sorgo y trigo para la producción de etanol.

PRODUCCIÓN DE CULTIVOS

País: **Malawi**

<< VOLVER
Componente Cultivos

SIGUIENTE >>
Posición Comercial Neta de los Cultivos Seleccionados

BEFS Evaluación Rápida para el país

El Componente Cultivos
se utiliza para la evaluación del potencial de producción adicional de cultivos que pueden ser utilizados como materia prima para los biocombustibles líquidos: **aceite vegetal, biodiesel y etanol.**

Como materia prima para la producción de aceite vegetal y biodiesel se incluyen cultivos de semillas oleaginosas:
coco, jatropha, palma aceitera, colza, soja y girasol.

Como materia prima para la producción de etanol se incluyen cultivos ricos en almidón y azúcar:
cebada, yuca, maíz, remolacha azucarera, caña de azúcar, sorgo y trigo.

Hasta cuatro cultivos se pueden analizar a la vez, independientemente del tipo de biocombustible.

Seleccione a continuación de las listas desplegables los cultivos (cultivo 1 – cultivo 4) para ser analizados:

Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4
girasol	soja	caña de azúcar	yuca

soja
remolacha azucarera
caña de azúcar
girasol
té
tabaco
trigo
ñame

Borrar Selección

SIGUIENTE >>
Posición Comercial Neta de los Cultivos Seleccionados

Figura 7: Diseño de la Página Introductoria de la Herramienta Producción de Cultivos

Al seleccionar los cultivos a ser analizados, debe considerarse cual es el contexto del país, sobre todo en aspectos como el balance de energía, la producción agrícola, la capacidad tecnológica y humana, etc. A continuación se desarrollan algunas de las cuestiones importantes que deben ser abordadas (tenga en cuenta que la lista sirve de guía y que probablemente hay otros temas que deben ser considerados en el contexto específico del país):

- **Balance Energético**
¿El país es importador o exportador de energía neta? ¿Cuáles son las prioridades en el suministro de energía (la electrificación, la sustitución de los combustibles fósiles en el sector del transporte, el desarrollo del sector para la exportación)?

- *Producción y Seguridad Alimentaria*
¿El país cuenta con seguridad alimentaria? ¿Cuáles son los principales cultivos alimenticios en el país?
¿Cuál es la posición comercial neta del país para estos cultivos?
- *Producción Agrícola*
¿Qué cultivos aptos para la producción de biocombustibles líquidos están siendo producidos en el país (área de análisis) en la actualidad? ¿Cuál es el nivel y el tipo de producción? ¿Cuál es el nivel de conocimiento de los agricultores?
- *Industria*
¿Cuál es el nivel de la de capacitación de los operarios y de la tecnológica para el desarrollo de la industria de los biocombustibles?

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

4.3 Paso 3: Definir la posición comercial neta de los cultivos seleccionados

Después de seleccionar los cultivos bioenergéticos, se debe definir la posición comercial neta del país para estos cultivos. La posición comercial neta se define mediante el ingreso de la información sobre la oferta interna, la producción, la importación, la exportación y la variación de existencias en los últimos 10 años (Figura 8).

Los pasos para obtener los datos necesarios e ingresarlos en las tablas previstas en la hoja Posición Comercial Neta para los Cultivos Seleccionados, son los mismos que los seguidos en el módulo *Situación Actual del País*. Para obtener instrucciones más detalladas sobre como ingresar los datos el usuario debe consultar el capítulo correspondiente del *Manual de Usuario del Situación Actual del País*.

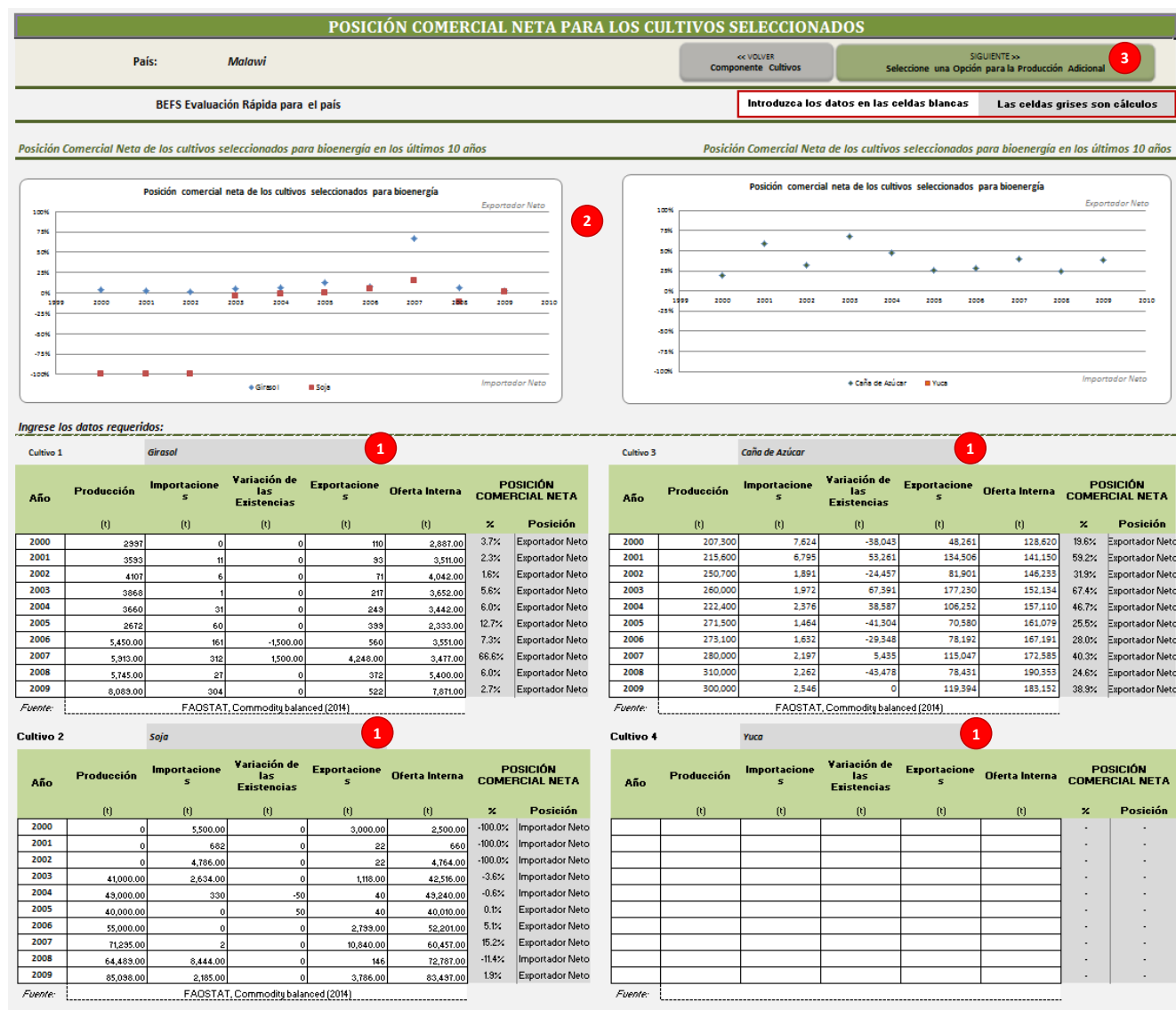


Figura 8: Diseño de la Página Posición Comercial Neta para los Cultivos Seleccionados

Al introducir los datos, el usuario debe tener en cuenta las características de los cultivos analizados y sus condiciones comerciales. Como se describe en el *Manual del Usuario de Situación Actual del País*, algunos cultivos no son objeto de comercio internacional y por lo tanto, para éstos no se evalúa la posición comercial neta.

En el caso de los cultivos para la producción de azúcar, como la caña de azúcar, el usuario debe tener en cuenta que el propio cultivo no se comercializa, pero sí, el azúcar sin refinar, dado que la primera etapa de la elaboración de azúcar se lleva a cabo en un lugar lo más cercano posible a los campos de cultivo. Por lo tanto, debe ser definida la posición comercial neta del azúcar sin refinar, es decir, se debe introducir en la tabla provista los datos del azúcar sin refinar.

La posición comercial neta de los cultivos seleccionados ofrece una visión estructurada de la producción, el consumo y el comercio a nivel nacional acaecida en los últimos 10 años. El usuario debe analizar cuidadosamente la posición comercial neta de cada cultivo, tratando de entender las razones de fondo de esa posición y tomarlo en consideración a lo largo del análisis.

Cuadro 1: Interpretación de la Posición Comercial Neta de los Cultivos Analizados para Malawi

En el caso de Malawi, se seleccionaron cuatro cultivos: girasol, soja, caña de azúcar y yuca. El girasol y la soja fueron seleccionados como materia prima potencial para la obtención de aceite vegetal directo y biodiésel, mientras que la caña de azúcar y yuca fueron seleccionados para la producción de etanol. La yuca es un cultivo no transable, por lo que fue excluido del análisis de la posición comercial neta (Figura 8, cultivo 4). Para la caña de azúcar, se definió la posición comercial neta de azúcar sin refinar, por las razones expuestas anteriormente. Sobre la base de los datos introducidos y los gráficos correspondientes (Figura 8, rótulo 2) en los que se muestran los resultados de la posición comercial neta para el girasol y la soja a la izquierda y para el azúcar a la derecha, puede concluirse de cada cultivo analizado lo siguiente:

- Girasol: Durante los últimos 10 años Malawi fue un exportador neto de girasol. En la mayoría de los años el país sostuvo la exportación de girasol entorno al 1.6-7.3%, con dos picos del 12.7% y del 66.6% en los años 2005 y 2007 respectivamente. El nivel de producción se mantuvo durante el período 2000 – 2005, para luego incrementarse anualmente durante el período 2006-2009. El nivel de consumo interno del girasol se mantuvo estable en el tiempo con un ligero aumento a partir del año 2008.
- Soja: En el período 2000-2004, Malawi fue un importador neto de la soja, para convertirse en exportador neto a partir del año 2005, debido a un cambio en la producción. Durante los primeros años de la década de 2000, el país no producía soja. Malawi comenzó la producción de soja en el año 2003 y el aumento de la producción se ha mantenido desde entonces. Al mismo tiempo, el consumo interno también ha aumentado. En el año 2008 hubo un descenso de la producción, la cual pudo haber sido causada por alteraciones ambientales u de otra índole que junto con un aumento en el consumo llevó al país a convertirse en un importador neto una vez más.
- Azúcar (azúcar en bruto): Malawi es un exportador neto de azúcar sin refinar, a tasas que oscilan entre el 19.6% y el 67%. Los datos muestran una tendencia al alza en la producción y en el consumo interno, aunque el aumento del consumo interno se produce a una tasa inferior.
- Yuca: Dado que el cultivo no es objeto del comercio internacional, puede concluirse que toda la producción se consume en el país. En el módulo de Situación Actual del País, la yuca se identificó como un de los cultivos básicos.

