

Bioenergía y Seguridad Alimentaria

El Marco Analítico BEFS

SERIE SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES
MEDIO AMBIENTE - CAMBIO CLIMÁTICO - [BIOENERGÍA] - SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN



Proyecto sobre bioenergía y seguridad alimentaria
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma 2010





La imagen de fondo de esta página proviene de “L’Encyclopédie de Diderot et d’Alembert”

Otras imágenes: Las fotos han sido proporcionadas por (izquierda a derecha):
©FAO/Giulio Napolitano, ©John Isaac,
©FAO/Giuseppe Bizarri, ©FAO/Giuseppe Bizarri
©FAO/Dan White, ©FAO/Alberto Conti

Las copias de las publicaciones de la FAO se pueden solicitar a: Grupo de ventas y comercialización - División de
Comunicación
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y
la Alimentación
Viale delle Terme di Caracalla - 00153, Roma, Italia
E-mail: publications-sales@fao.org
Fax: (+39) 06 57053360
Sitio web: <http://www.fao.org>



Bioenergía y Seguridad Alimentaria

El Marco Analítico BEFS



Proyecto sobre bioenergía y seguridad alimentaria
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma 2010



Las conclusiones formuladas en el informe son las que se consideran adecuadas en el momento de su preparación, pero pueden ser modificadas con arreglo a los nuevos conocimientos adquiridos en las fases ulteriores del proyecto.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (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.

Todos los derechos reservados. La FAO fomenta la reproducción y difusión parcial del material contenido en este producto informativo. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de derechos o tarifas. Las solicitudes de autorización para reproducir o difundir material de cuyos derechos de autor sea titular la FAO y toda consulta relativa a derechos y licencias deberán dirigirse por correo electrónico a:

copyright@fao.org

o bien al:

Jefe
Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicaciones
Oficina de Intercambio de Conocimientos, Investigación y Extensión
FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Roma, Italia

© FAO 2011



PRÓLOGO

En los últimos años hemos sido testigos de un nuevo interés en la bioenergía, tanto en el mundo desarrollado como en el mundo en desarrollo. Se ha promovido la bioenergía, y especialmente los biocombustibles líquidos, como un medio para mejorar la independencia energética, promover el desarrollo rural y reducir los efectos de las emisiones de gases de invernadero. En comparación con otras fuentes de energía, la bioenergía potencialmente ofrece muchas ventajas a los países pobres si se maneja de manera adecuada. Sin embargo, el desarrollo de la bioenergía también ha provocado una gran preocupación acerca de su viabilidad económica, social y ambiental, debido a sus posibles impactos negativos en la seguridad alimentaria por el reemplazo de la producción de alimentos básicos y sus efectos en el medio ambiente, debido a la escasez de recursos naturales y la producción agrícola intensiva. Si bien ha habido urgencia por parte de muchos gobiernos de desarrollar la bioenergía como una alternativa para reemplazar los combustibles fósiles, se ha hecho sin considerar cabalmente los costos y beneficios de la bioenergía. En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), con los generosos fondos de ayuda del Ministerio de la Alimentación, la Agricultura y la Protección del Consumidor, del Gobierno Federal de Alemania (BMELV, por sus siglas en alemán) han creado el Proyecto sobre Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BEFS, por sus siglas en inglés) para evaluar cómo los avances de la bioenergía se pueden implementar sin obstaculizar la seguridad alimentaria.

El proyecto BEFS se enfocó en el problema de la seguridad alimentaria de una manera integradora e integral. El proyecto entendió intrínsecamente que al promover la seguridad alimentaria a través de la bioenergía o de cualquier otro instrumento no podría hacerse de manera unidimensional. Más bien, se requiere equilibrar la serie de temas que tienen un efecto en la bioenergía y la seguridad alimentaria y considerarlos en forma conjunta para llegar a obtener un conjunto de factores que reflejen mejor la realidad y que puedan respaldar las políticas de una manera más significativa.

El proyecto elaboró un marco analítico que se publica en el presente documento. El Marco Analítico BEFS ofrece las herramientas para ayudar a los responsables de las políticas en la toma de decisiones informadas, sobre la base de información clara acerca de las diversas consecuencias que el desarrollo de la bioenergía pueden tener sobre la seguridad alimentaria, reducción de la pobreza, desarrollo agrícola y crecimiento económico. Este marco analítico ha sido implementado en Perú, Tanzania y Tailandia/Camboya. Los resultados de las implementaciones por país están publicados en la Colección FAO de documentos de trabajo: Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente.

El Marco Analítico BEFS, con sus herramientas, ahora se encuentra disponible para ser utilizado por otros países, con el fin de ayudar a considerar la seguridad alimentaria dentro del contexto de la bioenergía.



Heiner Thofern
Oficial Superior de Gestión de Recursos Naturales
Coordinador del Proyecto BEFS

RESUMEN

Un sólido argumento para el desarrollo de la bioenergía se relaciona con la capacidad del sector de liberar el potencial agrícola atrayendo las inversiones necesarias para aumentar la productividad agrícola, con el fin de estimular la seguridad alimentaria y reducir la pobreza. Este documento presenta el Marco Analítico BEFS (AF por sus siglas en inglés) creado para probar este argumento. La agricultura es el centro del Marco Analítico y permite a los gobiernos considerar estrategias viables en pro de los pobres para el desarrollo de la bioenergía. El conjunto de herramientas dentro de este marco ofrece un enfoque integrado para la toma de decisiones que combina la viabilidad técnica con los objetivos de desarrollo social y económico que prevalecen en el país.

Este documento explica los fundamentos y la estructura del Marco Analítico BEFS, entrega una visión general de las herramientas y su aplicación y muestra cómo la información analítica generada ayuda a los responsables de las políticas en la toma de decisiones informadas acerca de las diversas consecuencias de los avances en bioenergía sobre la seguridad alimentaria, reducción de la pobreza, desarrollo agrícola y crecimiento económico.

Bioenergía y Seguridad Alimentaria: El Marco Analítico BEFS

114 páginas, 5 figuras, 5 tablas y 9 cuadros

Serie sobre el Medio Ambiente y la Gestión de los Recursos Naturales No. 16 – FAO, Rome, 2010.

Palabras clave:

Bioenergía, seguridad alimentaria, marco analítico, apoyo a las políticas, perspectivas de la agricultura, aptitud de la tierra, gestión de los recursos hídricos, biomasa forestal, residuos, costos de producción de los biocombustibles, implicaciones ambientales, análisis socioeconómico.

Esta colección reemplaza a:

Environment and Energy Series; Remote Sensing Centre Series; Agrometeorology Working Paper
Se puede obtener una lista de documentos publicados en la colección anterior y otro tipo de información en:

<http://www.fao.org/climatechange/61878/en/>

AGRADECIMIENTOS

El Marco Analítico sobre Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BEFS) fue elaborado bajo el liderazgo de Alexander Müller, Subdirector General, y la orientación del equipo de gestión del Departamento de Ordenación de Recursos Naturales y Medio Ambiente.

La coordinación técnica de la publicación fue llevada a cabo por Irini Maltsoglou y Yasmeeen Khwaja, quienes además estuvieron a cargo de la edición técnica del informe, bajo la supervisión general de Heiner Thofern de la División de Medio ambiente, Cambio Climático y Bioenergía (NRC).

Las diversas partes y capítulos de este documento recurrieron a referencias y trabajos realizados en los países participantes, que se enumeran en los capítulos y partes respectivas.

Primera Parte “Marco Analítico BEFS”, preparado por Yasmeeen Khwaja.

Los capítulos técnicos de la 2ª Parte fueron preparados por los siguientes autores:

- Equipos de BEFS (División de Medio Ambiente, Cambio Climático y Bioenergía) y COSIMO (División de Comercio y Mercado): capítulo 7 “Análisis de Diagnóstico: Perspectivas Agrícolas”;
- Mirella Salvatore (División de Medio Ambiente, Cambio Climático y Bioenergía): capítulo 8 “Análisis de los Recursos Naturales: Evaluación de las Tierras”;
- Erika Felix (División de Medio Ambiente, Cambio Climático y Bioenergía): capítulo 9 “Análisis de los Recursos Naturales: Gestión de los Recursos Hídricos”; capítulo 10 “Análisis de los Recursos Naturales: Biomasa Forestal y Residuos”; capítulo 11 “Análisis Tecnoeconómico y Ambiental: Costos de Producción de los Biocombustibles”; capítulo 12 “Análisis Tecnoeconómico y Ambiental: Emisiones de Gases de Efecto de Invernadero”;
- James Thurlow del Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI, por sus siglas en inglés): capítulo 13 “Análisis Socioeconómico: Grandes Efectos Generales en la Economía”;
- Irini Maltsoglou (División de Medio Ambiente, Cambio Climático y Bioenergía): capítulo 14 “Análisis Socioeconómico: Seguridad Alimentaria y Vulnerabilidad de los Hogares”.

El documento ha recibido los aportes de los siguientes expertos de FAO: David Dawe de la División de Economía del Desarrollo Agrícola (ESA), Holger Matthey de la División de Comercio y Mercados (EST) y Amir Kassam de la División de Producción y Protección Vegetal (AGP). Las versiones anteriores de este documento se basan en el trabajo de Andre Faaij y su equipo del Instituto Copérnico de la Universidad de Utrecht. Deseamos también agradecer los aportes de colegas de FAO tales como: Astrid Agostini,

Lorenzo Bellu, Gustavo Best, Merritt Cluff, Piero Conforti, Andre Croppenstedt, Eric Kunemann, Jennifer Nyberg, Miguel Trossero, Jeff Tschirley, Andreas von Brandt y Peter Wobst.

También deseamos agradecer a Trina HersHKovitz y Antonella Pallaoro por su apoyo en la realización del documento.

El trabajo acerca del Marco Analítico BEFS fue llevado a cabo en el contexto del Proyecto sobre Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BEFS) (GCP/INT/020/GER), financiado por el Ministerio de Alimentación, Agricultura y Protección al Consumidor de la República Federal de Alemania (BMELV).

CONTENIDO

PRIMERA PARTE:

EL MARCO ANALÍTICO BEFS

3	1. INTRODUCCIÓN
7	2. INTRODUCCIÓN AL MARCO ANALÍTICO SOBRE BIOENERGÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA
7	2.1 Bioenergía y seguridad alimentaria: definiciones y enlaces
10	2.2 Bioenergía, recursos naturales y seguridad alimentaria
11	2.3 Bioenergía, productividad agrícola y seguridad alimentaria
13	3. HERRAMIENTAS Y COMPONENTES ANALÍTICOS DE BEFS
14	3.1 Análisis de diagnóstico: perspectivas de la agricultura
14	3.2 Análisis de los recursos naturales
15	3.3 Análisis tecnoeconómico y ambiental
16	3.4 Análisis socioeconómico
19	4. APOYO A LA POLÍTICA CON EL MARCO ANALÍTICO BEFS
21	5. LA DIRECCIÓN DEL TRABAJO A FUTURO Y USO DEL MARCO ANALÍTICO BEFS PARA EL ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

SEGUNDA PARTE:

LAS HERRAMIENTAS DEL MARCO ANALÍTICO BEFS

27	6. VISIÓN GENERAL
29	7. ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO: PERSPECTIVAS DE LA AGRICULTURA
29	Introducción
30	7.1 Metodología: una visión general
31	7.2 Uso de los resultados de las perspectivas
33	7.3 Análisis
35	Referencias
37	8. ANÁLISIS DE LOS RECURSOS NATURALES: EVALUACIÓN DE LAS TIERRAS
37	Introducción
37	8.1 La metodología de evaluación de la tierra
40	8.2 Datos, capacidades y software
40	8.3 Limitaciones y extensiones
42	Referencias

45	9. ANÁLISIS DE LOS RECURSOS NATURALES: GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
45	Introducción
46	9.1 Metodología: una visión general
47	9.2 Limitaciones y adecuación
49	Referencias
51	10. ANÁLISIS DE LOS RECURSOS NATURALES: POTENCIAL BIOENERGÉTICO PROVENIENTE DE LA BIOMASA FORESTAL Y RESIDUOS
51	Introducción
52	10.1 Metodología: una visión general
53	10.2 Limitaciones y adecuación
54	Referencias
55	11. ANÁLISIS TECNOECONÓMICO Y AMBIENTAL: COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES
55	Introducción
56	11.1 Metodología: una visión general
59	11.2 Limitaciones y adecuación
61	Referencias
63	12. ANÁLISIS TECNOECONÓMICO Y AMBIENTAL: EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO
63	Introducción
64	12.1 Metodología: una visión general
66	12.2 Limitaciones y sostenibilidad
68	Referencias
69	13. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO: GRANDES EFECTOS GENERALES EN LA ECONOMÍA
69	Introducción
70	13.1 Modelo CGE típico de un país
73	13.2 Limitaciones y adecuación
76	Referencias
77	14. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO: SEGURIDAD ALIMENTARIA Y VULNERABILIDAD DE LOS HOGARES
77	Introducción
77	14.1 Impacto en el bienestar de los hogares: antecedentes metodológicos
78	14.2 La estructura del análisis y requerimientos de datos
79	14.3 Limitaciones y extensiones
82	Referencias
87	ANEXO 1
91	ANEXO 2