4.4 Paso 4: Seleccionar la opción de producción

Después de definir la posición comercial neta del país para los cultivos seleccionados, el usuario debe seleccionar la opción para la producción adicional (Figura 8, rótulo 3).

Como fue descrito anteriormente, se pueden analizar tres opciones para la producción adicional: la intensificación, el cambio de los cultivos y la extensificación de la producción actual. Se recomienda comenzar con la opción de intensificación y luego evaluar las otras opciones (Figura 9).

Seleccione a continuación de las listas desplegables los cultivos (cultivo 1 – cultivo 4) para ser analizados:

Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4
girasol	soja	caña de azúcar	yuca

Borrar Selección **SIGUIENTE >>**
Posición Comercial Netá de los Cultivos Seleccionados

Las siguientes opciones para la producción adicional de los cultivos seleccionados pueden ser analizadas:

Intensificación - aumento de la producción anual, debido a un aumento en los rendimientos de los cultivos que se logra a través de: mejoras en las prácticas agrícolas y/o aumentos en el uso de insumos (por ejemplo, fertilizantes, pesticidas, maquinaria).

Cambio de los cultivos - sustitución de un cultivo que actualmente es cultivado en una superficie definida, por un cultivo diferente.

Extensificación - aumento de la producción anual, debido a un aumento en el área de producción, es decir, la expansión de las tierras cultivables.

Seleccione la opción para ser analizada:

SIGUIENTE >> INTENSIFICACIÓN **SIGUIENTE >> CAMBIO DE LOS CULTIVOS** **SIGUIENTE >> EXPANSIÓN**

<< VOLVER
Componente Cultivos

Figura 9: Diseño de la Página Producción de Cultivos – Tres Opciones para la Producción Adicional

4.5 Paso 5: Analizar la opción intensificación

En la hoja de Intensificación el usuario debe ingresar los siguientes datos:

- Producción actual de los cultivos seleccionados (Figura 10, rótulo 1):
 - Rendimiento actual (t/ha)
 - Número de cosechas por año
 - Producción anual (t/año)

Si se dispone de estadísticas e informes nacionales de los datos requeridos, estos deben ser utilizados. En el caso de que este tipo de información no este disponible, pueden ser utilizados los valores por defecto de FAOSTAT (Figura 10, rótulo i). La herramienta incluye un rendimiento promedio de 10 años y la producción total a nivel país. Estos valores no indican el nivel de producción (por ejemplo, pequeños agricultores o a gran escala/ orientación de la producción para el mercado) ni tampoco si la producción proviene de agricultura de secano o de regadío.

- Intensificación de la producción de los cultivos seleccionados (Figura 10, rótulo 2):
 - Abastecimiento de agua (secano o regadío)
 - Nivel de entrada (seleccionar de la lista desplegable),
 - Rendimiento de intensificación (t/ha)
 - Número de cosechas por año

Si la información relativa a los rendimientos potenciales del área analizada no se encuentra disponible para el país o no existen estudios específicos de zonificación agroecológica, estudios equivalentes o de investigación, pueden utilizarse los rendimientos potenciales de GAEZ. Esta versión de la herramienta incluye los rendimientos potenciales bajo condiciones de secano y de regadío fundamentados en la base de datos GAEZ. En condiciones de secano, GAEZ proporciona rendimientos potenciales de producción agrícola a niveles de entrada bajos e intermedios, mientras que para condiciones de regadío, la base de datos proporciona rendimientos potenciales a niveles de entrada intermedios y altos. Para cada nivel de entrada de producción agrícola se muestran los rendimientos potenciales de tres clases de aptitud de usos del suelo: promedio del país, muy adecuada, adecuada y moderadamente adecuada (Figura 10, etiqueta ii). El promedio del país representa un promedio ponderado de los rendimientos potenciales para la tierra muy adecuada, adecuada, moderadamente adecuada y marginalmente adecuada. El promedio de los países se calcula basándose en el rendimiento potencial para cada clase de aptitud (según la clasificación de aptitud de tierras GAEZ) y la proporción de cada clase de aptitud en el país. Para los sistemas de producción de secano, el usuario deberá consultar los mapas BEFS RA de aptitud de la tierra para los niveles de entrada de los cultivos seleccionados además de los datos sobre los rendimientos potenciales que se muestra en la hoja de intensificación. Los mapas se encuentran almacenados en la base de datos y pueden descargarse desde el sitio web de evaluación rápida BEFS. La base de datos de mapas de aptitud de la Evaluación Rápida BEFS incluye mapas a nivel de país de 10 cultivos idóneos para la producción de biocombustibles líquidos con dos niveles de entrada (alta y baja) para cada cultivo. En la actualidad se encuentran disponibles los mapas para África, Asia, América del Sur, Centro América y El Caribe. Un ejemplo de los mapas BEFS se muestra en la Figura 11.

Basándose en los mapas de aptitud del suelo y en los rendimientos potenciales existentes bajo diferentes niveles de entrada, el usuario puede evaluar la producción actual y las diferencias de rendimiento identificadas. Esto ayudará al usuario a decidir cuál será el valor del “rendimiento intensificado” utilizado en el análisis (Figura 10, rótulo 2). Al tomar esta decisión, el usuario debe tener en cuenta los factores y los escenarios que conlleva la intensificación en la agricultura, como por ejemplo: 1) la posibilidad del aumento de los insumos agrícolas y los costos conexos, 2) el alcance de las mejoras en toda el área evaluada dentro de un período de tiempo definido (por ejemplo, la planificación a largo plazo, a mediano plazo y a corto plazo) y 3) cualquier otro factor que implique la intensificación de la producción. La información proporcionada en el Resumen de Resultados-Presupuesto Agrícola para la sección de Intensificación de la *Herramienta Presupuesto Agrícola* puede servir de guía al usuario antes de tomar esta decisión⁹.

⁹ Para más información y una explicación detallada consulte el Manual de Presupuesto Agrícola.

INTENSIFICACIÓN											
País: Malawi					« VOLTVER Componente		SIGUIENTE » Seleccione una Opción para la Producción				
BEFS Evaluación Rápida para el país					Introduzca los datos en las celdas blancas		Las celdas grises son cálculos				
		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4						
		Girasol	Soja	Caña de Azúcar	Yuca	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4		
Parámetros		Producción actual				Producción anual promedio a nivel país en los últimos 16 años (basado en FAOSTAT 2004-2013)					
Rendimiento actual	t/ha	0.85	1.00	108.00	17.86	Parámetros	unid.	Girasol	Soja	Caña de Azúcar	Yuca
No. de cosechas/año		1	1	1	1	Rendimiento	t/ha	0.14	0.87	107.76	19.31
Producción anual	t/año	10,621	75,665	2,500,000	2,965,076	Producción anual	t	7,597	73,247	2,515,000	3,588,141
Área total de producción	ha	12,495	75,665	23,148	166,018						
Intensificación de la producción (Producción potencial en la misma área con mayores rendimientos)											
Abastecimiento de agua	Selección	Secano	Secano	Regadío	Secano	Rendimientos potenciales basados en Zonificación Agro-ecológica					
Nivel de insumos	Selección	Intermedio	Intermedio	Alto	Alto	Cultivo		Girasol	Soja	Caña de Azúcar	Yuca
Intensificación de la producción	t/ha	1.73	2.12	121.10	20.00	Abastecimiento de agua		Secano	Secano	Regadío	Secano
No. de cosechas/año		1	1	1	1	Nivel de insumos		Intermedio	Intermedio	Alto	Alto
Producción potencial	t/año	21,617	160,410	2,803,241	3,320,354	Clase de aptitud del suelo:					
Área total de producción	ha	12,495	75,665	23,148	166,018	Promedio del país	t/ha	1.73	2.12	121.10	n/d
Producción planeada para fines no bioenergéticos (alimentos, forrajes, exportación, etc.)						Adecuado/muy adecuado	t/ha	2.29	2.77	122.83	n/d
Producción planeada	t/año					Moderadamente adecuado	t/ha	1.57	1.76	85.44	n/d
Área de producción	ha	0	0	0	0	Los rendimientos potenciales están disponibles para:					
						- Producción de Secano: Niveles de insumos bajo e intermedio					
						- Producción bajo Regadío: Niveles de insumos intermedio y alto.					
Producción potencial de bioenergía											
		Girasol	Soja	Caña de Azúcar	Yuca						
Producción potencial	t/año	21,617	160,410	2,803,241	3,320,354						
Área de producción	ha	12,495	75,665	23,148	166,018						
Borrar Datos											