DEFINICIONES¹

1. **Agrocombustibles** son biocombustibles obtenidos como productos de cultivos destinados a ser utilizados como combustible y/o subproductos agrícolas (incluidos los de origen animal) y agroindustriales (ver las definiciones a continuación) (FAO, 2004).
2. **Biocombustible** es la energía producida directa o indirectamente a partir de la biomasa. Los biocombustibles pueden incluir por ejemplo, biocombustibles líquidos, es decir aquellos derivados de la biomasa para usos de transporte; biocombustibles gaseosos, como el gas metano, y biocombustibles sólidos como la leña, carbón vegetal, etc.
3. **Biocombustibles de origen municipal** incluyen desechos sólidos de origen municipal que se incineran para producir calor y/o energía, y el biogás proveniente de la fermentación anaeróbica tanto de desechos sólidos como líquidos de origen municipal (FAO, 2004).
4. **Bioenergía** energía producida a partir de biocombustibles. Abarca la electricidad, la calefacción y una amplia gama de combustibles para transporte.
5. **Biomasa** es el material de origen biológico que excluye al material incluido en formaciones geológicas y que se transforma en fósil. Las fuentes de biomasa incluyen cultivos energéticos, desechos y subproductos agrícolas y forestales, estiércol o biomasa microbiana.
6. **Cadena de abastecimiento de biomasa** es un enfoque integrado para describir el sistema completo de producción de bioenergía. La cadena de abastecimiento incorpora la totalidad de los procesos de producción requeridos que son críticos para la producción del portador de energía final. El punto de partida en una cadena de abastecimiento de biomasa es la producción de materia prima a partir de la biomasa. A continuación generalmente se realiza la conversión industrial de la biomasa en energía, portador energético que luego se usa para generar energía.
7. **Combustibles de madera** son todos los tipos de biocombustibles que se originen directa o indirectamente de árboles, arbustos y malezas (es decir, biomasa de la madera) que crece en tierras forestales y no forestales² (FAO, 2004).
8. **Consumidor neto de alimentos** es alguien para quien las ventas totales de alimentos al mercado son menores que las compras de alimentos del mercado.

¹ Las definiciones relacionadas con bioenergía han sido extraídas de la Terminología Unificada de Bioenergía de FAO (2004).

² Para efectos de este proyecto, no se considerará la producción “tradicional” de carbón vegetal y leña (no sostenible).

9. **Flujos de biomasa** son productos de biomasa que pueden utilizarse para producir bioenergía. Algunos ejemplos son las hojas, residuos, residuos de corta, serrín, corteza, viruta y cáscara de maíz, entre otros.
10. **Portador energético** es una sustancia o fenómeno que puede utilizarse para producir calor o trabajo mecánico o para operar procesos químicos o físicos. Para crear un portador energético a partir de una fuente energética se debe producir un proceso de conversión. Entre los portadores energéticos más comunes se encuentran la electricidad, gasolina, petróleo, diésel, etanol, biogás, biodiésel, propano y metano.
11. **Productor neto de alimentos** es alguien para quien las ventas totales de alimentos al mercado son mayores que la compra total de alimentos del mercado
12. **Seguridad alimentaria** existe cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias a fin de llevar una vida activa y sana. Existen cuatro pilares de la seguridad alimentaria cuando se relaciona con la bioenergía: disponibilidad, acceso, estabilidad y utilización.
13. **Subproducto agrícola** se trata de subproductos de biomasa derivados de la producción, cosecha y procesamiento en zonas agrícolas
14. **Subproductos agroindustriales** se trata de varias clases de materiales de biomasa producidos principalmente en las industrias de procesamiento de alimentos y de fibras.
15. **Subproductos de origen animal** son subproductos agrícolas derivados de la cría de animales. Incluyen, entre otros, excrementos sólidos de animales.

PRIMERA PARTE

EL MARCO ANALÍTICO

BEFS



En los últimos años hemos sido testigos de un nuevo interés en la bioenergía tanto en el mundo desarrollado como en el mundo en desarrollo. Se ha promovido la bioenergía y especialmente los biocombustibles líquidos, como un medio para mejorar la independencia energética, promover el desarrollo rural y reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero.

La bioenergía potencialmente ofrece muchas ventajas para los países pobres. En primer lugar, los avances en bioenergía ofrecen la oportunidad de mejorar el acceso y seguridad energética, al reducir la dependencia de los combustibles fósiles y al entregar una solución localizada. A su vez, el aumento de la seguridad energética puede tener efectos positivos en la seguridad alimentaria. En segundo lugar, un sector de bioenergía puede crear un nuevo mercado para los productores, así como también ofrecer nuevas formas de empleo que afectarán de manera positiva los ingresos agrícolas y rurales, reducción de la pobreza y crecimiento económico. En tercer lugar, la bioenergía tiene el potencial de contribuir a los objetivos ambientales que incluyen la reducción de la emisión de los gases de efecto de invernadero. No deja de sorprender entonces que la bioenergía ocupe un lugar importante en la agenda política de los países en desarrollo.

Sin embargo, recientemente el desarrollo de la bioenergía también ha provocado una gran preocupación. La razón de ello radica en su real viabilidad social, económica y ambiental, debido a los posibles impactos negativos en la seguridad alimentaria y en el medio ambiente a causa de la competencia que existe entre la producción de alimentos y los recursos naturales y la producción agrícola intensiva.

Por primera vez desde los años 70, el número de personas hambrientas y desnutridas ha aumentado a más de 1 000 millones, según lo establecido en el informe de FAO *El Estado de la Inseguridad Alimentaria en el Mundo 2009*. Dos factores principales explican el aumento de la inseguridad alimentaria. En primer lugar, entre los años 2005 y 2008 fuimos testigos de la primera crisis mundial importante de alimentos en 30 años, en que los precios de los alimentos básicos aumentaron varias veces. Si bien los precios han disminuido desde su último máximo en el año 2008, permanecen a precios históricamente altos y sujetos a una volatilidad constante. En segundo lugar, la crisis financiera del año 2009 hizo que los países desarrollados redujeran en forma significativa su ayuda a programas de asistencia internacional, con implicaciones en la seguridad alimentaria en



países particularmente vulnerables. En este contexto, se ha reconocido que la bioenergía, aunque en diversos grados, ha significado una presión adicional para la producción agrícola y desde la crisis alimentaria del año 2008, existe una gran preocupación en cuanto al alcance de oportunidades que enfrenta la bioenergía. Esto principalmente debido a la competencia que el sector genera sobre los mismos recursos utilizados para la producción de alimentos y para la protección del medio ambiente. Además, el desarrollo de la bioenergía expone a los países a un nuevo conjunto de riesgos relacionados con la industria que provienen de los cambios a nivel interno del uso de los recursos naturales, así como también de los cambios internacionales en cuanto a las políticas bioenergéticas, los cuales pueden afectar la seguridad alimentaria.

Estas crisis han hecho que los gobiernos comprendan firmemente el rol esencial que desempeña la agricultura en el apoyo a las necesidades alimentarias y de subsistencia de los pobres. Esto ha sido acompañado por un conocimiento más claro de que en un gran número de países en desarrollo el sector agrícola exige una nueva “revolución” para regenerar el sector de una manera *sostenible*.

Inicialmente, la urgencia por desarrollar la bioenergía ha tendido a llevarse a cabo sin considerar cabalmente los costos, beneficios e impactos de la bioenergía. El tema que ahora enfrentan los gobiernos es saber si las inversiones producto de la bioenergía pueden canalizarse para asegurar que los avances en este campo sean viables y sostenibles y que a la larga se transformen en un vehículo para el crecimiento agrícola, mejoramiento de la producción de alimentos, desarrollo rural y reducción de la pobreza, que tanto se necesitan.

El análisis de BEFS demuestra que los impactos de la bioenergía, y más específicamente de los biocombustibles, sobre los precios de los alimentos, crecimiento económico, seguridad energética, desforestación, uso de la tierra y cambio climático varían según la materia prima, método y ubicación de la producción y dependen centralmente de la gestión del sector. Esto demuestra que es difícil sacar conclusiones *generales* acerca de los impactos netos de la bioenergía en los países, grupos y hogares particulares. El desarrollo sostenible de los biocombustibles se basa en la gestión correcta del sector y de las compensaciones que pudieran surgir a partir de este desarrollo. Por consiguiente, el desarrollo de sólidas políticas bioenergéticas debe ser el resultado de un análisis específico por contexto o país de los costos y beneficios netos.

Con el fin de ayudar a los gobiernos en esta tarea y en desarrollar un conocimiento más amplio de los temas en juego, el Proyecto sobre Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BEFS) desarrolló el Marco Analítico sobre Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BEFS AF, por sus siglas en inglés). Si bien existe una serie de temas en torno a la bioenergía, el enfoque central del Marco Analítico BEFS consiste en examinar cómo se puede implementar el desarrollo de la bioenergía sin obstaculizar, y potencialmente mejorar, la seguridad alimentaria. En este contexto,

1. **El Marco Analítico sobre Bioenergía y Seguridad Alimentaria** identifica cuatro áreas de análisis requeridas para examinar la relación entre la bioenergía y la seguridad alimentaria;

2. **Los instrumentos de BEFS** abarcan las herramientas analíticas necesarias dentro de las cuatro áreas analíticas que apoyan la comprensión de la dinámica de la interfaz de bioenergía y seguridad alimentaria, a través de un análisis cuantitativo.

El Marco Analítico BEFS y sus herramientas entregan los medios para examinar las diferentes consecuencias de los avances en bioenergía sobre la seguridad alimentaria, reducción de la pobreza y desarrollo rural en contextos específicos por país. La información generada por las herramientas es clave en la entrega de información a los responsables de las políticas con el fin de garantizar que el desarrollo de políticas energéticas se base en la evidencia y esté acorde con lo anterior.

El esfuerzo principal en todo el análisis en BEFS consiste en identificar un sistema de gestión que incluya a los pequeños agricultores, que considere la seguridad alimentaria y que los proteja contra la vulnerabilidad, con el fin de garantizar que los países cosechen los beneficios de los avances en bioenergía, pero que a la vez manejen y estén conscientes de los riesgos involucrados.

El Marco Analítico BEFS fue implementado en Perú, Tanzania y Tailandia y apoyó la formulación y la implementación de políticas de biocombustibles en estos países. Las herramientas de BEFS se encuentran disponibles para que otros países las utilicen, con el fin de ayudar a contemplar la seguridad alimentaria dentro del contexto de la bioenergía.

El documento se divide en dos partes principales. La Primera Parte presenta la estructura del Marco Analítico BEFS y los fundamentos esenciales. La Segunda Parte entrega una visión general de todas las herramientas que apoyan el Marco Analítico BEFS.

INTRODUCCIÓN AL MARCO ANALÍTICO SOBRE BIOENERGÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

2.1 Bioenergía y seguridad alimentaria: definiciones y enlaces

La FAO define bioenergía³ como energía producida a partir de biocombustibles (combustibles sólidos, líquidos y gaseosos). Puede provenir de una serie de fuentes, que incluyen cultivos como la caña de azúcar y la remolacha, maíz, planta herbácea energética o leña, desechos y subproductos agrícolas, residuos forestales, estiércol del ganado y otras fuentes.

La definición de Seguridad Alimentaria y sus pilares se describen en el Cuadro 1. La seguridad alimentaria generalmente se analiza en términos de sus cuatro pilares: disponibilidad, acceso, estabilidad y utilización. Si bien estos pilares están relacionados, factores específicos pueden manejar la disponibilidad y el acceso a los alimentos. Estos factores determinan entonces la estabilidad en el acceso a los alimentos y la manera en que estos se utilizan en beneficio de la salud humana. El Marco Analítico BEFS se ha enfocado en los pilares de disponibilidad y acceso de la seguridad alimentaria⁴, pero reconoce la importancia de los otros dos pilares.

CUADRO 1

DEFINICIÓN DE SEGURIDAD ALIMENTARIA

“Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana”. (Cumbre Mundial sobre Alimentación, FAO, Roma 1996)

La Seguridad Alimentaria tiene cuatro pilares:

Disponibilidad de los alimentos: la disponibilidad de cantidades suficientes de alimentos de calidad adecuada, suministradas a través de la producción interna o importaciones (lo que incluye ayuda alimentaria).

3 Mayores antecedentes se pueden obtener en el Anexo 1.

4 En el Anexo 2 se incluye una nota informativa acerca de este tema.



Acceso a los alimentos: acceso por parte de las personas a recursos adecuados (derechos) para adquirir alimentos adecuados para una dieta nutritiva. Los derechos se definen como un conjunto de todas las materias primas sobre las cuales una persona puede ejercer control, dadas las disposiciones de índole legal, política, económica y social de la comunidad en que vive (incluye derechos tradicionales *como el acceso a recursos comunes*).

Utilización: Utilización de los alimentos a través de una dieta adecuada, agua limpia, saneamiento y asistencia sanitaria para alcanzar el estado de bienestar nutricional en que se satisfacen todas las necesidades psicológicas. Esto enfatiza la importancia de los insumos no alimentarios en la seguridad alimentaria.

Estabilidad: Para que impere la seguridad alimentaria, una población, hogar o persona debe tener acceso a alimentos adecuados en todo momento. No deben arriesgar la pérdida del acceso a los alimentos como consecuencia de crisis repentinas (por ejemplo, una crisis económica o climática) o eventos cíclicos (por ej., seguridad alimentaria estacional). El concepto de estabilidad puede entonces referirse tanto a los pilares de disponibilidad y acceso de la seguridad alimentaria.

El punto de partida del Marco Analítico BEFS considera el equilibrio entre la base de recursos naturales y la seguridad alimentaria. Tres cuartas partes de las personas pobres de los países en desarrollo viven en áreas rurales y dependen de la agricultura para su subsistencia y seguridad alimentaria. De manera más específica, los pobres son altamente dependientes de los recursos naturales utilizados para apoyar el sector agrícola. Se pueden obtener altos niveles de pobreza e inseguridad alimentaria a partir de recursos naturales que se utilizan de una manera no sostenible. Con el tiempo, esto lleva a un círculo vicioso de pobreza y degradación de la base de recursos naturales.

La evidencia en los países en desarrollo claramente indica que, desde mediados de los años 70, la inversión agrícola como proporción del PIB ha disminuido. Bajos precios de los alimentos a nivel global por más de treinta años han eliminado los incentivos para que muchos gobiernos de países pobres se enfoquen en la agricultura, con lo cual conforman el círculo vicioso de la pobreza y de la degradación de los recursos naturales. Fue necesaria la crisis alimentaria de 2008 para revivir el interés en la agricultura, especialmente en la seguridad alimentaria. Sin embargo, el estado actual de la agricultura en los países en desarrollo no es adecuado para apoyar la seguridad alimentaria.

El desarrollo agrícola es clave para lograr la seguridad alimentaria sostenible en el largo plazo. El objetivo principal del Marco Analítico BEFS consiste en identificar hasta qué grado las intervenciones en bioenergía pueden desempeñar un rol instrumental

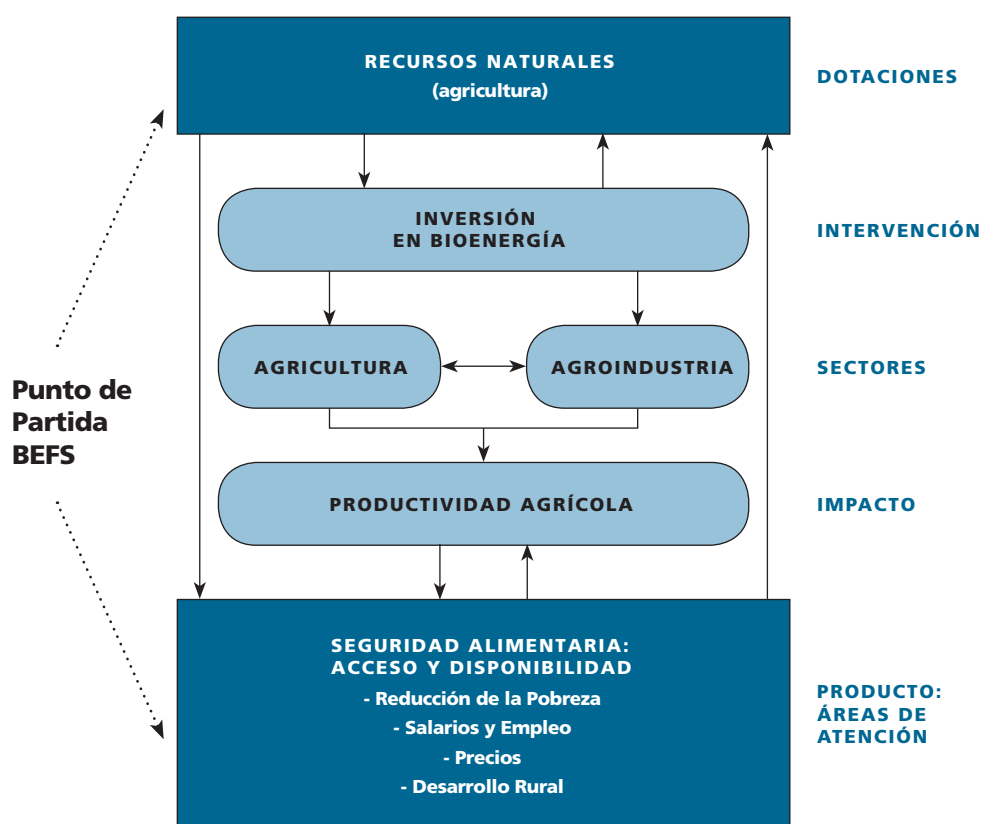
en mejorar el rendimiento agrícola para la seguridad alimentaria. A priori, no puede determinarse si la bioenergía tiene o no un efecto negativo en la seguridad alimentaria. Este tema es bastante complejo.

El Marco Analítico BEFS que se muestra en el Gráfico 1 describe esta compleja relación entre el desarrollo de la bioenergía y la seguridad alimentaria. El Marco Analítico BEFS no es lo suficientemente integral para abarcar todos los pilares de la seguridad alimentaria y todas las formas de bioenergía. Para hacer más claro el análisis, se ha remitido a temas clave en torno a la seguridad alimentaria y bioenergía.

La Figura 1 muestra que las intervenciones en bioenergía afectan la seguridad alimentaria a través de dos vías principales. En primer lugar, compiten por muchos de los mismos recursos naturales utilizados para la producción de alimentos. En segundo lugar, la estructura de las intervenciones en bioenergía puede tener un impacto en la productividad agrícola y afectar los resultados de la seguridad alimentaria. Cada una de estas vías se considera por separado en las secciones 2.2 y 2.3.

Figura 1

El Marco Analítico BEFS



2.2 Bioenergía, recursos naturales y seguridad alimentaria

Las intervenciones en bioenergía, a través de sus efectos en el uso de los recursos naturales y agrícolas, afectan la seguridad alimentaria de diversas maneras. Las restricciones ambientales ya limitan la producción biofísica y técnica de cultivos alimentarios en muchos países pobres. El desarrollo de la bioenergía puede representar una presión adicional sobre los recursos naturales y podrían competir con la producción de alimentos.

Los temas principales de la seguridad alimentaria puede surgir producto de lo siguiente:

■ Degradación y reemplazo de la tierra

La bioenergía puede reemplazar el uso de la tierra para la producción de alimentos. Toda reducción en la producción de alimentos podría estar acompañada por altos precios de los cultivos de alimentos básicos. Los déficits en la producción interna podrían requerir un aumento de las importaciones de alimentos, con implicaciones para el gasto público. Cuando las materias primas para la producción de bioenergía se cultivan para satisfacer la demanda de un mercado de exportación, pueden aumentar las presiones sobre los pequeños agricultores para que vendan sus tierras. La producción de materias primas para bioenergía tiende a ser intensiva en recursos, lo que podría afectar la calidad del suelo en el largo plazo y, por lo tanto, la productividad de la tierra. Diferentes cultivos y métodos de producción afectan la calidad la tierra en el largo plazo. Para poder mantener sus niveles de productividad, la industria de bioenergía debiera aumentar el uso que hace de la tierra desplazando la tierra agrícola que se utiliza para alimentos. Si se produce este reemplazo de la tierra, los productores de alimentos tendrán que trasladarse a nuevas tierras en que la calidad de suelo puede ser inferior. Este puede ser el caso en que tierras ya utilizadas para el pastoreo de ganado se destinan a la producción de cultivos, dado que el pastoreo puede afectar de manera negativa la calidad suelo.

■ Gestión de los recursos hídricos

La agricultura ya utiliza más del 50% de toda el agua disponible en muchos países en desarrollo. Muchas regiones pobres del mundo sufren de escasez de agua y el cambio climático puede empeorar la situación. Las intervenciones en bioenergía compiten por los mismos recursos de agua utilizados para la agricultura. Dependiendo de las materias primas para la producción de bioenergía, la demanda de agua por sector puede ser tan alta que agote las reservas de agua. Si se implementa un sistema de precios para el agua que refleje su escasez, los pequeños agricultores no podrían acceder a ella. Es probable que la industria de bioenergía se desarrolle bajo un sistema intensivo de gestión agrícola, con un uso generalizado de agroquímicos y fertilizantes para mejorar la producción. El uso excesivo de estos insumos reduce la calidad del agua. Esto afecta la seguridad alimentaria a través de una disminución

de la producción agrícola y efectos nocivos para la salud asociados con el agua potable y el saneamiento.

2.3 Bioenergía, productividad agrícola y seguridad alimentaria

La segunda vía a través de la cual las intervenciones en bioenergía afectan la seguridad alimentaria es a través de los impactos en los sectores agrícolas y agroindustriales. La producción agrícola de las materias primas para bioenergía constituye un insumo en el sector agroindustrial. A su vez, el sector agroindustrial, impulsado por la maximización de las ganancias, ejercerá una fuerte influencia en la manera en que el sector agrícola se organiza para la bioenergía. Esto implica la elección del cultivo, el tipo de sistema de gestión agrícola y la escala de operación que se utiliza para la producción. Los inversionistas privados podrían estar a favor de una producción de gran escala, dado que conlleva costos de producción menores.

Satisfacer los requerimientos del sector agroindustrial de bioenergía en los países en desarrollo necesariamente implica aumentar la producción y la productividad de la agricultura, si se considera la bioenergía como una alternativa seria en reemplazo de los combustibles fósiles. Un aumento en la productividad agrícola puede afectar de manera positiva la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria, ya sea porque los agricultores pequeños y más pobres son capaces de beneficiarse de las ganancias de productividad mejorando sus ingresos, y/o porque la productividad agrícola puede aumentar la productividad de alimentos, con lo cual se reducen los precios de estos. Existen sólidos argumentos en cuanto al rol que pueden desempeñar las intervenciones en bioenergía en el mejoramiento de la productividad agrícola, pero sin una gestión prudente del sector, los pobres pueden quedar fuera del acceso a todo tipo de beneficios. Existe preocupación acerca de que las ganancias en productividad pueden acumularse solo para los agricultores de gran escala, mientras los agricultores pequeños y pobres son marginalizados y no obtienen los beneficios del desarrollo de este sector. En segundo lugar, el aumento de la productividad agrícola en realidad puede estar asociado con el aumento de los precios de los alimentos, si la producción de materias primas compite con la producción de alimentos. El argumento para apoyar el rol de desarrollo de la bioenergía necesita validarse con un análisis cuidadoso. Los pilares de la seguridad alimentaria de acceso y disponibilidad son impulsados por una serie de factores que se relacionan con los precios, empleo e ingresos, desarrollo rural y reducción de la pobreza en general. Las intervenciones en bioenergía en principio podrían tener un impacto ambiguo en cada uno de estos factores, como se analiza a continuación:

■ Ingresos y precios

La bioenergía puede tener un impacto en la seguridad alimentaria a través de cambios en los ingresos y los precios de los alimentos. El ingreso es un importante elemento sobre condiciones de seguridad alimentaria de los pobres. El ingreso influye tanto en la cantidad como la calidad de los alimentos comprados por

los hogares. Los efectos exactos de los precios de los alimentos en la seguridad alimentaria son más complejos y requieren saber si los hogares son productores de alimentos netos o consumidores de alimentos netos. En general, mayores precios de los alimentos afectan a los consumidores de alimentos netos, pero es probable que los agricultores que son productores de alimentos netos se beneficien de los mayores precios y aumenten sus ingresos, asumiendo que las condiciones favorezcan la transmisión de ganancias al productor. Algunas personas considerarán que mejorarán económicamente y otras no.