Figura 10: Diseño de la Hoja de Intensificación – Parte 1

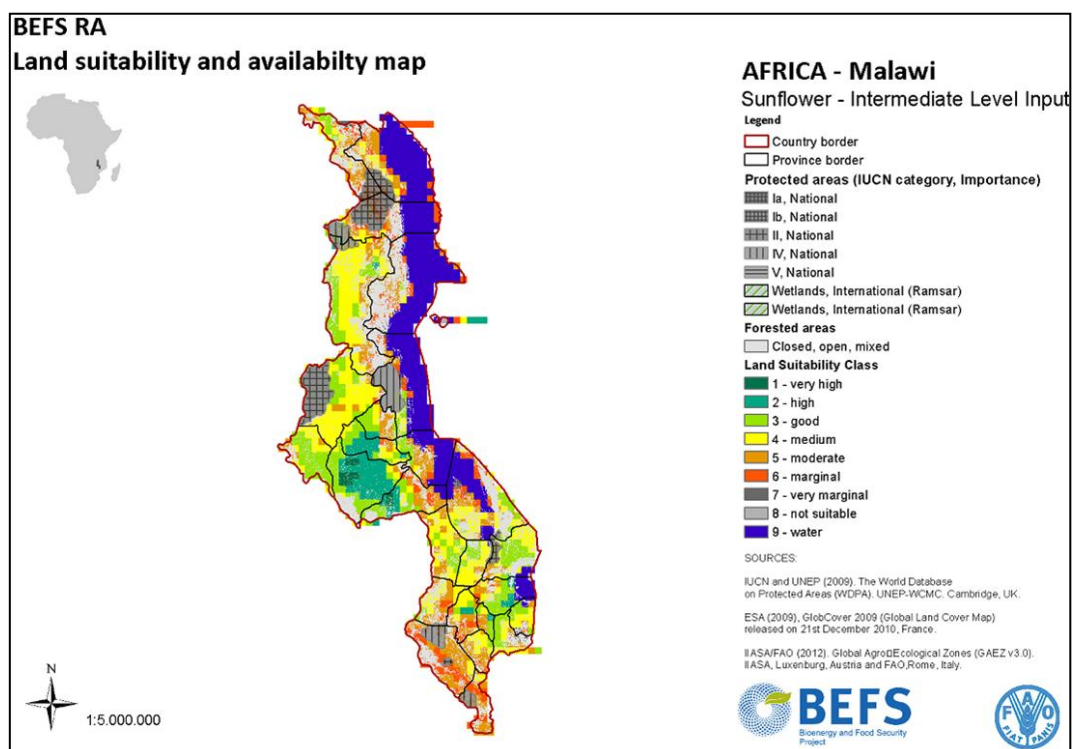


Figura 11: Mapa de Aptitud de Tierra de la Evaluación Rápida BEFS para Malawi: Girasol - Nivel de Entrada Intermedio

3. Producción planificada para fines no bioenergéticos (Figura 13, rótulo 3)

La producción prevista para fines no bioenergéticos se refiere a la cantidad de los cultivos seleccionados, que serán utilizados para la alimentación humana o forraje para los animales, la producción de otros productos básicos y las exportaciones. Al definir esta cantidad, el usuario debe tener en cuenta el marco temporal del análisis (por ejemplo, la planificación a largo plazo, a mediano plazo y a corto plazo), es decir, cuándo se prevee alcanzar el aumento de los rendimientos y cual es la demanda de la producción con destino no bioenergético. Para obtener parte de la información relevante para la toma de decisiones pueden consultarse las tendencias acerca del consumo interno de los cultivos seleccionados, datos poblacionales, el suministro de alimentos, las tendencias de desarrollo económico, las estrategias nacionales y sub-nacionales, los documentos de planificación, etc.

Para cerciorar que la seguridad alimentaria se está salvaguardando, la herramienta integra un aviso de advertencia de seguridad alimentaria (Figura 12). Cuando el valor introducido para la producción proyectada con fines no bioenergéticos es igual o menor a la actual producción actual, aparecerá el siguiente aviso pop-up:

“Advertencia de seguridad alimentaria: El valor introducido es inferior o igual a la producción actual. Si el país es actualmente un importador neto o espera un incremento en el consumo de este cultivo para la alimentación humana o animal, esto puede afectar a la seguridad alimentaria en el país. ¿Desea continuar?”

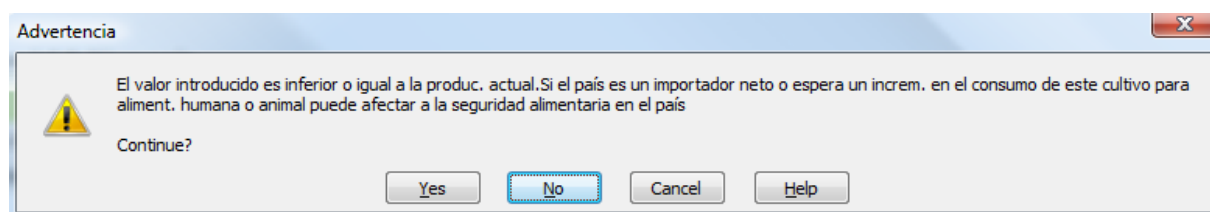


Figura 12: Advertencia de Seguridad Alimentaria en la Opción Intensificación

El usuario puede decidir si quiere continuar con el análisis o revisar el valor introducido. Al tomar la decisión, un sistema de alerta a modo de “semáforo” se mantendrá activado dentro de la celda respectiva. La advertencia no tiene ningún efecto en el futuro análisis, sirve como recordatorio para el usuario. El color naranja aparece en la celda cuando el valor definido para la producción proyectada con fines no bioenergéticos es igual al valor introducido para la producción actual, si el valor es menor aparece el color rojo y si es mayor aparece el color verde. La ilustración del sistema de alerta puede visualizarse en la Figura 13, rótulo 3.

INTENSIFICACIÓN													
País: <i>Malawi</i>					« Volver Componente		Siguiente » Seleccione una Opción para la Producción						
BEFS Evaluación Rápida para el país					Introduzca los datos en las celdas blancas		Las celdas grises son cálculos						
					<div> <div>Cultivo 1</div> <div>Cultivo 2</div> <div>Cultivo 3</div> <div>Cultivo 4</div> </div>								
					<div> <div>Girasol</div> <div>Soja</div> <div>Caña de Azúcar</div> <div>Yuca</div> </div>								
Parámetros					Producción anual promedio a nivel país en los últimos 10 años (basado en FAOSTAT 2004-2013)								
unidad					Parámetros								
Producción actual					unidad								
Rendimiento actual	t/ha	0.85	1.00	108.00	17.86	Rendimiento	t/ha	0.14	0.87	107.76	19.31		
No. de cosechas/año		1	1	1	1	Producción anual	t	7,597	73,247	2,515,000	3,588,141		
Producción anual	t/año	10,621	75,665	2,500,000	2,965,076								
Área total de producción	ha	12,495	75,665	23,148	166,018								
Intensificación de la producción (Producción potencial en la misma área con mayores rendimientos)													
Abastecimiento de agua													
Nivel de insumos													
Intensificación de la producción													
No. de cosechas/año													
Producción potencial													
Área total de producción													
Clase de aptitud del suelo:													
Promedio del país													
Adecuado/muy adecuado													
Moderadamente adecuado													
Los rendimientos potenciales están disponibles para:													
Producción de Secano: Niveles de insumos bajo e intermedio													
Producción bajo Regadío: Niveles de insumos intermedio y alto.													
Producción planeada para fines no bioenergéticos (alimentos, forrajes, exportación, etc.)													
Producción planeada													
Área de producción													
Producción potencial de bioenergía													
Girasol													
Soja													
Caña de Azúcar													
Yuca													
Producción potencial													
Área de producción													
Borrar Datos													
« Volver Posición Comercial Neta de los Cultivos Seleccionados					« Volver Componente Cultivos		Siguiente » Seleccione una Opción para la Producción Adicional			Siguiente » Resultados de Producción de Cultivos		Siguiente » Presupuesto Agrícola	

Figura 13: Diseño de la Hoja de Intensificación – Parte 2

Los resultados intermedios y finales se calculan en base a los datos introducidos:

- **Los resultados intermedios** incluyen el “El área total de producción” (área actual de producción para los cultivos seleccionados), el “Potencial de producción” (de la producción anual de los cultivos seleccionado en la misma área con un aumento en el rendimiento).
- **El resultado final** es el “Potencial de producción disponible para bioenergía”, es decir, la cantidad en toneladas de los cultivos seleccionados, que podrían estar disponibles para la producción de biocombustibles líquidos (Figura 13, rótulo 4).

Después de finalizar la opción Intensificación, el usuario retorna a la hoja inicial de la *Herramienta Producción de Cultivos* y selecciona una nueva opción o el paso siguiente.

Cuadro 2: Definir el Potencial “Rendimiento de Intensificado del Girasol en Malawi

Para ilustrar el flujo de análisis y la justificación de las decisiones tomadas durante el mismo, podemos ver el ejemplo del girasol en Malawi (Figura 13). De acuerdo con las estadísticas nacionales, el rendimiento promedio durante el 2012 fue de 0.85 t/ha. Este valor es muy cercano al rendimiento potencial de las entradas a nivel bajo en el “promedio del país” sobre la aptitud de la tierra, que se estima en 0.93 t/ha (GAEZ ver 3.0, IIASA/FAO, 2012). Esto muestra que la producción promedio de girasol en Malawi se encuentra en un nivel de entrada bajo. Los rendimientos potenciales para los insumos de los niveles de entrada intermedio y alto son 1.73 y 3.21 t/ha, respectivamente, (GAEZ ver 3.0, IIASA/FAO, 2012). El plazo previsto para el análisis fue de 5 a 10 años, según lo acordado con los expertos nacionales. Considerando que la mayor parte del girasol, se produce actualmente en sistemas agrícolas de subsistencia y el aumento de los insumos es necesario para un aumento del rendimiento, se concluyó que la producción podría intensificarse a partir del actual nivel de entrada (bajo) a un nivel de entrada intermedio. Por lo tanto, bajo el análisis de “intensificación de la producción”, el nivel de “insumo intermedio” fue seleccionado de la lista desplegable, y el valor por defecto de 1.73 t/ha fue utilizado para el aumento del rendimiento. Basado en estos supuestos, los resultados muestran que el área de producción actual es de 12,495 hectáreas, y que podrían producirse 10,996 toneladas adicionales de girasol. Esta cantidad podría ser utilizada para la producción de biocombustibles líquidos, si el consumo con fines no bioenergéticos se mantiene constante en 10,621 toneladas.

4.6 Paso 6: Análisis de las opciones de cambio de cultivo

Bajo el contexto de la Evaluación Rápida de BEFS, el cambio de cultivo se contempla como una de las opciones para ampliar la producción de cultivos bioenergéticos. En este caso, el área de producción de los cultivos bioenergéticos seleccionados se expande sobre la tierra que es utilizada en la actualidad para la producción de otros cultivos, por lo que disminuye el área dedicada a la producción de los cultivos actuales.

Si se implementa a gran escala y/o si se trata de un cultivo que es importante desde el punto de vista comercial o de la seguridad alimentaria, el cambio de cultivo puede tener impactos significativos en todo el sector agrícola del país. Este es un ejercicio muy complejo para predecir los efectos directos e indirectos de cada uno de los escenarios. En línea con los objetivos de la evaluación rápida, el objetivo de la Opción Cambio de Cultivos, no es llevar a cabo este tipo de análisis, es sólo proporcionar una indicación sobre el potencial de producción adicional de los cultivos bioenergéticos, si se producen en la tierra donde actualmente existe otro cultivo.

Para esta opción únicamente puede evaluarse uno de los cultivos bioenergéticos seleccionados frente a uno de los 25 cultivos alimentarios o comerciales que están incluidos en las bases de datos.

Para este análisis, el usuario debe ingresar los siguientes datos:

1. Cultivo actual (el usuario debe seleccionar el cultivo que se sustituiría de la lista desplegable) Figura 14, rótulo 1.
 - Producción actual
 - Rendimiento (t/ha)
 - Número de cosechas por año
 - Producción anual (t/año)
 - Producción planeada

- o Producción prevista (t/año)
- 2. Cultivo bioenergético (seleccionado a partir de la lista desplegable de los cultivos definidos anteriormente (Figura 14, rótulo 2).
 - Producción planeada
 - o Rendimiento esperado
 - o Número de cosechas por año

CAMBIO DE CULTIVOS

País: *Malawi*

<< VOLVER
Componente Cultivos

SIGUIENTE >>
 Seleccione una Opción para la Producción Adicional

BEFS Evaluación Rápida para el país

Introduzca los datos en las celdas blancas Las celdas grises son cálculos

Seleccione el cultivo actual y el cultivo para bioenergía:

Cultivo actual Tabaco

Cultivo actual

Producción actual		
Parámetros	unidad	Tabaco
Rendimiento	t/ha	0.90
Núm. de ciclos de cultivo		1.0
Producción anual	t/año	129,423
Área de producción	ha	143,803.33

Producción planeada		
Parámetros	unidad	
Producción anual	t/año	120,000
Área requerida	ha	133,333.33

Cultivos para bioenergía Girasol

Cultivos para bioenergía

Producción Planeada		
Parámetros	unidad	Girasol
Rendimiento	t/ha	1.73
No. de cosechas/año		1.0

Producción potencial de bioenergía		
Parámetros	unidad	
Producción anual	t/año	18,113.10
Área requerida	ha	10,470.00

Borrar Datos

Producción anual promedio a nivel país en los últimos 10 años
 (basado en FAOSTAT 2004-2013)

Tabaco	unidad	Parámetros	unidad	Girasol
0.93	t/ha	Rendimiento (t/ha)	t/ha	0.74
140,144	t/año	Producción anual (t/año)	t/año	7,597

Rendimientos potenciales basados en Zonificación Agro-ecológica

Secano

Bajo	Intermedio	Alto
t/ha		
1.34	2.52	n/d
1.84	3.19	n/d
1.30	2.33	n/d

Abastecimiento de agua

Nivel de insumos

Clase de aptitud del suelo

Bajo	Intermedio	Alto
t/ha		
0.93	1.73	n/d
1.30	2.29	n/d
0.87	1.57	n/d

Los rendimientos potenciales están disponibles para:
 - Producción de Secano: Niveles de insumos bajo e Intermedio.
 - Producción bajo Irrigación: Niveles de insumos intermedio y alto.

<<< VOLVER
Intensificación

<<< VOLVER
Componente Cultivos

SIGUIENTE >>
 Seleccione una Opción para la Producción Adicional

SIGUIENTE >>>
 Resultados de Producción de Cultivos

SIGUIENTE >>>>
 Presupuesto Agrícola

Figura 14: Diseño de la Hoja Cambio de Cultivos

Para el análisis pueden ser de gran utilidad, los mapas de aptitud de la tierra de la Evaluación Rápida BEFS y la información del portal GAEZ, sobre los cultivos bioenergéticos y/o cosecha actual seleccionada y los resultados de la *Herramienta de Presupuesto Agrícola*¹⁰.

Al igual que en las otras opciones, si no se tienen datos disponibles, el usuario puede utilizar los valores por defecto sobre los rendimientos actuales y potenciales proporcionados por la herramienta (Figura 14, rótulo i).

¹⁰ Para mayor información y explicación más detallada ver el *Manual de Usuario de la Herramienta Presupuesto Agrícola*.

Basado en los datos introducidos se calculan los resultados intermedios y finales:

- **El resultado intermedio** del cálculo se corresponde con el área actual en producción y el área requerida para la producción planificada de la cosecha actual.
- **El resultado final** es la “Producción potencial - Producción anual” de los cultivos bioenergéticos analizados y el área requerida para esta producción (Figura 14, rótulo 3).

Después de finalizar el cambio de opción de cultivos, el usuario debe volver a la hoja de introducción de la *Herramienta Producción de Cultivos* para seleccionar la siguiente opción/paso.

Cuadro 3: Razones para Considerar el Cambio de los Cultivos como una Opción en Malawi

Para el caso de Malawi la opción de cambio de cultivos se presenta en la Figura 14. Los cultivos seleccionados para esta opción fueron el tabaco y el girasol, la selección de los mismos se fundamentó en información específica extraída de la descripción del sector agrícola del país:

“El sector agrícola ocupa a casi el 90 por ciento de la fuerza laboral total y contribuye al PIB con alrededor del 35 por ciento (ILO, 2013). La economía de Malawi durante mucho tiempo ha estado ligada a la producción y exportación de tabaco, lo que representa más de 50 % los ingresos de exportación en los últimos 30 años. Debido a la dependencia histórica de Malawi sobre el tabaco y a la amenaza de reducción de la demanda de tabaco, se ha impulsado recientemente la diversificación de la producción agrícola hacia otros cultivos de exportación” (FAO, 2013b).

El girasol es uno de los cultivos potenciales que pueden contribuir a esta diversificación, por varias razones: 1) la aptitud agroecológica de la tierra para este cultivo es de moderada a muy alta en todo el país (Figura 11), 2) los agricultores tienen cierta experiencia en este cultivo y 3) como un cultivo de semillas oleaginosas, pueden ser destinados tanto a la alimentación como al mercado bioenergético.

Las cifras que se presentan en la Figura 14 deben ser vistas a modo de ejemplo, ya que no están basadas en un análisis específico del sector o en los documentos oficiales de planificación.

4.7 Paso 7: Análisis de la opción de extensificación

Con esta herramienta sólo puede ser evaluada una posibilidad de extensificación de la producción agrícola. Cuando la hoja de Extensificación está activa, muestra a nivel de país la información relativa a las tendencias en el cambio de uso de suelo. De acuerdo con la clasificación de usos del suelo de la FAO, se consideran seis clases de uso del suelo: superficie forestal, superficie agrícola, tierras arables, cultivos permanentes, praderas y pastos permanentes y otras tierras a partir de las bases de datos de FAOSTAT y FRA2010. Dependiendo de los cambios acaecidos en la superficie forestal y en las subclases de superficie agrícola (tierras arables, cultivos permanentes, praderas y pastos), la herramienta genera una descripción de las tendencias y ofrece recomendaciones para posteriores análisis y/o para la toma de medidas de políticas bioenergéticas.

La estructura de la hoja de Extensificación generada por la herramienta se presenta en la Figura 15:

- El rótulo 1 muestra los datos de FAOSTAT y FRA para el cambio de uso de suelo en el periodo 1990 – 2010.
- El rótulo 2 muestra la representación gráfica de los datos.
- El rótulo 3 indica las recomendaciones generadas por la herramienta.

Cuadro 4: Resultados de la Evaluación de la Opción de Extensificación para Malawi

La Figura 15 muestra el diseño de la hoja de extensificación con los datos de Malawi. A mediados de 2013, cuando se realizó la prueba piloto, los datos disponibles más óptimos relativos a los usos del suelo en el país eran los de las bases de datos de FAOSTAT y FRA. Con base en estos datos se obtuvieron de la herramienta las siguientes conclusiones y recomendaciones:

“Los datos sobre el uso del suelo durante el período del 2000 al 2010, indican que la expansión de las tierras agrícolas puede ser uno de los principales impulsores de la deforestación. Por lo tanto, es fuertemente recomendado aplicar medidas políticas y acciones destinadas al aumento de los rendimientos agrícolas, sin una mayor expansión de la tierra cultivable”.

Teniendo en cuenta esta situación y los resultados obtenidos en el análisis de “intensificación”, (los cuales mostraron que no existen diferencias significativas de rendimiento para algunos de los cultivos seleccionados), los expertos de Malawi coincidieron en que, en la actualidad, la opción de extensificación de las tierras cultivables no es una alternativa para la producción de cultivos con destino bioenergético.