■ Empleo

La inversión en bioenergía puede crear nuevas formas de empleo. Pueden surgir oportunidades en las áreas de producción, procesamiento, transporte, comercialización y distribución de biocombustibles. Podría haber excedentes positivos de empleo tanto geográficamente como en los sectores relacionados. De acuerdo con algunas estimaciones, el potencial de creación de empleo en el sector de bioenergía es mayor que otras fuentes de energía renovables, y conlleva costos de inversión menores por unidad de empleo generada.

■ Desarrollo rural

La disponibilidad de energía generada a partir de fuentes de biomasa local puede contribuir al desarrollo rural, al mejorar la energía para las comunidades rurales que previamente pudiesen haber tenido un acceso inadecuado a la electricidad. Un mejor acceso a la energía puede mejorar la productividad agrícola, la preparación de alimentos y educación, los cuales tienen consecuencias directas en la seguridad alimentaria. Sin embargo, el éxito del desarrollo de la bioenergía depende en gran medida de lo que suceda con los precios en el mercado de combustibles fósiles en el largo plazo. Por ejemplo, una caída permanente de los precios del petróleo, podría hacer que el sector de biocombustibles deje de ser competitivo.

HERRAMIENTAS Y COMPONENTES ANALÍTICOS DE BEFS

Los impactos de las intervenciones en bioenergía no siempre son claros. Con el fin de influir positivamente en los resultados de la seguridad alimentaria, es importante considerar las relaciones entre los recursos naturales, intervenciones en bioenergía y seguridad alimentaria. De esta manera, el enfoque de BEFS identifica cuatro áreas clave de análisis necesarias para examinar cómo se ven afectados los resultados de la seguridad alimentaria. Estas son

- (i) Análisis de diagnóstico
- (ii) Análisis de los recursos naturales
- (iii) Análisis tecnoeconómico y ambiental
- (iv) Análisis socioeconómico

Se desarrolló un conjunto de herramientas para identificar los temas clave que afectan la seguridad alimentaria, pobreza y desarrollo rural dentro de cada área de análisis denominadas Herramientas de BEFS. El diagrama de la Tabla 2 muestra cómo las herramientas desarrolladas apoyan el Marco Analítico BEFS y los instrumentos se enumeran en la Tabla 1 siguiente.

Tabla 1

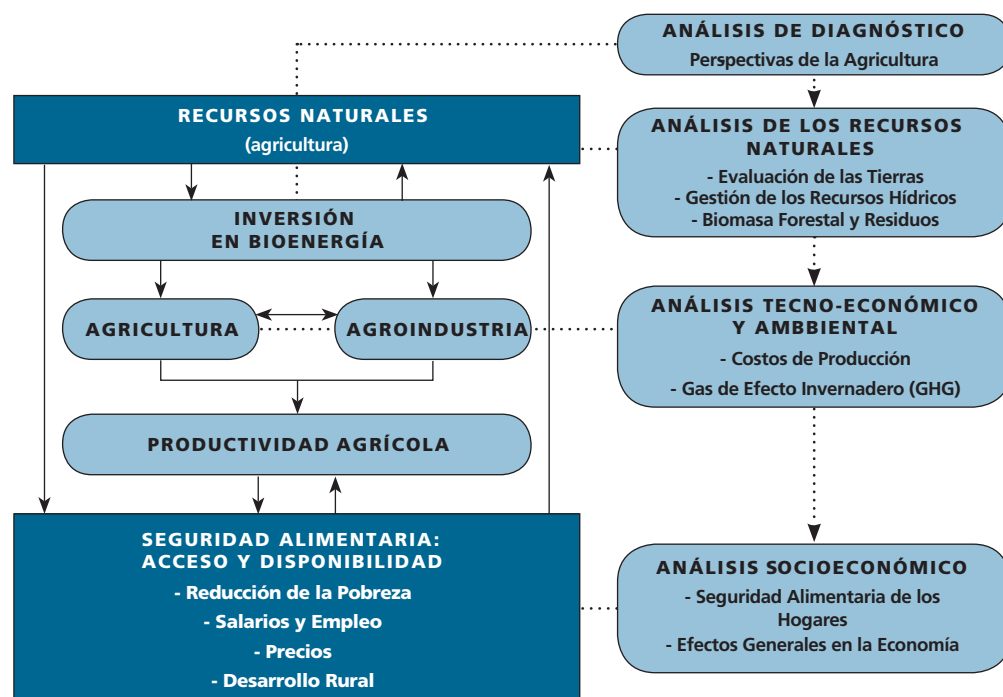
El Marco Analítico BEFS: Áreas de análisis y componentes analíticos relativos

ÁREA DE ANÁLISIS	HERRAMIENTA
Diagnóstico	Perspectivas Agrícolas
Recursos naturales	Evaluación de las tierras
	Gestión de los recursos hídricos
	Biomasa forestal y residuos
Tecnoeconómico y ambiental	Costo de producción de los biocombustibles
	Emisiones de gases de efecto de invernadero
Análisis socioeconómico	Efectos generales en la economía
	Seguridad alimentaria y vulnerabilidad de los hogares

Las herramientas de BEFS consideraron una serie de instrumentos para comprender las compensaciones e interacciones clave entre la seguridad alimentaria, el uso de los recursos naturales para bioenergía y la estructura de la industria de bioenergía.



Figura 2

Apoyo del Marco Analítico BEFS a través de las herramientas de BEFS

Se identificó cada una de estas herramientas por su importancia en el apoyo de la política energética en Perú, Tanzania y Tailandia, los países participantes del Proyecto BEFS.

3.1 Análisis de diagnóstico: perspectivas de la agricultura

El componente de perspectivas sobre la agricultura utiliza las Perspectivas Agrícolas de la OCDE-FAO para desarrollar proyecciones para la producción, utilización (es decir, consumo en forma de alimentos, alimentos balanceados, combustibles o fibras), importaciones, exportaciones, suministros y precios de las principales materias primas agrícolas y biocombustibles de los países que influyen en los mercados agrícolas mundiales. El estudio identifica las presiones en el tiempo sobre los mercados agrícolas internos, con respecto a un conjunto de condiciones macroeconómicas, tendencias y políticas agrícolas actuales utilizadas en países que influyen en los mercados mundiales.

3.2 Análisis de los recursos naturales

3.2.1 Evaluación de las tierras

El análisis realizado en el componente evaluación de las tierras identifica la aptitud (idoneidad) de un área específica de tierra para producir cultivos para la producción de bioenergía bajo un sistema establecido de gestión. La aptitud de la tierra se evalúa considerando clima, suelo y factores del lugar que pudieran afectar la productividad. Se utilizan filtros para identificar la cantidad de tierra apta que se encuentra disponible para

la producción de materias primas para bioenergía, excluyendo áreas que ya se encuentran bajo producción agrícola de cultivos alimentarios o áreas que están designadas como regiones protegidas, como es el caso de los bosques.

3.2.2 Gestión de los recursos hídricos

El Marco Analítico considera dos herramientas de análisis hídrico para evaluar las implicaciones del agua y el desarrollo de la bioenergía.

Una herramienta de software denominada sistema Water Evaluation and Planning System (WEAP, por sus siglas en inglés). WEAP examina el recurso hídrico y las implicaciones socioeconómicas de la expansión de cultivos para la producción de bioenergía. Esta herramienta se utiliza para crear simulaciones de la demanda y oferta de agua considerando la escorrentía, evapotranspiración, operaciones de los embalses y otras variables con el fin de examinar el uso del agua para producir biocombustibles que utilizan diferentes materias primas.

Una herramienta adicional para evaluar las implicaciones de los recursos hídricos y la bioenergía es la evaluación de la huella hídrica. Esta herramienta evalúa cómo están utilizando los recursos hídricos los diferentes sectores en una economía y sirve como una herramienta de vigilancia. Los resultados generados por el análisis pueden ser utilizados posteriormente para identificar áreas, es decir “puntos críticos”, que requieran un análisis más integral.

3.2.3 Biomasa forestal y residuos

El análisis de biomasa forestal y residuos considera cómo la biomasa forestal y los residuos, como uno de los componentes de la cartera bioenergética, pueden desarrollarse para crear fuentes energéticas locales para uso local. El análisis utiliza el modelo balance integrado de la Oferta y la Demanda de Combustibles Leñosos (WISDOM, por sus siglas en inglés), un análisis espacialmente explícito de la oferta y demanda de biomasa y de los residuos provenientes de la producción agrícola y la industria de productos forestales. Los resultados identifican áreas de acuerdo con el equilibrio que existe entre la oferta y la demanda por residuos de biomasa.

3.3 Análisis tecnoeconómico y ambiental

3.3.1 Costos de producción de los biocombustibles

El análisis de costos de producción de los biocombustibles obtiene perfiles de costos de producción para los biocombustibles bajo diferentes configuraciones industriales, con el fin de examinar hasta qué grado la inclusión de pequeños agricultores en la cadena de abastecimiento de combustibles puede ser competitiva si se compara con la producción de gran escala. El análisis se lleva a cabo tanto para la producción de bioetanol como de biodiésel, utilizando diferentes materias primas.

3.3.2 Emisiones de Gases de Efecto de Invernadero

Este componente utiliza un análisis del ciclo de vida para establecer una referencia para la producción de etanol y biodiésel a partir de diferentes cultivos de materias primas. Dado que se ha promovido el desarrollo de los biocombustibles líquidos como un medio para reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI), es importante que la definición de sostenibilidad incluya el impacto que los posibles cambios en cada cultivo y los cambios en el uso de la tierra pudieran tener en el equilibrio global de los GEI en la producción de biocombustible líquido, puesto que esto puede influir en el beneficio climático.

3.4 Análisis socioeconómico

3.4.1 Efectos Generales en la Economía

El componente de efectos generales en la economía se basa en los escenarios de costos de producción contruados en el componente de costos de producción de biocombustibles. Este componente se basa en un modelo de Equilibrio General Computable (CGE, por sus siglas en inglés) y evalúa los efectos del desarrollo de la bioenergía específicos en una serie de variables socioeconómicas, tales como la reducción de la pobreza, crecimiento agrícola, aumento del PIB y empleo.

3.4.2 Seguridad Alimentaria y Vulnerabilidad de los Hogares

El componente de seguridad alimentaria y vulnerabilidad de los hogares mide los efectos en el bienestar del hogar que producen el aumento del precio de los alimentos básicos clave. Esta es una herramienta del perfil de la vulnerabilidad que identifica cuáles hogares son más susceptibles a los aumentos de precio de los alimentos y dónde se ubican.

Cada una de las herramientas desarrolladas bajo el Proyecto BEFS se analizan en mayor detalle en la segunda parte de este documento, en que se presenta un modelo genérico y su aplicación a los países del proyecto. Para un completo análisis acerca del uso preciso de las herramientas y cómo cambia el modelo fundamental de acuerdo con el contexto del país, se encuentra disponible un análisis para cada uno de los países del proyecto y se hace referencia en la Segunda Parte.

No todas las herramientas se aplicaron en todos los países. El uso de herramientas específicas dentro de las herramientas de BEFS fue diferente según la prioridad bioenergética de cada país. La Tabla 1 resume cuáles herramientas se utilizaron y dónde.

En Tanzania, el énfasis ha estado principalmente en los biocombustibles líquidos para promover la seguridad energética. Sin embargo, se entiende la existencia de una preocupación de que el desarrollo de biocombustibles no debe comprometer los objetivos de seguridad alimentaria del país, de manera que las herramientas de BEFS han entregado la base para examinar dónde deben enfocarse las prioridades de las políticas para impulsar la industria de bioenergía.

Perú ya estableció mandatos para los biocombustibles líquidos. Además, la diversidad geográfica de Perú implica que muchas personas no tengan acceso a la red de suministro eléctrico. De esta manera, se considera importante la búsqueda de alternativas energéticas locales para las poblaciones locales para mejorar la seguridad energética, lo que tiene implicaciones positivas para la reducción de la pobreza y el desarrollo rural. Por lo tanto, en el caso de Perú, las herramientas de BEFS se han utilizado para guiar la implementación de las políticas que respalden los objetivos de pobreza y de desarrollo rural.

Tailandia ha establecido una ambiciosa política de biocombustibles y bioenergía en general. Los planes energéticos del país buscan aumentar el desarrollo de biocombustibles para uso interno, pero también posiblemente para los mercados internacionales. El mejoramiento de la seguridad energética es la base de la política de bioenergía de Tailandia, no obstante existe un claro reconocimiento de que las iniciativas bioenergéticas pueden contribuir al desarrollo rural. Las herramientas de BEFS se han utilizado ampliamente para apoyar los objetivos de políticas a futuro, relacionados con la bioenergía y el desarrollo rural.

Tabla 2

Las herramientas de BEFS en Tanzania, Perú y Tailandia

	TANZANIA	PERÚ	TAILANDIA
ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO			
Perspectivas Agrícolas		*	*
ANÁLISIS DE LOS RECURSOS NATURALES			
Aptitud de la Tierra	*	*	*
Gestión de los Recursos Hídricos		*	*
Residuos Biomasa Forestal		*	*
ANÁLISIS Tecnoeconómico y ambiental			
Costos de Producción de los Biocombustibles	*	*	*
Emisiones de Gases de Efecto de Invernadero			*
ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO			
Grandes Efectos Generales en sobre la Economía	*	*	*
Seguridad Alimentaria y Vulnerabilidad de los Hogares ⁵	*	*	*

El conjunto de herramientas desarrolladas para el proyecto BEFS no son exhaustivas y es posible que no necesariamente sean las herramientas clave para otros países. Las herramientas de BEFS se adaptan de tal manera que para cada área de análisis identificada por las herramientas existentes del Marco Analítico BEFS, se pueden modificar o agregar nuevas herramientas que reflejen las prioridades y el contexto de países específicos. Por ejemplo, los objetivos ambientales tales como la biodiversidad y la deforestación tienen

⁵ Es importante recalcar que dentro de la cartera de BEFS de Tailandia, el análisis de seguridad alimentaria y vulnerabilidad de los hogares también se llevó a cabo en Camboya. Esto muestra el uso de la herramienta en el contexto asiático.

un impacto en los medios de subsistencia locales y, por ende, en la seguridad alimentaria, pero no se considera en los análisis actuales de BEFS. Sin embargo, las herramientas existentes pueden modificarse para captar algunos de los efectos que surgen de la disminución de la biodiversidad y la deforestación y/o se pueden introducir nuevas herramientas que aborden específicamente estas tres dimensiones.

APOYO A LA POLÍTICA CON EL MARCO ANALÍTICO BEFS

El marco analítico BEFS identifica la estructura de relaciones entre las intervenciones en bioenergía y la seguridad alimentaria. Luego de implementar la gama de herramientas de BEFS se entrega información que puede respaldar directamente el sistema de políticas en cada país. El conjunto de información generado ayuda a los tomadores de decisiones en tres maneras:

- Reduce el tiempo que los gobiernos utilizan en sus diversos roles como tomadores de decisiones y responsables de asignar recursos al considerar la dirección de los avances en bioenergía.

Si los gobiernos pueden utilizar un marco preexistente como el Marco Analítico BEFS esto les permite prepararse mejor para el periodo de cambios inducidos por los avances en bioenergía. Al comprender la manera en que cada herramienta examina las interacciones entre la bioenergía y la seguridad alimentaria, los responsables de las políticas comprenden mejor los patrones analíticos y cómo se vinculan con otras relaciones dentro del Marco Analítico BEFS. Esto ayuda a reducir el tiempo utilizado en buscar soluciones para problemas específicos.

- Ayuda a los gobiernos en la identificación de equipos de expertos que tengan las capacidades y habilidades correctas para llevar a cabo los análisis requeridos.

Esto es especialmente importante cuando se requiere un estándar particular de experiencia. El conjunto de capacidades necesarias para cada herramienta analítica se identifican dentro del análisis de las herramientas.

- Identifica las necesidades de capacitación.

El Marco Analítico BEFS puede entregar la base para un plan de capacitación al interior del país.

En la práctica, la experiencia dentro de cada país del proyecto ha demostrado ampliamente que estas tres funciones han sido aprobadas y aceptadas por las partes interesadas pertinentes. La aplicación y uso de las herramientas están sujetos a la disponibilidad de datos y la experiencia técnica adecuada (ver la Segunda Parte para



detalles completos de datos y habilidades requeridas para llevar a cabo un análisis específico). Es importante que los países identifiquen a los expertos, definan las capacidades de capacitación y consideren las fuentes de datos requeridas y cómo esto puede afectar el marco de tiempo para la implementación de las herramientas. Si bien el uso de todo el análisis de BEFS permite una identificación cuantitativa de muchas de las relaciones entre los recursos naturales y la seguridad alimentaria, es posible que cada país desee enfocarse en relaciones específicas. De esta manera, los países pueden ser selectivos en términos de las herramientas que utilicen, con el fin de reflejar las prioridades políticas del país.

Este análisis se considera en el trabajo político de todos los países y ha sido un tema también en la capacitación en el ámbito de políticas. Incluso cuando un país no es capaz de llevar a cabo el análisis, la diversidad de países del proyecto permite que los análisis realizados en un país puedan entregar una base de conocimiento para los otros países al momento de considerar los avances en bioenergía y los impactos en la seguridad alimentaria.

LA DIRECCIÓN DEL TRABAJO A FUTURO Y USO DEL MARCO ANALÍTICO BEFS PARA EL ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El Marco Analítico BEFS y sus componentes de análisis y herramientas relacionadas son un instrumento flexible que puede integrarse con componentes adicionales, según sea necesario. La selección de componentes adicionales dependerá de las estrategias y prioridades de desarrollo de los países y también del contexto en que se pueda aplicar este Marco Analítico.

Según se ha analizado, actualmente el enfoque del Marco Analítico BEFS ha estado orientado hacia la seguridad alimentaria y las implicaciones del desarrollo de la bioenergía. Sin embargo, los vínculos entre disciplinas dentro del Marco Analítico permiten acomodar un trabajo detallado acerca de los impactos ambientales, en el mercado laboral y en el cambio climático del desarrollo de la bioenergía. Se pueden agregar más detalles acerca de todos estos aspectos, frente a los cuales el usuario puede decidir si entra en más detalle acerca de un tema específico y si se enfoca en ese aspecto específico del problema. Al agregar estos detalles, se puede contar con conclusiones adicionales acerca del tema. Por ejemplo, el Marco Analítico BEFS tiene la capacidad de integrar información ambiental adicional para evaluar específicamente el potencial de reducción de las emisiones de gases de efecto de invernadero de cadenas de abastecimiento de biocombustibles específicas. Por otro lado, si el enfoque principal estuviera en el empleo y desarrollo rural, se podrían agregar más detalles acerca del uso local de la bioenergía y acerca de las implicaciones locales en el empleo. Nuevamente, todo el análisis debe ser específico por cultivo y país, y también específico para cada configuración industrial.

En los últimos años, el tema del cambio climático ha dominado la agenda del desarrollo. Uno de los principales elementos de la tesis del cambio climático radica en cómo afectará la base de recursos naturales y lo que significará para la pobreza y la seguridad alimentaria. La Figura 3 muestra la importancia del Marco Analítico BEFS como una base sólida para un análisis específico del cambio climático. Las herramientas ya desarrolladas para el nexo entre la bioenergía y la seguridad alimentaria pueden adaptarse para incorporar efectos específicos del cambio climático.

Es más, dentro del Marco Analítico BEFS existente, la relación clave de este se da entre los recursos naturales y la seguridad alimentaria. Es decir, en la era actual, una relación frágil, dados los últimos efectos del cambio climático y las últimas prácticas de uso de la tierra, ha afectado la capacidad de la base de recursos naturales de mantener los



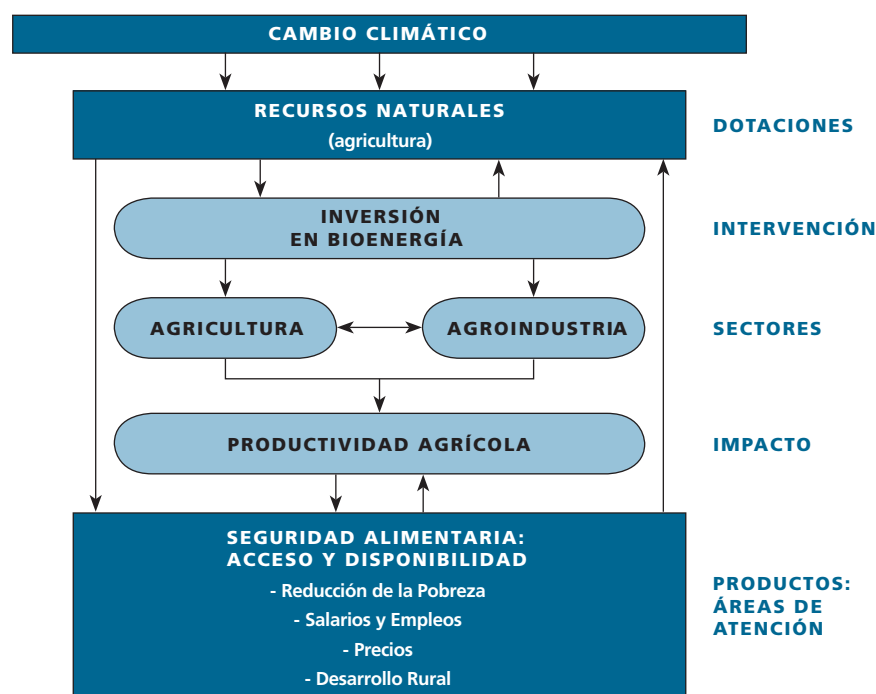
medios de subsistencia. La capacidad de alcanzar metas establecidas por los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) depende de esta relación. Además, la constante pobreza tiende a traducirse en un uso inadecuado de los recursos naturales y tiene implicaciones para todos los otros ODM.

La bioenergía con frecuencia se ve como un medio de compensar los efectos adversos del cambio climático. Al incorporar las intervenciones en bioenergía dentro del “Marco Analítico BEFS de Cambio Climático” se podrá hacer un examen cuantitativo de las interacciones entre cambio climático, bioenergía y seguridad alimentaria. Dicha información será una útil ayuda para avances específicos en políticas en el contexto de la seguridad alimentaria y energética y el cambio climático.

Finalmente, el enfoque del análisis del proyecto BEFS se ha dirigido a las intervenciones en bioenergía, pero en la práctica, la intervención a analizar puede ser cualquier cambio que afecte el uso de los recursos naturales en la agricultura. El Marco Analítico BEFS permanece siendo clave en la exploración de múltiples temas. Lo que cambiará es la composición de las herramientas de BEFS en la medida que vayan identificándose nuevas relaciones.

Figura 3

Apoyo en el Marco Analítico BEFS para examinar los efectos del cambio climático



En conclusión, el Marco Analítico BEFS existente y las herramientas que lo apuntalan pueden personalizarse o agregar componentes y herramientas adicionales que reflejen las prioridades específicas de cada país.

Referencias

FAO. 2008. *Modelling the bioenergy and food security nexus: an analytical framework*, by D. Dawe, E. Felix, I. Maltoglou & M. Salvatore. FAO Environment and Natural Resource Management Working Paper Series. Rome.

FAO. 2010. *Bioenergy and food security, The BEFS Analysis for Peru, Supporting the policy machinery in Peru*. FAO Environment and Natural Resources Working Paper No. 40. Rome. (available also in Spanish)

FAO. 2010. *Bioenergy and Food Security – The BEFS Analysis for Tanzania*. FAO Environment and Natural Resources Working Paper No. 35. Rome.

FAO. 2010. *Bioenergy and Food Security – The BEFS analysis for Thailand*. FAO Environment and Natural Resources Working Paper No. 42. Rome.

FAO. 2010. *BEFS Thailand – Key results and policy recommendations for future bioenergy development*. FAO Environment and Natural Resources Working Paper No. 43. Rome.

SEGUNDA PARTE

LAS HERRAMIENTAS DEL MARCO ANALÍTICO BEFS



El Marco Analítico BEFS analiza los impactos de los avances en bioenergía en cuanto a la seguridad alimentaria, identifica las sendas de desarrollo sostenibles y factibles de la bioenergía (económica, social y ambientalmente) e informa sobre políticas en base al conjunto de información generado a partir de la implementación de las herramientas de BEFS. El Marco Analítico BEFS abarca cuatro áreas de análisis (Diagnóstico, Recursos Naturales, Tecnoeconómico y Ambiental y Análisis socioeconómico) y se implementan a través de las herramientas de BEFS. La estructura del Marco Analítico ha sido analizada en detalle en la Primera Parte. Las áreas de análisis de este marco y las herramientas relacionadas se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 3

ÁREA DE ANÁLISIS	HERRAMIENTA
Diagnóstico	Perspectivas Agrícolas
Recursos naturales	Evaluación de las tierras
	Gestión de los recursos hídricos
	Biomasa forestal y residuos
Tecnoeconómico y ambiental	Costo de producción de los biocombustibles
	Emisiones de gases de efecto de invernadero
Análisis socioeconómico	Efectos generales en la economía
	Seguridad alimentaria y vulnerabilidad de los hogares

La Segunda Parte del Marco Analítico BEFS entrega una visión general de las metodologías utilizadas dentro de cada componente del análisis. Estas metodologías se presentan en los siguientes capítulos. Se encuentran disponibles detalles adicionales de cómo se aplicaron estas metodologías en los distintos contextos de países en los análisis realizados en los países participantes en el proyecto BEFS. Cada metodología entrega la referencia completa del trabajo por país.

ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO: PERSPECTIVAS DE LA AGRICULTURA

Introducción

Los mercados agrícolas se caracterizan por un cambio constante, en que deben estar respondiendo continuamente a factores que influyen en la oferta y la demanda, tales como sequías, enfermedades, aumento de los ingresos, fluctuaciones del tipo de cambio, precios de la energía y políticas gubernamentales. A pesar de que los mercados agrícolas están respondiendo continuamente a las crisis en el corto plazo, aún existen tendencias de largo plazo que prevalecen dentro del sector. Si estas tendencias continúan, es importante obtener un panorama o conceptualizar lo que significan las implicaciones para los mercados agrícolas, dado que esto permite que los responsables de las políticas sean productivos en el desarrollo de políticas que aborden desafíos u oportunidades potenciales. Sin embargo, no existen muchas proyecciones de largo plazo imparciales, que se encuentren disponibles públicamente para los mercados agrícolas y que sean compatibles en todos los países⁶. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) presentan en conjunto una proyección anual de diez años para los mercados agrícolas nacionales y globales denominada OCDE-FAO *Perspectivas Agrícolas*. Estas *Perspectivas* entregan proyecciones para la producción, consumo en forma de alimentos, alimentos balanceados, combustibles o fibras, importaciones, exportaciones, existencias y precios para las principales materias primas agrícolas y biocombustibles de los países que influyen en los mercados agrícolas mundiales⁷. Las *Perspectivas* son una importante herramienta que puede destacar desafíos u oportunidades futuras en los mercados agrícolas para algunos países. Proporciona una visión de cómo evolucionan los mercados agrícolas en el tiempo con respecto a un conjunto de condiciones macroeconómicas, tendencias y políticas agrícolas actuales empleadas en los países que influyen en los mercados mundiales. Los métodos mayormente utilizados por las *Perspectivas* entregan proyecciones de mediano plazo en base a supuestos relativamente simples, pero transparentes. Su valor radica por ser completas y por su consistencia y, así como por su utilidad para controlar simulaciones de diferentes escenarios.

6 Muchos países entregan un pronóstico para los mercados de materias primas agrícolas, pero estos pronósticos se hacen desde su perspectiva del mundo y no son necesariamente revisados por sus pares para verificar que exista consistencia.

7 Para mayor información acerca de la representación de materias primas y países dentro de las *Perspectivas de la Agricultura*, ir a www.oecd.org/publishing/corrigenda.



7.1 Metodología: una visión general

Las OECD-FAO *Perspectivas Agrícolas* utilizan un modelo de simulación de equilibrio parcial denominado AGLINK-COSIMO para elaborar proyecciones de los mercados agrícolas nacionales y globales. El modelo, junto con las *Perspectivas* que sirven como base, se utiliza para realizar análisis de mercado y de políticas para determinar los impactos en los mercados agrícolas. La solidez de las perspectivas como base y la cobertura integral del modelo en cuanto a materias primas y mercados los transforman en herramientas efectivas para analizar los impactos de los biocombustibles y los mercados agrícolas.

Los sectores agrícolas principales, que incluyen el sector de los biocombustibles, están conectados e integrados dentro del modelo de manera que las principales características de los cultivos y de los sectores ganaderos influyen en el equilibrio final. Como sucede con la mayoría de los modelos de este tipo, AGLINK-COSIMO es impulsado por las elasticidades, parámetros técnicos y variables políticas. Se asume que compradores y vendedores no tienen poder de mercado; el modelo determina los precios de equilibrio bajo el supuesto de la competencia perfecta. Los mercados agrícolas pueden ser locales o regionales dependiendo de la estructura de mercado de la materia prima en cuestión. AGLINK-COSIMO es un modelo dinámico recursivo que clarifica los precios de las materias primas agrícolas anualmente. Los principales impulsores del cambio en el tiempo son las variables macroeconómicas, como el aumento del ingreso, inflación, precios de la energía (es decir, precios mundiales del petróleo) y los tipos de cambio. El cambio tecnológico se incorpora a través de mejoramientos en el tiempo del rendimiento de los cultivos y la genética del ganado. Si bien la inversión en nuevas capacidades de producción agrícola no se incluye explícitamente, el área en la cual se produce un cultivo está influenciada endógenamente por los precios. La competencia por la tierra entonces es modelada por los efectos de precios cruzados. Además, el rendimiento de los cultivos depende de los precios y es modelado endógenamente. Los costos de producción de las materias primas agrícolas se aproximan utilizando los índices de costos de producción de las materias primas, que dependen de variables macroeconómicas clave.

Representación y Datos del Sector de Biocombustibles

AGLINK-COSIMO solo especifica las materias primas agrícolas principales que son comercializadas en los mercados mundiales o aquellas que representan un nivel significativo de producción. Se incluye la especificación de biocombustibles por su gran influencia en el sector agrícola. Las materias primas agrícolas que se modelaron son: trigo, cereales secundarios (maíz, sorgo, avena, centeno y cebada), arroz, semillas de oleaginosas (soja, nabina/colza y girasol), harinas oleaginosas, aceites vegetales (aceite de semillas de oleaginosas y aceite de palma), raíces y tubérculos (papa, yuca y ñame), leche, mantequilla, queso, leche en polvo entera, leche en polvo descremada, productos lácteos frescos, suero de leche en polvo, caseína, carne de vacuno de ternera, carne de cerdo, carne de aves de corral, carne de cordero, huevos, azúcar, melazas, etanol y biodiésel. En algunos países no se representan todas estas materias primas porque la

producción o consumo no son lo suficientemente significativos como para garantizar la especificación. Dentro del proyecto, el análisis se concentra en aquellas materias primas que son consideradas importantes para el país por su participación en la producción/consumo o si la materia prima va a ser utilizada para producir biocombustibles.

Los componentes de los biocombustibles incluyen una representación relativamente completa de las cadenas de abastecimiento de biocombustibles. Esto incluye las decisiones de inversión relacionadas con el aumento de la capacidad de producción de biocombustibles, así como también con la manera de captar capacidades existentes. El uso de materias primas está directamente relacionado con la producción de biocombustibles según cada una de ellas, con una escasa sustitución entre los tipos de materias primas. La producción de etanol se representa específicamente junto con su uso para alimentos balanceados en las industrias ganaderas. De la misma manera, el modelo refleja el aumento de la disponibilidad de harinas oleaginosas, así como también de elementos provenientes de la trituración de oleaginosas para biodiésel. El modelo también representa la producción de biocombustibles de segunda generación, con respecto al etanol elaborado a partir de elementos celulósicos y biodiésel a partir de la transformación de biomasa en líquido (BtL, por sus siglas en inglés).

Datos

Las OCDE-FAO *Perspectivas Agrícolas* y el modelo AGLINK-COSIMO se apoyan en información proveniente de una gran cantidad de fuentes, lo que incluye, si es necesario, la opinión de expertos. Los datos para el modelo provienen de la información entregada por las fuentes estadísticas nacionales y complementada por fuentes externas como las Naciones Unidas y el Banco Mundial. Esto entrega una primera visión acerca de los posibles avances en el mercado y establece los supuestos clave a utilizar en las Perspectivas. El modelo se amplió para incluir el sector de biocombustibles. Se requirieron datos técnicos adicionales para generar una base de datos de materias primas mundiales para el etanol y el biodiésel, junto con datos de referencia específicos por país acerca de las diferentes materias primas y los consiguientes costos de procesamiento de la producción.

Las proyecciones de las *Perspectivas* y del modelo AGLINK-COSIMO son revisadas anualmente por los países miembros de la OCDE y los expertos de FAO para asegurar la consistencia y alcanzar una solución de consenso entre las principales partes interesadas. Debido a este proceso, las OCDE-FAO *Perspectivas de la Agricultura* representan un panorama coherente de los mercados agrícolas en el mediano plazo, dado que reúnen perspectivas de diferentes países, no solo de sus propios mercados, sino que además de los mercados agrícolas mundiales.

7.2 Uso de los resultados de las perspectivas

Un análisis de las *Perspectivas Agrícolas* busca entregar un panorama de mediano plazo de la disposición de un país frente a la oferta y demanda de sus principales

materias primas y mostrar los posibles impactos de los biocombustibles. Un país debe considerar las demandas futuras de materias primas agrícolas, ya sean alimentos, fibras o combustibles, junto con su capacidad productiva para satisfacer todas estas demandas. Los biocombustibles podrían transformarse en una nueva fuente de demanda para los cultivos del país y potencialmente ofrecer una fuente de ganancias producto de las exportaciones que contribuyan a la balanza de pagos. Sin embargo, el desarrollo de biocombustibles podría plantear desafíos para la seguridad alimentaria y un aumento en las importaciones, lo cual no solo sería económicamente ineficiente, sino que además, socialmente indeseable. Además, los resultados del modelo se basan en los niveles de productividad actuales y si un país desea contrarrestar las posibles demandas futuras es posible que desee invertir en fomentar la productividad agrícola (es decir, los rendimientos). Además, la viabilidad de un sector de biocombustibles está muy relacionada con los precios del petróleo y las políticas gubernamentales sobre los biocombustibles. Ambos están sujetos a la volatilidad. Precios menores del petróleo llevarían a un aumento en la producción de cultivos mundial, especialmente en los países desarrollados y, por ende, esto llevaría a disminuir los costos y los precios de los cultivos. El análisis de los diferentes escenarios puede mostrar la vulnerabilidad de los mercados agrícolas, especialmente de las materias primas para producir biocombustibles, hasta las fluctuaciones de los precios del petróleo. Con respecto al riesgo de la política externa, el análisis previo de la OCDE (OCDE, 2008) ha demostrado las consecuencias de eliminar las políticas de apoyo, es decir, mandatos de consumo y subsidios de producción y cómo esto afectaría los mercados de biocombustibles y, por ende, los mercados agrícolas, especialmente las materias primas para producción de biocombustibles. Es importante considerar el riesgo de la política externa si un país está buscando producir biocombustibles para capitalizar en mercados de exportación, dado que dichas políticas están sujetas a cambios y dado que los países extranjeros buscan la manera de proteger sus mercados nacionales.

Los biocombustibles pueden ofrecer oportunidades para algunos países, pero existen desafíos que es necesario abordar dependiendo del estado de la seguridad alimentaria, la disponibilidad de materias primas para la producción de biocombustibles y el funcionamiento los mercados dentro de países específicos. Las OCDE-FAO *Perspectivas de la Agricultura* y AGLINK-COSIMO, y el análisis BEFS entregan un panorama de los mercados de materias primas agrícolas, dado un conjunto de supuestos macroeconómicos y políticos. Se puede utilizar para comprender las relaciones clave, no solo dentro los mercados agrícolas, sino que también los vínculos con los mercados de biocombustibles. Se debe recalcar que los resultados representan proyecciones, en base a un conjunto de supuestos rígidos, pero transparentes y no constituyen un pronóstico definitivo. Cualquier desviación de estos supuestos se traducirá en sendas diferentes para mostrar un panorama. La mayoría de ellas, con el supuesto de tiempo atmosférico constante, lo cual es necesario, nunca se mantiene. Existen muchos otros factores que podrían provocar cambios en los mercados, como la adopción de nueva tecnología, el cambio climático, los tratados de comercio o colapsos económicos, que podrían cambiar las

perspectivas o el panorama para un país. Sin embargo, el análisis de los escenarios puede realizarse para comprender las posibles implicaciones de los cambios de políticas o las condiciones de mercado. Esta parte del análisis de BEFS es importante y permite que los responsables de las políticas comprendan las posibles implicaciones de mercado de las crisis o de mantener las tendencias actuales y evaluar cómo mitigar estos impactos o amenazas y capitalizar oportunidades para sus mercados agrícolas.

7.3 Análisis

Para cualquier país, la producción de biocombustibles a partir de materias primas agrícolas puede ser un tema polémico en relación con el debate de los alimentos vs. combustibles, pero es un tema particularmente sensible para aquellos países que están destinados a ser inseguros desde el punto de vista alimentario. Los biocombustibles podrían ofrecer posiblemente al país una nueva fuente de demanda por sus cultivos, desarrollo rural y aumentar los ingresos, pero también podrían representar desafíos en términos de la seguridad alimentaria. Es importante para los funcionarios de gobierno comprender cómo la demanda de los biocombustibles por materias primas podría afectar la oferta-disposición de las materias primas⁸ dentro de su país en el tiempo. Los mercados agrícolas están reaccionando continuamente a los cambios de la oferta y de la demanda; por lo cual, con el fin de medir el posible impacto que la producción de biocombustibles pudiera tener sobre los mercados de materias primas, es importante tener un panorama o perspectiva de las condiciones posibles a futuro de la oferta y la demanda. Este módulo presenta las perspectivas del mercado agrícola de un país por un periodo de diez años y una evaluación de las implicaciones de mercado de la producción de biocombustibles.