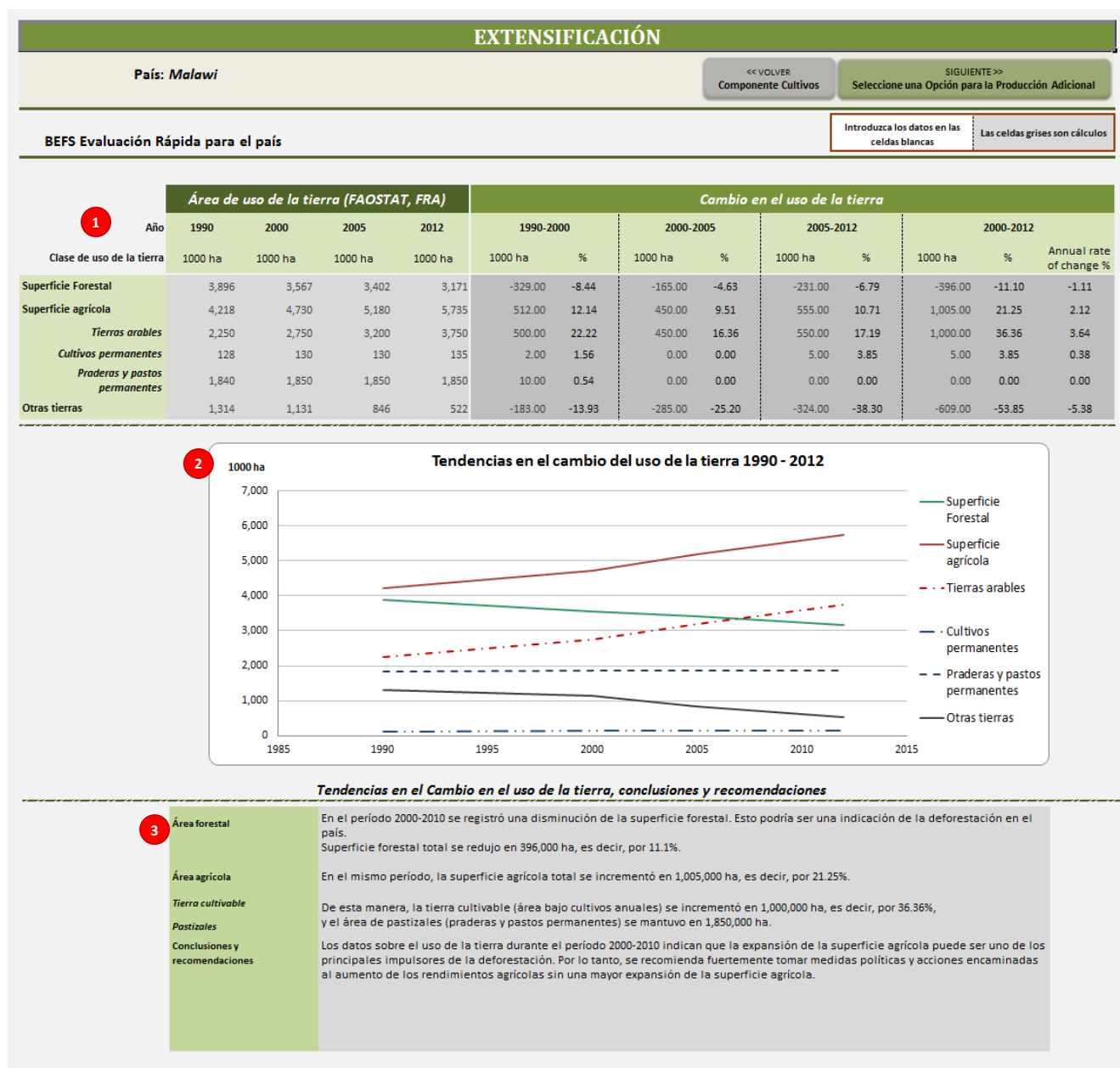


Figura 15: Diseño de la Hoja de Extensificación- Parte 1

Si los datos nacionales/sub-nacionales sobre el uso de la tierra/cobertura terrestre están disponibles, el usuario debe ingresarlos en la tabla Datos Específicos del País. La herramienta generará el mismo tipo de descripción y recomendaciones como se presentó anteriormente. El usuario puede comparar los resultados obtenidos y decidir sobre la necesidad de aplicar nuevas medidas.

Los siguientes datos deben ser introducidos:

1. Años a los cuales hacen referencia los datos sobre las clases de uso de suelo (Figura 16, rótulo 1)
2. El área de superficie forestal, superficie agrícola, tierras arables, cultivos permanentes, praderas y pastos permanentes y otras tierras, en 1000 hectáreas por año (Figura 16, rótulo 2).

Basados en los datos introducidos la herramienta genera los siguientes resultados:

- **Los resultados** muestran las tendencias en el uso de la tierra durante el período definido en la herramienta y estos son representados tanto numéricamente (Figura 16, rótulo 3) como gráficamente (Figura 16, rótulo 4).
- También se generan **las conclusiones y recomendaciones**, pero esta vez, se basan en los datos definidos por el usuario (Figura 16, rótulo 5).

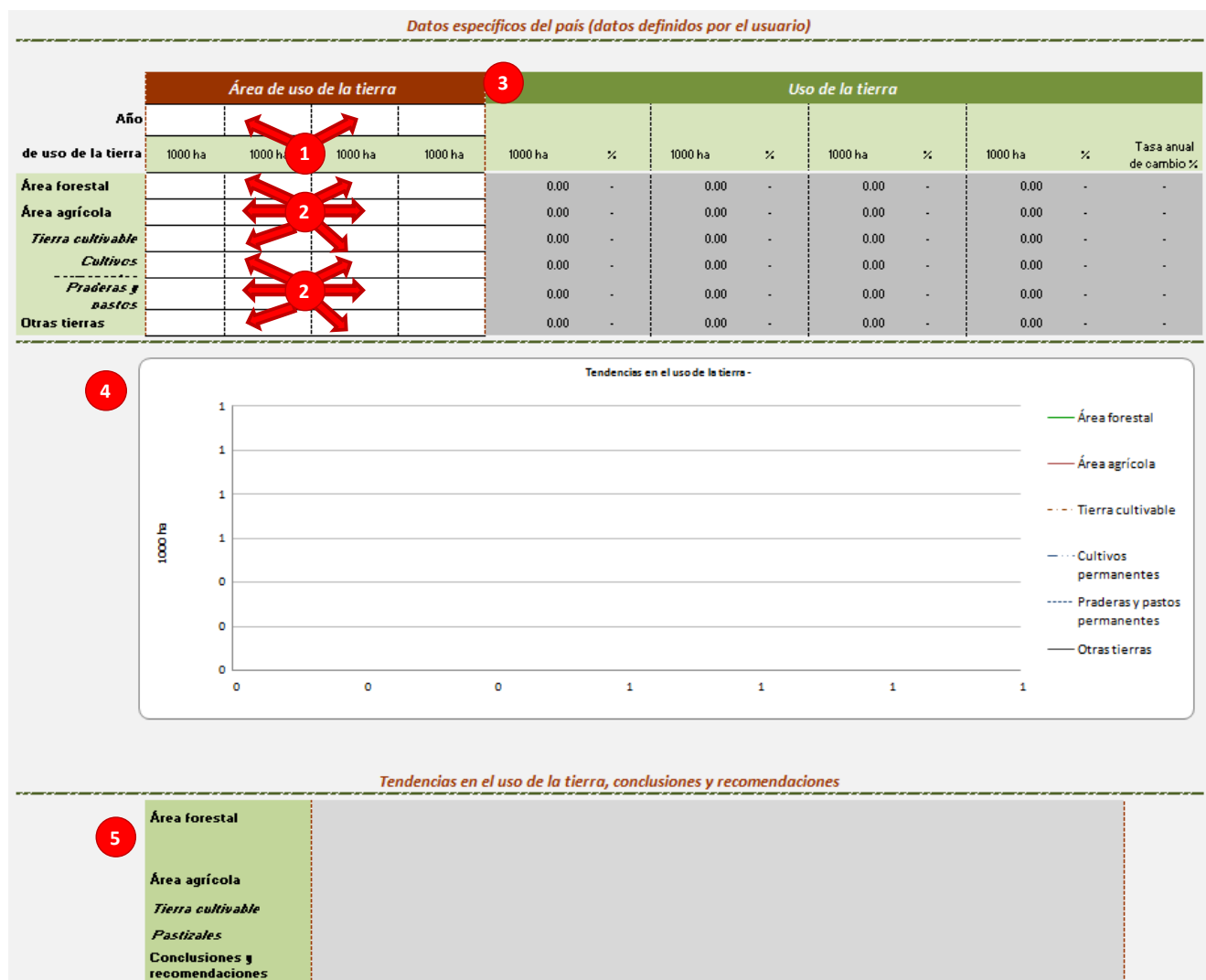


Figura 16: Diseño de la Hoja de Extensificación- Parte 2

Si existe la posibilidad de extensificación sostenible de la tierra para cultivos, el usuario puede calcular el área necesaria para la producción de una cantidad definida de los cultivos analizados.

Para permitir el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a lo largo de la cadena de producción de biocombustibles, el usuario debe tener información relativa al cambio de uso del suelo previsto.

Para ejecutar este análisis, el usuario debe ir a la hoja “Cálculo del área de extensificación”, mediante la selección del botón en la parte inferior de la hoja de Extensificación.

Para el cálculo de las expansiones se necesitan los siguientes datos:

1. Información sobre la producción planeada (Figura 17, rótulo 1)
 - La producción anual prevista de los cultivos seleccionados (t/año)
 - Abastecimiento de agua (secano o regadío)

- Nivel de entrada (alto, intermedio o bajo)
- Rendimiento esperado (t/ha)
- Número de cosechas al año

Al igual que en otras opciones, si el usuario no dispone de los datos relativos al rendimiento actual y potencial de los cultivos seleccionados, pueden utilizarse los valores por defecto proporcionados por la herramienta (Figura 17, rótulo i). La herramienta calcula el área necesaria basada en la producción planeada y los rendimientos esperados (Figura 17, rótulo 2).

1. Porcentaje de cada clase de uso/cubierta de tierra que se convertirían en tierra cultivable (Figura 17, rótulo 3)
 - o Tenga en cuenta que la suma de total del porcentaje de las tierras que serán destinadas a la producción del cultivo bioenergético debe sumar el 100%.