Los mandatos para la producción, mezcla o consumo de biocombustibles en muchos países ha creado una fuerte relación entre los mercados energéticos (principalmente el petróleo) y los mercados agrícolas. Los precios de las materias primas agrícolas utilizadas para producir biocombustibles se vinculan ahora con los movimientos de los precios del petróleo, no solo a través de los componentes de costo tradicionales (combustible y sustancias químicas), sino que también a través de un vínculo por el lado de la demanda. Incluso un país en que no existen políticas gubernamentales que intervengan los mercados de biocombustibles, la producción interna de biocombustibles podría permanecer vulnerable al movimiento de los precios mundiales del petróleo y los consiguientes impactos en los precios de los cultivos mundiales. De la misma manera, las políticas de combustibles de otros países posiblemente podrían cambiar, lo que podría significar una alteración en la rentabilidad de la producción de biocombustibles e influir en los precios de los cultivos.

⁸ La oferta-disposición de las materias primas se refiere a las existencias iniciales, producción, importaciones, consumo, exportaciones y existencias finales y la condición de equilibrio del mercado, es decir, existencias iniciales + producción + importaciones = consumo + importaciones + existencias finales.

CUADRO 2

LAS PERSPECTIVAS DE LA AGRICULTURA PARA TANZANIA

Tanzania, a pesar de tener una importante base de tierras cultivables, enfrenta desafíos respecto de la seguridad alimentaria. Una serie de empresas han demostrado interés en invertir en la producción de biocombustibles. De esta manera, el Gobierno de Tanzania ha recibido varias solicitudes para la asignación de tierras. Actualmente, el Gobierno de Tanzania está considerando un mandato de consumo de biocombustibles.

Las OCDE-FAO *Perspectivas Agrícolas* fueron revisadas inicialmente por los funcionarios de Tanzania para asegurar que los datos y las consiguientes proyecciones fueran coherentes con las fuentes de datos de Tanzania. Luego de revisarlas, los funcionarios solicitaron que la producción de caña de azúcar y cultivo se ajustaran al alza para reflejar los recientes avances en el mercado. Las *Perspectivas* fueron revisadas con datos de Tanzania y posteriormente se utilizaron como referencia para la evaluación de escenarios posibles de mandatos para la producción y el consumo de biocombustibles. En primer lugar, los funcionarios de Tanzania, junto con inversionistas privados, habían identificado 314 000 hectáreas de tierras arables no cultivadas adicionales que podrían desarrollarse para producir materias primas para biocombustibles. Posteriormente se determinó el volumen real de biocombustibles que podría producirse sobre la base de la tierra adicional y la tecnología de producción disponible en Tanzania. Se realizó un análisis de sensibilidad en el cual se produciría la misma cantidad de biocombustibles, pero solo a partir de la base de tierra cultivada existente (es decir, sin tierra adicional) para determinar los impactos en la oferta-disposición de los cultivos utilizados como materias primas para la producción de biocombustibles. Esto permitió que los funcionarios de Tanzania observaran los posibles impactos en la seguridad alimentaria, si la producción de biocombustibles utilizara las materias primas utilizadas para los alimentos. En segundo lugar, el Gobierno de Tanzania estuvo evaluando un mandato de mezcla del 10% para el etanol y de un 5% para el biodiésel, que luego fue evaluado en comparación con los niveles de producción de biocombustibles de las 314 000 hectáreas. Posteriormente, considerando que los mercados de biocombustibles están vinculados con los mercados energéticos (es decir, los precios del petróleo) y las políticas gubernamentales, se desarrolló un escenario con un precio menor del petróleo. Además, se utilizaron los puntos más relevantes del estudio de la OCDE acerca de las Políticas de Apoyo a los Biocombustibles (OCDE, 2008) para demostrar a los responsables de las políticas la vulnerabilidad de los biocombustibles y de los mercados agrícolas frente a los cambiantes precios del petróleo y las políticas de biocombustibles de los gobiernos extranjeros.

Por sobre todo, las OCDE-FAO *Perspectivas Agrícolas* y el modelo AGLINK-COSIMO se utilizaron para demostrar un panorama plausible a 10 años de los mercados agrícolas en Tanzania y simular diversos escenarios de biocombustibles para aportar información al debate político acerca de la producción de biocombustibles y las políticas de consumo en Tanzania.

El desarrollo de la producción de biocombustibles dentro de un país en desarrollo debe explorarse con prudencia. Antes de que los gobiernos busquen políticas de biocombustibles deben analizar las posibles oportunidades en el mercado interno e internacional y los impactos de la producción de biocombustibles en el sector agrícola. La naturaleza dinámica de los mercados energéticos y agrícolas exige un control continuo y ajuste de dichas políticas. Las OCDE-FAO *Agrícolas* y el modelo AGLINK-COSIMO se utilizan principalmente para estimar proyecciones de mercado en el mediano plazo, pero también pueden utilizarse para crear escenarios que examinen los impactos de instrumentos políticos, tales como los mandatos de consumo y producción. (Para obtener mayor información acerca de las aplicaciones de diversos escenarios de las Perspectivas, ver los documentos de BEFS para Tanzania Perú y Tailandia).

Referencias

National Bureau of Statistics. 2006. *National Sample Census of Agriculture 2002/2003*. Dar Es Salaam.

Match Maker Associates. 2007. *Cassava Value Chain Report*. Match Maker Associates for the Kilimo Trust. Kampala, (also available at www.thekilimotrust.org).

Ministry of Agriculture in Peru, Ministerio de Agricultura, www.minag.gob.pe

OECD. 2008. *Biofuel Support Policies: An Economic Assessment*. OECD

OECD-FAO. 2009. *Agricultural Outlook 2008-2017* (available at www.oecd.org/publishing/corrigenda)

OECD-FAO. 2009. *Agricultural Outlook 2009-2018* (available at www.oecd.org/publishing/corrigenda)

ANÁLISIS DE LOS RECURSOS NATURALES: EVALUACIÓN DE LAS TIERRAS

Introducción

Se requiere una sólida evaluación de los recursos para ayudar a los responsables de las políticas en una gestión sostenible de los recursos. La tierra es uno de los recursos naturales que debe considerarse cuidadosamente, con el fin de establecer cuáles áreas son más aptas para determinados cultivos y cuáles se encuentran disponibles para la producción de cultivos para biocombustibles, considerando temas ambientales y de seguridad alimentaria. La evaluación de la aptitud de la tierra que se presenta aquí forma parte de lo anterior y se basa en una sólida metodología científica. El desarrollo de la bioenergía podría afectar negativamente la producción de alimentos si el sector no se maneja de manera adecuada. Una planificación adecuada de la tierra podría ayudar a asegurar que el desarrollo de la bioenergía no tenga una influencia negativa en la producción de alimentos o en el medio ambiente (áreas protegidas, biodiversidad, bosques, etc.). Los responsables de las políticas necesitan utilizar herramientas eficientes de planificación para el uso la tierra, para decidir si un país posee o no tierras para expandirse hacia cultivos de biocombustibles, cómo se puede manejar la tierra existente de manera sostenible y permitir tanto la producción de cultivos para la producción de alimentos como para bioenergía. Es importante enfatizar que dentro del proyecto BEFS, el enfoque de la evaluación de la tierra se orientó hacia cultivos para la producción de bioenergía. Sin embargo, este tipo de análisis puede expandirse a cualquier tipo de cultivo. De hecho, generalmente la evaluación de la tierra debe basarse en un gran número de cultivos, con el fin de contar con un conjunto de información completa para respaldar la planificación agrícola y para que esta sea coherente con la estrategia de desarrollo agrícola existente. Es importante que los resultados de la evaluación de la tierra se hayan analizado junto con temas socioeconómicos, tales como la distribución de la población, el índice de pobreza, los indicadores de inseguridad alimentaria, infraestructura y acceso al crédito, dado que entrega una mejor manera de orientar las intervenciones para mejorar el sector agrícola, promover el desarrollo rural y lograr la reducción de la pobreza.

8.1 La metodología de evaluación de la tierra

La evaluación de la tierra se compone de dos elementos principales, evaluación de la aptitud de las tierras (EAT) y de la disponibilidad de tierra apta.

La EAT se basa en el enfoque de zonificación agroecología y utilizado por la FAO desde 1978. Se utiliza para evaluar la aptitud de un lugar específico para producir cultivos particulares bajo un sistema de gestión agrícola bien definido, en el que las condiciones



agroclimáticas (es decir, temperatura y lluvias), de suelo y forma del terreno (es decir, tipo de suelo, niveles de acidez/alcalinidad, nutrientes, textura y pendiente). La aptitud de una zona de tierra dada se expresa como porcentaje del máximo rendimiento que se puede lograr por cada cultivo. La EAT luego evalúa la producción potencial y el retorno en dichas áreas. Existen tres pasos en este análisis:

- definir el Tipo de Uso de Tierras (TUT), que es una combinación del cultivo, sistema de producción y nivel de insumos;
- crear el *Inventario de Recursos de Tierras*, que es información georreferenciada acerca del clima, suelo y forma del terreno; y
- formular los criterios de evaluación de aptitud del cultivo estudiado en relación con el clima y el suelo.

La definición del TUT es el punto de partida crucial del análisis. El nivel de detalle con los que se definen los TUT es determinado principalmente por los objetivos del estudio. Más detalles en la definición del TUT pueden entregar información para estimar los costos de producción de los cultivos.

Los siguientes factores deben estar implícitos en la definición del TUT:

- La descripción de un sistema de producción agrícola anticipado o existente en términos de cultivos, técnicas de producción, tipo y gama de insumos esperados.
- La identificación de factores importantes que afectan el potencial de producción como límites a la mecanización en tierras, pendiente y requerimientos del suelo para el riego.
- Los escenarios de producción a modelar y el nivel con que se asumen los problemas de producción que se solucionarán en cada escenario.
- La cuantificación del capital humano y financiero (mano de obra, materiales, capital, etc.) asociado con los diferentes escenarios de producción.

La definición del TUT permite estimar el producto anticipado o el rendimiento máximo posible, lo que corresponde a un cierto nivel de insumos. El rendimiento máximo posible se basa en el conocimiento agronómico, como también en estudios en terreno a nivel de los agricultores. Se debe compilar información contextualmente georreferenciada y en forma tabular acerca de los atributos del clima y del suelo para ejecutar el análisis de aptitud. Para mayores detalles, consulte la sección Datos.

Los criterios se formulan interpretando información relacionada con el clima y los suelos como factores que limitan el logro del rendimiento máximo posible para un TUT específico. Los resultados se expresan en términos de índice de aptitud (SI, por sus siglas en inglés), definido como el potencial de un lugar específico para lograr un cierto porcentaje de rendimiento máximo posible para un cultivo específico, dadas las condiciones agroclimáticas y de suelo. El SI ha sido clasificado de acuerdo con la Tabla 2. Un diagrama de flujo detallado de la metodología de LSA se puede encontrar en la Figura 4.