Hay que destacar que la herramienta por si misma no puede evaluar la sostenibilidad de la extensificación ni el lugar donde podría llevarse a cabo. Por lo tanto, esta sección de la opción de extensificación únicamente aporta un soporte para el análisis, el cual se basa en los datos y la información proporcionados por el usuario.

EXTENSIFICACIÓN - ÁREA DE EXPANSIÓN												
País: Malawi		<< VOLVER Extensificación		SIGUIENTE>>> Resultados de Producción de Cultivos								
BEFS Evaluación Rápida para el país				Introduzca los datos en las celdas blancas		Las celdas grises son cálculos						
Cálculo de la superficie necesaria para la producción planificada de los cultivos seleccionados												
		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4		Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4		
		<i>Girasol</i>	<i>Soja</i>	<i>Caña de Azúcar</i>	<i>Yuca</i>							
Parameter	Unit	Producción planeada					Producción anual promedio a nivel país en los últimos 10 años (Basado en FAOSTAT 2004-2013)					
Producción	t/año						Parámetros	unidad.	<i>Girasol</i>	<i>Soja</i>	<i>Caña de Azúcar</i>	<i>Yuca</i>
Abastecimiento de agua		Seleccione	Seleccione	Seleccione	Seleccione		Rendimiento	t/ha	0.74	0.87	107.76	19.31
Nivel de insumos		Seleccione	Seleccione	Seleccione	Seleccione		Producción anual	t	7,597	73,247	2,515,000	3,588,141
Rendimiento esperado	t/ha						Rendimientos potenciales basados en Zonificación Agro-ecológica					
Núm. de ciclos de cultivo							Cultivo		<i>Girasol</i>	<i>Soja</i>	<i>Caña de Azúcar</i>	<i>Yuca</i>
Área requerida	ha	0.00	0.00	0.00	0.00		Fuente de Agua		Seleccione	Seleccione	Seleccione	Seleccione
		Clase inicial del uso del suelo					Nivel de insumos		Seleccione	Seleccione	Seleccione	Seleccione
Tierras de cultivo ociosas	%						Clase de aptitud del suelo					
Pastizales	%						Promedio del país	t/ha	n/d	n/d	n/d	n/d
Vegetación escasa	%						Adecuado/muy adecuado	t/ha	n/d	n/d	n/d	n/d
Matorrales	%						Moderadamente adecuado	t/ha	n/d	n/d	n/d	n/d
Superficie forestal	%						Los rendimientos potenciales están disponibles para:					
Tierra degradada	%						- Producción de Secano: Niveles de insumos bajo e Intermedio.					
Otras tierras	%						- Producción bajo Irrigación: Niveles de insumos intermedio y alto.					
Total	%	-	-	-	-							
<< VOLVER Extensificación		<<< VOLVER Producción de Cultivos		Borrar Datos		SIGUIENTE>>> Herramienta Presupuesto Agrícola		SIGUIENTE>> Resultados de Producción de Cultivos				

Figura 17: Diseño de la Hoja de Extensificación – Área de extensificación

5 Resultados de la Herramienta Producción de Cultivos

Al finalizar el análisis con la *Herramienta de Producción de Cultivos*, los resultados se resumen en la hoja de Resultados de la Producción de Cultivos para las opciones analizadas.

Como resultado final del análisis se obtiene la cantidad de cultivos potencialmente disponibles para la producción de biocombustibles líquidos. Los resultados de cada una de las opciones analizadas se muestran en forma gráfica y en forma de tabla y presentan información clave de la producción planeada (rendimiento, número de cosechas, la zona de producción) (Figura 18, rótulos 1 y 2).

En esta hoja, el usuario puede definir la cantidad de los cultivos potencialmente disponibles que serán destinados al sector del transporte y a la electricidad y/o calefacción. Por ejemplo, si el objetivo es utilizar un cultivo oleaginoso para la electricidad y/o calefacción, éste podría ser convertido en SVO, mientras que si el objetivo es destinarlo al transporte, el cultivo podría ser utilizado para la producción de biodiesel. La asignación de la materia prima entre los posibles destinos es importante para el análisis tecno-económico.

El usuario debe ingresar (Figura 18, rótulo 3):

1. El porcentaje de la materia prima disponible que se destinará al sector transporte
2. El porcentaje de la materia prima disponible que será utilizado para la electricidad y/o calefacción

En base al porcentaje asignado por el usuario se calcula la cantidad (en toneladas) que serán destinadas a cada uso final. Los resultados se describen en la Figura 18, rótulo 4.

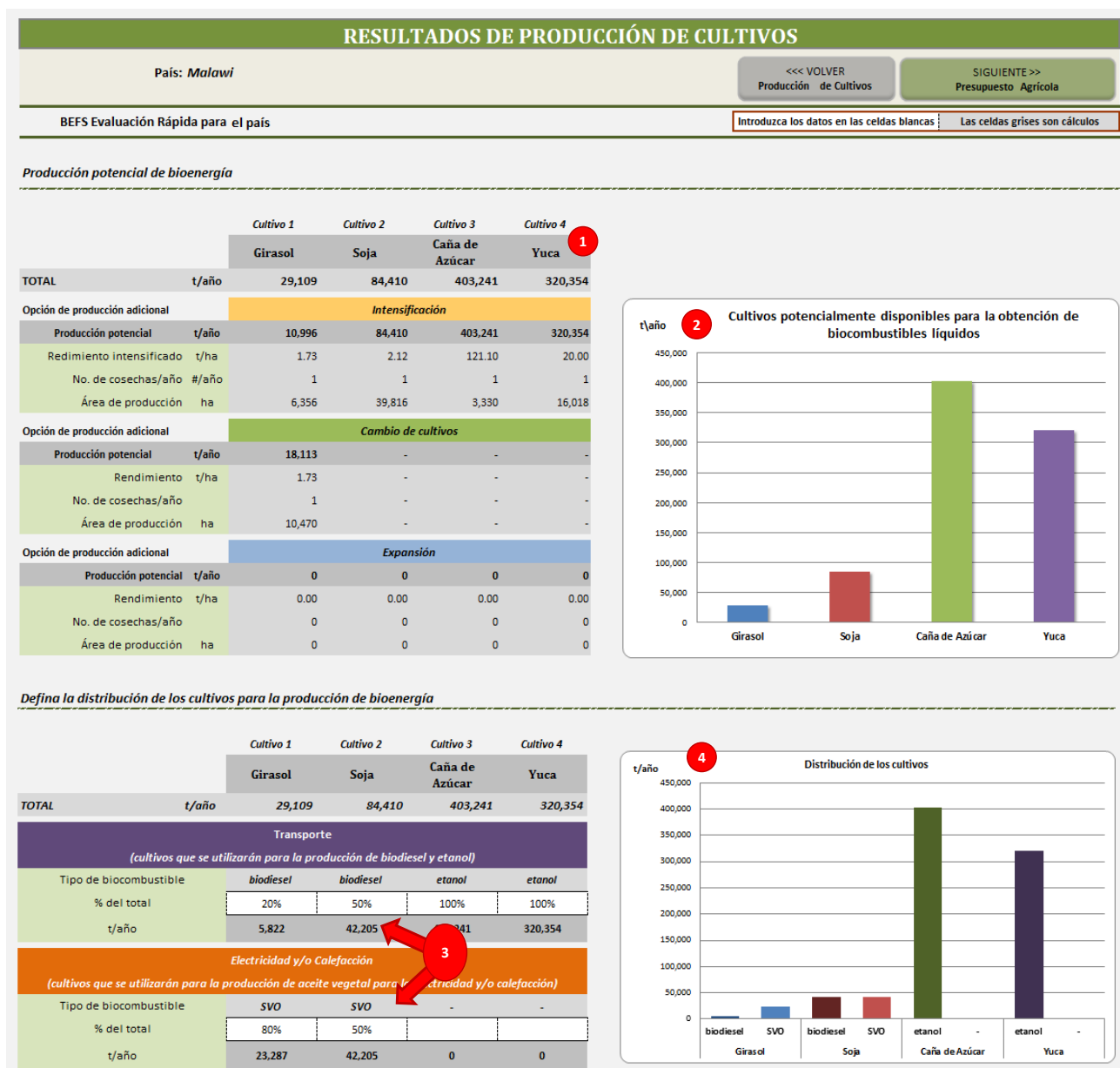


Figura 18: Diseño de la Hoja de Resultados de Producción de Cultivos

6 Supuestos y Limitaciones de la Herramienta Producción de Cultivos

Antes de iniciar el análisis, el usuario debe familiarizarse con los supuestos y las limitaciones de la herramienta, para interpretar adecuadamente los resultados. Las dos limitaciones principales de la herramienta de *Producción de Cultivos* se encuentran relacionadas con la finalidad y los objetivos de la Evaluación Rápida BEFS y con las bases de datos incorporadas y las características de sus fuentes, concretamente, las bases de datos FAOSTAT y GAEZ.

El objetivo de la Evaluación Rápida BEFS, es proporcionar herramientas de fácil aplicación y manejo que puedan apoyar el análisis, incluso cuando el usuario cuente con un acceso o disponibilidad limitada a los datos requeridos, para realizar un análisis de este tipo. Además, el objetivo del Módulo de Recursos Naturales es proporcionar una indicación del potencial que tiene un país o una región para la producción de materia prima

bioenergética de manera sostenible y salvaguardando la seguridad alimentaria. El primer grupo de limitaciones se relatan a continuación:

- Formato del análisis: La herramienta por sí misma, no soporta el análisis espacial, únicamente proporciona resultados numéricos.
- Nivel de análisis: Al utilizar los valores predeterminados proporcionados por la herramienta, los resultados representan el promedio a nivel nacional, por lo que no muestra las diferencias existentes en los niveles sub-nacionales y locales. Para las evaluaciones sub-nacionales o locales, el usuario deberá proporcionar los datos espacialmente explícitos.

Como se mencionó anteriormente, el segundo conjunto de limitaciones surge de las características de las bases de datos de FAOSTAT y GAEZ:

- La FAOSTAT es una base de datos global administrada por la UN FAO. Los datos estadísticos almacenados en la FAOSTAT son elaborados por entidades de los respectivos países, las cuales reportan sus datos a la División de Estadísticas de la FAO. Los datos de la FAOSTAT que se integran en la *Herramienta Presupuesto Agrícola* se refieren al total del país. Por ejemplo, los rendimientos de los diferentes cultivos son el promedio del país, lo cual implica la no diferenciación entre las distintas prácticas de manejo o las tecnologías agrícolas empleadas (por ejemplo, subsistencia-orientada al mercado, pequeños propietarios-comercial)..
- GAEZ es una base de datos global espacialmente explícita. La aptitud de la tierra y los rendimientos potenciales asociados son modelados y representados en mapas, los cuales tienen una resolución de 5 minutos de arco¹¹. A nivel nacional, esta resolución no es la más adecuada, especialmente para el caso de países con superficie reducida por lo que proporciona sólo una indicación. Incluye información agregada sobre los rendimientos potenciales para la producción agrícola de secano bajo niveles de entrada bajos e intermedios, y producción de regadío bajo niveles de entrada intermedio y alto de 25 cultivos para tres tipos de para tres tipos de clases de aptitud del suelo (promedio país, muy alto/alto y medio) y tres niveles de entrada.

Una visión general de los supuestos y limitaciones de cada una de las opciones para la producción se presenta en la Tabla 1, las cuales están incluidas en la descripción de la metodología.

¹¹ Cada celda (para la cual la aptitud de la tierra se presenta) representa aproximadamente una superficie de 10x10 km.

Tabla 1: Resumen de los Supuestos y de las Limitaciones para Cada Opción de Producción de Cultivo

Supuestos	Limitaciones
<i>Opción Intensificación</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - El máximo rendimiento alcanzable de un cultivo depende de las características agroecológicas predominantes de la zona de producción y de los requisitos eco-fisiológicos del cultivo. - La mejora de las prácticas agrícolas y/o la incorporación de insumos (fertilizantes, agroquímicos, mecanización, etc.) pueden provocar un aumento en el rendimiento de los cultivos. El potencial de aumento del rendimiento se correlaciona positivamente con la diferencia entre el rendimiento actual y potencial (brecha de rendimiento). 	<ul style="list-style-type: none"> - La herramienta proporciona información acerca de la producción actual de cultivos seleccionados a nivel de país. Estos incluyen 10 años de rendimientos promedio anuales y la producción a nivel nacional, en base a datos estadísticos (FAOSTAT, 2013). - La información sobre los rendimientos potenciales se deriva de la base de datos GAEZ, que incluye los resultados del modelo (IIASA/FAO, 2012). - Los resultados representan un promedio a nivel nacional, por lo que no revela las diferencias en los niveles sub-nacionales y locales.
<i>Cambio de cultivos</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - La superficie agrícola sujeta al cambio de cultivos es definida por el usuario, en base a la producción planeada de la cosecha producida actualmente en esa área. - El cultivo de bioenergía seleccionado se cultiva en la tierra “liberada”. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los resultados sólo muestran el potencial de producción de cultivos bioenergéticos en la zona, que actualmente se utiliza para la producción de otros cultivos, sin proporcionar información sobre los posibles efectos económicos y sociales del cambio.
<i>Extensificación</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Con el fin de garantizar el uso sostenible de la tierra y evitar las emisiones de gases de efecto invernadero, no se consideran adecuados para ser convertidos en tierras agrícolas las áreas forestales, pastizales, humedales y otras áreas ricas en materia de biodiversidad, así como áreas importantes para los servicios ecosistémicos. - Las áreas que son adecuadas para la conversión incluyen tierras agrícolas abandonadas, tierras degradadas y áreas actualmente clasificadas como “otras tierras”. 	<p>Los datos precisos sobre el uso de la tierra y cobertura a nivel nacional e información sobre los últimos cambios de uso de la tierra, son generalmente limitados o de difícil acceso.</p> <p>Los datos disponibles en las bases de datos globales (FAOSTAT y GlobCover) o bien no están espacialmente explícitos o no son lo suficientemente precisos para estimar el área disponible para la extensificación sostenible de las tierras cultivables. Por lo tanto, la herramienta proporciona únicamente un indicio de la posibilidad de extensificación a nivel nacional y las recomendaciones genéricas para tomar las medidas políticas adecuadas, que promuevan la producción sostenible de la bioenergía.</p>

7 Anexo

7.1 Metodología y resultados

En esta sección se describen las fuentes de información utilizadas y las metodologías adoptadas en la *Herramienta Producción de Cultivos*. Las bases de datos y los cálculos integrados en las herramientas no están visibles para los usuarios, pero su estructura y contenido son importantes para la interpretación de los resultados o para quien en un futuro las actualice y/o mejore.

7.1.1 Opción intensificación

La intensificación de la producción agrícola conlleva un aumento en la producción anual, debido a un aumento en el rendimiento del cultivo obtenido a partir de la aplicación de mejoras en las prácticas agrícolas y/o en el aumento de los insumos (por ejemplo, fertilizantes, pesticidas, maquinaria).

La evaluación se basa en los siguientes supuestos:

- El potencial para la producción adicional se correlaciona positivamente con los diferentes rendimientos actuales y potenciales, es decir, la brecha de rendimientos.
- El rendimiento potencial de un cultivo depende de la aptitud de la tierra, que está determinada por las características agroecológicas predominantes de la zona de producción y los requisitos eco-fisiológicos del cultivo.
- La mejora en las prácticas agrícolas y/o un mayor uso de insumos (fertilizantes, agroquímicos, mecanización, etc.) conllevan el aumento de rendimiento de los cultivos.

Partiendo de estas premisas, el potencial de producción adicional de los cultivos seleccionados se basa en la diferencia de los rendimientos potenciales y actuales. Se calcula como el producto de la diferencia de rendimientos (t/ha) y el área de la producción actual del cultivo seleccionado (ha):

$$P_{add} = (Y_p - Y_c) \times A_c \quad (1)$$

Dónde:

P_{add} , [t] = Producción adicional (t)
 Y_p , [t/ha] = Rendimiento potencial (t/ha)
 Y_c , [t/ha] = Rendimiento actual (t/ha)
 A_c , [ha] = Área actual de producción (ha)

La cantidad de cultivos potencialmente disponibles para bioenergía se calcula como una diferencia entre el potencial de producción total (basado en la mejora de los rendimientos) y la cantidad prevista de cultivo que será utilizado con fines no bioenergéticos.

$$LB_p = P_p - NB \quad (2)$$

Dónde:

LB_p , [t] = Cantidad potencialmente disponible para biocombustibles líquidos (t)
 P_p , [t] = Producción potencial (t)
 NB , [t] = Cantidad prevista para ser utilizado con fines no bioenergéticos (t)

Si el cultivo seleccionado es también un alimento básico y la cantidad prevista para otros usos es más bajo que el consumo actual nacional, la herramienta advertirá a los usuarios de que este tipo de planificación puede tener efectos negativos en la seguridad alimentaria y una señal respectiva a modo de semáforo aparecerá en la celda.

El resultado final es la cantidad (en toneladas) del cultivo o cultivos seleccionados, que potencialmente se encuentran disponibles para la producción de biocombustibles líquidos.

7.1.2 Cambio en la opción de cultivos

En la herramienta Producción de Cultivos, el cambio de cultivos es visto como una opción para incrementar la producción de cultivos bioenergéticos, en la cual la zona de producción de los cultivos bioenergéticos seleccionados se realiza sobre la tierra que se utiliza actualmente para la producción de otros cultivos. De este modo, el área de producción de los cultivos actuales disminuye. El cambio en la opción de cultivos no hace referencia a la rotación de cultivos.

La evaluación se basa en la suposición de que:

- La superficie agrícola sujeta al cambio de los cultivos es definida por el usuario, basado en la reducción de la producción de los cultivos que actualmente se producen en esa superficie.
- El cultivo bioenergético seleccionado se cultiva en la tierra “liberada”.

Partiendo de estas premisas, la superficie sujeta a cambio de los cultivos se calcula como la diferencia entre el área de la producción actual y el área requerida para la producción planificada de los cultivos actuales:

$$A_{CoC} = \frac{P_{cc}}{Y_c} - \frac{P_{pc}}{Y_c} \quad (4)$$

Dónde:

A_{CoC} , [Ha]	= Área (ha) sujeta al cambio de cultivos
P_{cc} , [t]	= Producción anual de los cultivos actuales
P_{pc} , [t]	= Producción anual prevista del actual cultivo
Y_c , [t/ha]	= Rendimiento (toneladas/ha) del actual cultivo

La producción de cultivos bioenergéticos se calcula como el producto del área sujeta al cambio de cultivos (A_{CoC}) y los rendimientos esperados del cultivo bioenergético.

$$P_{CoC} = A_{CoC} * Y_e \quad (5)$$

Dónde:

P_{CoC} , [t]	= Cantidad (toneladas) del cultivo bioenergético potencialmente disponible para la producción de biocombustibles líquidos
A_{CoC} , [ha]	= Área (ha) sujeta al cambio de cultivos / área de producción de cultivos bioenergéticos.
Y_e , [t/ha]	= Rendimientos esperados (toneladas/ha) del cultivo bioenergético seleccionado.

En la *Opción cambio de cultivos* puede ser analizada la producción potencial de uno de los cultivos bioenergéticos en comparación con una cosecha actual. Es decir, el usuario puede seleccionar un cultivo

“actual” de la lista de 25 cultivos y un cultivo bioenergético a partir de la lista de cuatro cultivos, los cuales fueron seleccionados al comienzo del análisis de la producción de cultivos.

7.1.3 Opción extensificación

La extensificación hace referencia al análisis del aumento de la producción anual, debido al incremento de la superficie para la producción de cultivos. El área de producción adicional, se obtiene a partir de la extensificación de la tierra arable, lo que incluye el cambio de usos del suelo. El cambio de uso del suelo se refiere a la incorporación de tierras cultivables abandonadas o a la conversión de las otras clases de uso del suelo a tierras de cultivo (cultivos permanentes, pastizales, prados y pastos, bosques, etc.) a la producción agrícola

Con esta herramienta únicamente puede ser evaluada la posibilidad de la extensificación de las tierras de cultivo y su uso para la producción de materia prima bioenergética de forma sostenible. La evaluación se basa en las tendencias históricas del cambio de usos del suelo en el país. Las tendencias en el uso del suelo se estipulan de acuerdo con la variación de la superficie bajo diferentes clases de uso del suelo en los años 1990, 2000, 2005 y 2010. La herramienta proporciona información sobre seis clases de uso del suelo: superficie forestal, superficie agrícola (tierras arables, cultivos permanentes, praderas y pastos permanentes y otras tierras, FAOSTAT y FRA2010, FAO 2012). Si se dispone de datos nacionales/sub-nacionales, el usuario puede ingresarlos en la tabla provista para ello y comparar los resultados.

La herramienta brinda información sobre las tendencias existentes en el cambio de usos del suelo y genera recomendaciones basadas en éstas, para su posterior análisis y toma de medidas políticas en materia bioenergética.

La evaluación se basa en los siguientes supuestos:

- Con el fin de garantizar el uso sostenible de la tierra y evitar el aumento de las emisiones de GEI, los terrenos forestales, pastizales, humedales y otras áreas de ricas en biodiversidad, así como las áreas importantes para la preservación de los servicios ecosistémicos, no deben ser considerados como adecuados para la conversión a tierras de cultivo.
- La disminución simultánea de la superficie forestal y el aumento de la superficie agrícola, indica que la expansión de la superficie agrícola puede ser uno de los impulsores de la deforestación.
- Una disminución de la superficie agrícola a través del tiempo, indica una disminución de la actividad agrícola y, por lo tanto, señalan la existencia de la posibilidad de la extensificación de tierras arables.

Si existe una posibilidad de extensificación de tierras arables, el usuario puede calcular la superficie necesaria para la producción de una cantidad planificada (definida por el usuario) de los cultivos seleccionados y documentar los cambios previstos de usos del suelo. Esta información puede ser utilizada para la evaluación de las emisiones de GEI asociadas a la producción de biocombustibles a partir del cultivo seleccionado.

El área necesaria para la producción de los cultivos seleccionados, se calcula de acuerdo con la producción prevista, rendimiento y número de cosechas esperadas por año:

$$A_{LUC} = \frac{P_{ex}}{Y_e \times H} \quad (3)$$

Dónde:

A_{LUC} , [ha]	= área de producción requerida (área que puede ser convertida a tierras cultivables)
P_{ex} , [t]	= Producción planeada
Y_e , [t/ha]	= Rendimiento esperado (toneladas/ha)
H	= Número de cosechas al año

7.1.4 Bases de datos

En los casos en que no se dispone de datos específicos de cada país, pueden ser usados para el análisis los datos proporcionados por la herramienta. Las bases de datos mundiales FAOSTAT y GAEZ, incluyen información sobre la producción agrícola a nivel nacional y sobre los rendimientos potenciales:

1. FAOSTAT Producción y Rendimientos

- **FAOSTAT_production:** incluye los datos a nivel de país relativos a la producción de 25 cultivos claves alimenticios e industriales para los años 2003-2012. Fuente: FAOSTAT.
- **Producción:** incluye los datos a nivel de país relativos al promedio anual de producción de 10 años (2003-2012) de los cultivos. Fuente: Base de datos FAOSTAT_production.
- **FAOSTAT_yield:** incluye los datos a nivel de país relativos al rendimiento de 26 cultivos claves alimenticios e industriales para los años 2003-2012. Fuente: FAOSTAT
- **Yield:** incluye los datos a nivel de país relativos al promedio anual del rendimiento de 25 cultivos de 10 años (2003-2012). Fuente: Base de datos FAOSTAT_yield.
- **FAOSTAT_Land:** incluye los datos relativos a los usos del suelo/ cobertura de la tierra de los años 1990, 2000, 2005, 2011 y 2012 para superficie agrícola, tierras arables, superficie del país, superficie forestal, superficie de la tierra, otras tierras, cultivos permanentes, praderas y pastos permanentes, área total equipada para riego.

▪

2. GAEZ Rendimientos

- **GAEZ_LIL_Y:** incluye los rendimientos potenciales de 25 cultivos alimenticios e industriales producidos bajo condiciones de secano, bajo niveles de entrada bajos para tres tipos de aptitudes del suelo: promedio del país, muy adecuado/ adecuado y moderadamente adecuado. Fuente: GAEZ Portal de Internet, Resumen de Tablas.
- **GAEZ_IIL_Y:** incluye los rendimientos potenciales de 25 cultivos alimenticios e industriales producidos bajo condiciones de secano, bajo niveles de entrada intermedios para tres tipos de aptitudes del suelo: promedio del país, muy adecuado/ adecuado y moderadamente adecuado. Fuente: GAEZ Portal de Internet, Resumen de Tablas.
- **GAEZ_IIL_IR:** incluye los rendimientos potenciales de 25 cultivos alimenticios e industriales producidos bajo condiciones de regadío, bajo niveles de entrada intermedios para tres tipos de aptitudes del suelo: promedio del país, muy adecuado/ adecuado y moderadamente adecuado. Fuente: GAEZ Portal de Internet, Resumen de Tablas.
- **GAEZ_HIL_IR:** incluye los rendimientos potenciales de 25 cultivos alimenticios e industriales producidos bajo condiciones de regadío, bajo niveles de entrada altos para tres tipos de aptitudes del suelo: promedio del país, muy adecuado/ adecuado y moderadamente adecuado. Fuente: GAEZ Portal de Internet, Resumen de Tablas.

7.2 Datos requeridos para ejecutar la herramienta

Las siguientes tablas incluyen los datos requeridos para ejecutar la *Herramienta de Producción de Cultivos*.
A suggested data source is provided.

Tabla 2: Datos Requeridos para Ejecutar el Análisis Intensificación

Dato	Fuente del Dato
<i>Producción actual</i>	
- Rendimiento actual (t/ha)	Estadísticas agrícolas (nacionales, sub-nacional), FAOSTAT. Información proporcionada por la herramienta.
- Número de cosechas por año	Estadísticas agrícolas (nacionales, sub-nacional), FAOSTAT. Módulo Recursos Naturales <i>Catalogo cultivos</i> .
- Producción anual (t)	Estadísticas agrícolas (nacionales, sub-nacional), FAOSTAT. Información proporcionada por la herramienta.
<i>Producción intensificada</i>	
- Nivel de entrada	Seleccionados en la herramienta – basado en las evaluaciones del nivel actual de producción, resultados del análisis de presupuesto agrícola.
- Incremento del rendimiento (t/ha)	Investigación Nacional/sub-nacional, nivel nacional ZAE, GAEZ Para la agricultura de secano, labranza, se basa en la información proporcionada por la herramienta.
- Número de cosechas por año	Ver arriba.

Tabla 3: Datos Requeridos para Ejecutar el Análisis Cambio de Cultivo

Dato	Fuente del Dato
<i>Producción de cultivos actuales</i>	
- Rendimiento anual (t/ha)	Decidido por el usuario si se trata de rendimiento actual o esperado. Ver arriba para la opción de intensificación.
- Número de cosechas por año	Ver arriba para la opción de intensificación.
- Producción anual (t)	Ver arriba para la opción de intensificación.
- Producción anual prevista (t)	Decidido por el usuario
<i>Producción del cultivo bioenergético seleccionado</i>	
- Nivel de entrada	Ver arriba para la opción de intensificación.
- Rendimiento esperado (t/ha)	El rendimiento esperado es igual al actual o el intensificado. Decidido por el usuario. Ver arriba para la opción de intensificación.
- Número de cosechas por año	Ver arriba para la opción de intensificación.

Tabla 4: Datos Requeridos para Ejecutar el Análisis Extensificación

Dato	Fuente del Dato
<i>Evaluación de la posibilidad de extensificación de tierras cultivables</i>	
- Área forestal (ha)	Los mapas nacionales de uso de tierra/ cobertura de tierra, estadísticas nacionales sobre el uso de la tierra/administración de recursos naturales o agrícolas, FAOSTAT. Información facilitada por la herramienta.
- Área agrícola: tierra cultivable, cultivos permanentes, prados y pastos permanentes (ha)	
- Producción prevista (t)	Decidido por el usuario
- Rendimiento anual esperado (t/ha)	Ver “Rendimiento promedio anual” e “Incremento del rendimiento” para la opción de intensificación.
- Número de cosechas por año	Ver la opción intensificación.
- Cobertura de tierra inicial/ clase de uso de la tierra	Ver arriba.
- Clases de uso de la tierra que puede convertirse en tierras cultivables	Decidido por el usuario, basado en el área prevista de producción y uso actual de la tierra/cobertura terrestre.

8 Referencias

FAO (1996). *Agro-ecological zoning – Guidelines*. FAO Soils Bulletin 76, Roma, Italia.

FAO (2013a). *FAOSTAT* – Data portal. FAO, Roma, Italia. Accesible en <http://faostat.fao.org/>.

(FAO, 2013b). *Roadmap for Action towards Sustainable Bioenergy Development for Food Security – Malawi*. (working draft).

FAO (2012). *Global Forest Resources Assessment 2010 (FRA2010)*.

IIASA/FAO (2012a). *Global Agro-ecological Zones (GAEZ ver 3.0)* – Portal de internet IIASA, Laxenburg, Austria and FAO, Roma, Italia. Accesible en <http://gaez.fao.org/Main.html#>.

IIASA/FAO (2012b). *Global Agro-ecological Zones (GAEZ ver 3.0)* – Model documentation. IIASA, Laxenburg, Austria and FAO, Roma, Italia. Accesible en <http://www.fao.org/nr/gaez/en/>.

IUCN and UNEP (2009). *The World Database on Protected Areas (WDPA)*. UNEP-WCMC. Cambridge, UK.