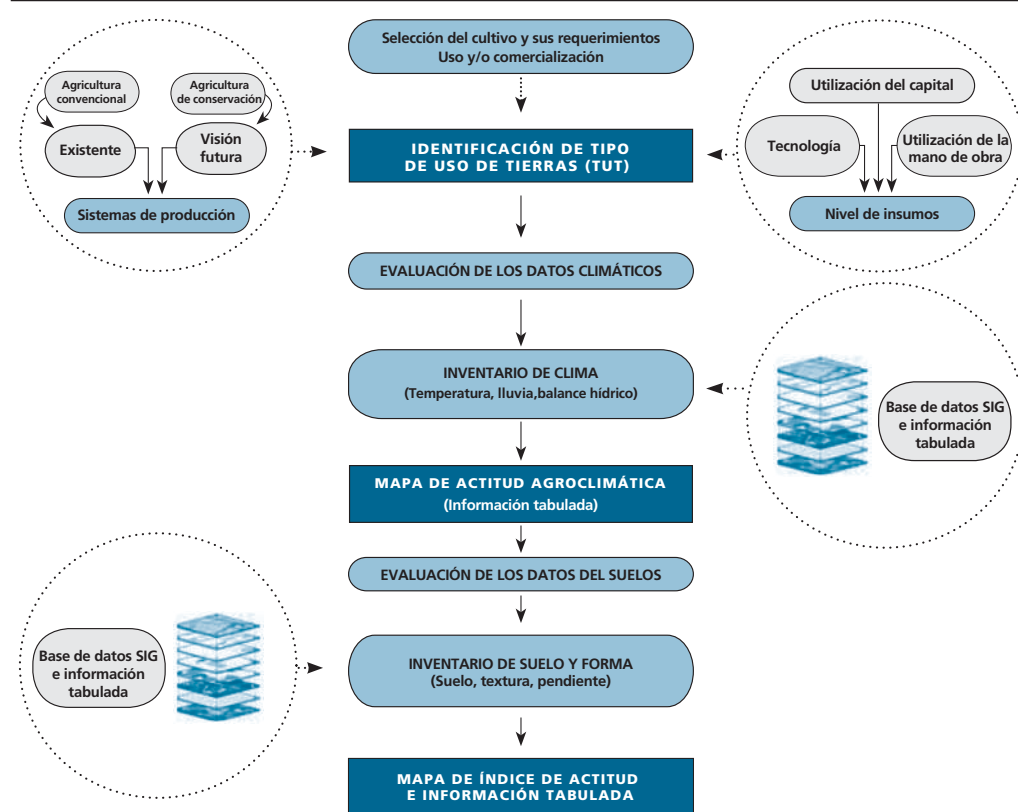
Tabla 4

Índice de Aptitud

ÍNDICE DE APTITUD (SI)	RANGO DE RENDIMIENTOS MÁXIMOS POSIBLES EN PORCENTAJES
Muy apto	80 – 100
Apto	60 – 80
Moderadamente apto	40 – 60
Marginalmente apto	20 – 40
Muy marginalmente apto	> 0 – 20
No apto	0

El índice de aptitud considera toda la tierra como un área posible para expandir cada cultivo, aunque obviamente no toda la tierra está disponible para expansión agrícola y/o para el desarrollo de la bioenergía por diferentes razones. Las áreas destinadas a otro uso, como las áreas urbanas o áreas asignadas legalmente a actividades comerciales, como las concesiones forestales, no se pueden considerar incluso si son altamente aptas. Las áreas con problemas ambientales o áreas que ya se encuentran bajo producción de alimentos agrícolas se deben analizar cuidadosamente. La disponibilidad de tierras aptas con frecuencia es determinada por prioridades políticas.

Figura 4

Apoyo en el Marco Analítico BEFS para examinar los efectos del cambio climático

8.2 Datos, capacidades y software

La evaluación de las tierras exige recolectar una amplia gama de información y requiere el soporte y conocimiento técnico de un equipo multidisciplinario.

La información requerida exige generalmente datos georreferenciados (o SIG⁹) y una base de datos estadísticos que incluya información climática, relacionada con los suelos, áreas protegidas y uso y cubierta vegetal. La base de datos relacionados con el clima y los suelos abarcan gran cantidad de información del *Inventario de Recursos de Tierras* y son utilizados principalmente en la EAT. El resto se refiere a la evaluación de la disponibilidad de tierra y la identificación de áreas en que podría producirse una competencia por la producción de alimentos y usos ambientales.

El uso de información georreferenciada es esencial para caracterizar un lugar específico y, por ende, comprender, combinar e interpretar diferentes factores para presentar un panorama más integral de lo que podría efectivamente respaldar la planificación de las tierras.

La evaluación de las tierras requiere técnicos con diferentes conocimientos técnicos. Expertos en SIG y estadísticos agrícolas para la creación de bases de datos; meteorólogos para definir las variaciones climáticas, agrónomos que definan el LUT y formulen los criterios de aptitud; científicos de suelo que respalden al agrónomo en la formulación de los criterios relacionados con el suelo y expertos forestales y ambientales para identificar puntos críticos. Deben ser parte del equipo también los oficiales de promoción de cultivos y de políticas agrícolas para apoyar a los expertos técnicos en la forma de abordar los objetivos políticos.

El software del SIG es necesario principalmente para la preparación de información georreferenciada. Esta es la parte de la evaluación que demanda más tiempo y ese lapso dependerá de cuán familiarizados estén los expertos locales con la manipulación, interpolación y armonización de los datos.

Bajo el proyecto BEFS, se desarrolló software para apoyar a los expertos de los países en la realización de la evaluación. El software fue diseñado en Visual Basic y utiliza un lenguaje de programación del SIG, Arc Macro Language (AML), el lenguaje de programación nativo del software ArcInfo Workstation GIS elaborado por ESRI.

8.3 Limitaciones y extensiones

Si bien el uso de información georreferenciada es la principal ventaja de este análisis, su disponibilidad y calidad pueden ser factores limitantes.

⁹ Sistema de Información Geográfica

Con frecuencia, los datos necesarios no se desarrollan ni tampoco se mantienen en una sola entidad o institución. Diferentes fuentes o la gestión de los datos pueden crear problemas en cuanto a la compatibilidad. Los principales problemas se relacionan con el formato, escala y resolución, signos y definición. Por lo tanto, se requiere un proceso de recopilación, estandarización y armonización. La creación de una Infraestructura de Datos Espaciales (SDI, por sus siglas en inglés) podría ayudar a resolver estos problemas, dado que es un marco de datos espaciales, metadatos, usuarios y herramientas que están conectados interactivamente para usar datos espaciales de una manera eficiente y flexible.

La aptitud de la evaluación y su interpretación dependen de la calidad de los datos: datos SIG amplios, en términos de escala y resolución, no se pueden utilizar para una evaluación detallada, pero sí se puede cuando un país solo requiere identificar las áreas principales de interés.

La principal razón de usar AML, software autorizado, radica en la escasa disponibilidad de software gratuitos de SIG capaces de manipular conjuntos de datos de rastreo.

Una de las limitaciones de la actual versión del software de Evaluación de las Tierras de BEFS es el análisis de un solo cultivo. Con frecuencia es más apropiada la evaluación de las tierras de los patrones de cultivo y así obtener un panorama real de las oportunidades de producción de cultivos agrícolas o para producir bioenergía en un lugar específico. El software desarrollado en el proyecto BEFS llevó a cabo la evaluación en condiciones *de secano y de riego*, pero no se llevó a cabo un análisis específico acerca de la disponibilidad de agua y estrés hídrico. Las limitaciones relacionadas con el software están siendo actualmente abordadas por la FAO.

La evaluación podría utilizarse también para evaluar el impacto de los escenarios del cambio climático en la producción agrícola y el potencial del país para alimentar a su población entre los años 2030 y 2050.

En Perú, el equipo de BEFS consultó con el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, responsable de la Zonificación Ecológica y Económica cuyas actividades actuales de zonificación se están realizando, a través de un enfoque similar al de la Evaluación de las Tierras del BEFS y algunas características económicas complementarias. La posible integración de estos dos enfoques está actualmente en investigación. Expertos forestales en Perú identificaron una extensión adicional de la metodología de Evaluación de las Tierras y un software para evaluar la aptitud de los árboles para ayudar a identificar oportunidades en áreas desforestadas.

CUADRO 3

APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE LA TIERRAS

La evaluación de las tierras fue llevada a cabo en tres países: Tanzania, Perú y Tailandia. El análisis ha tenido un enfoque levemente diferente, con el fin de mostrar la amplia gama de oportunidades de cómo podría aplicarse la evaluación. En todos los casos, la evaluación de cultivos se basó en el interés o política específicos de cada país.

En **Tanzania**, en donde la bioenergía aún se encuentra en una etapa elemental, se utilizó un enfoque descendente. Se seleccionaron cinco cultivos, entre ellos yuca, caña de azúcar, aceite de palma, sorgo dulce y girasol y se analizaron según cuatro configuraciones de gestión agrícola en términos de sistemas de producción y niveles de insumos. El principal objetivo no solo consistía en entregar un panorama de lo que se puede hacer bajo la gestión agrícola actual, sino que principalmente mostrar qué oportunidades existen y qué cambios y mejoramientos se pueden lograr de manera sostenible.

En **Perú**, el análisis examinó la caña de azúcar, aceite de palma y jatropha, en base a la configuración de gestión agrícola actual. Un problema principal se relaciona con el agua, especialmente porque las plantaciones de caña de azúcar se ubican en la parte más árida del país, es decir, el área costera. En este caso, la evaluación de la caña de azúcar se llevó a cabo bajo condiciones de *riego*, mientras que para los otros cultivos la evaluación fue en condiciones *de secano*.

En **Tailandia**, el Departamento de Desarrollo de la Tierras del Ministerio de Agricultura y Cooperativas llevó a cabo el análisis para la yuca, caña de azúcar y aceite de palma. En comparación con los otros países, Tailandia cuenta con información muy detallada y regularmente lleva a cabo encuestas y validación en terreno. Esto permite formarse un completo panorama del patrón de cultivos, competencia por la tierra, costos de producción y entrega información a los agricultores acerca de oportunidades alternativas. La herramienta se usa principalmente para probar los objetivos de la política agrícola y la promoción de los cultivos, pero además ayuda a apoyar a los agricultores en la identificación de cultivos de alto valor y cómo lograr retornos más altos a través de una gestión agrícola sostenible, por ejemplo, en que el uso del fertilizante orgánico se presenta a los agricultores como una oportunidad para reducir sus costos y aumentar su rendimiento.

Referencias

FAO. 1978. *Report on the agro-ecological zones project - Methodology and results for Africa*. Soil Resource Report 48, by Kassam A.H., Kowal J.M. and Sarraf S. FAO. Rome.

FAO. 1996. *Agro-ecological Zoning Guidelines*. Land and Water Division, Soils Bulletin 73. FAO. Rome.

FAO. 2004. *FAO agro-climatic databases and mapping tools*, European Society for Agronomy 26, by Gommès, R., Grieser, J. & Bernardi, M. FAO. Rome.

Dudley, N. 2008. *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. Gland, Switzerland: IUCN.

GSDI. 2009. *Spatial Data Infrastructure Cookbook*. (available at www.gsdi.org/gsdicookbookindex).

FAO. 2010. *Bioenergy and Food Security - The BEFS analysis of Tanzania*, Chapter 4, FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper n. 35. Rome.

FAO. 2010. *Bioenergy and Food Security - The BEFS analysis of Thailand*, Chapter 4, FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper n. 42. Rome.

FAO. 2010. *Land Assessment - technical manual*. Document prepared for the technical training course, by Salvatore, M., Kassam, A. & Bloise, M. FAO. Rome.

UNEP - World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC). *The World Database of Protected Areas (WDPA)*. (Data and information are available at www.wdpa.org).

ANÁLISIS DE LOS RECURSOS NATURALES: GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Introducción

Los recursos hídricos ya se han visto significativamente afectados en ciertas regiones del mundo debido al aumento de la competencia entre los usuarios agrícolas, urbanos e industriales. En este contexto, la demanda de agua para la producción de cultivos para biocombustibles puede aumentar la competencia con los usuarios tradicionales. Esto dependerá de si el cultivo para producción de biocombustibles proviene de cultivos de mucho riego que han sido producidos en áreas semiáridas o cultivos de secano que crecen en regiones con abundante agua. De esta manera, bajo un escenario de expansión de los cultivos para biocombustibles, podría transformarse en un desafío la manera de garantizar que los suministros de agua sean adecuados para satisfacer las necesidades futuras. Por lo tanto, las consideraciones acerca de las implicaciones de las políticas de biocombustibles y tendencias en cuanto a la oferta y la demanda de recursos hídricos son una parte integral del proceso de toma de decisiones. Por ende, la planificación se transforma en un elemento esencial para garantizar que este recurso limitado sea gestionado y distribuido de manera sostenible entre los diferentes sectores para evitar cualquier conflicto a futuro que pueda surgir por demandas adicionales.

El objetivo de este análisis consiste en mostrar el impacto de la producción de cultivos para biocombustibles en vista del aumento de la competencia por recursos hídricos escasos en regiones que ya están enfrentando desafíos por la gestión de sus recursos hídricos. El análisis sigue un enfoque integrado, observando tanto la demanda como la oferta de agua. Proporciona una base para evaluar la asignación de recursos hídricos limitados entre los diferentes usos: agrícola, municipal, industrial y ambiental. El modelo utilizado en este componente del Marco Analítico BEFS es la herramienta Water Evaluation and Planning System (WEAP). El WEAP se utiliza para representar las condiciones hídricas actuales en un área determinada y para explorar una amplia gama de opciones de oferta y demanda para equilibrar los problemas ambientales y de desarrollo. WEAP se utiliza para crear simulaciones de la demanda, oferta, escorrentía, evapotranspiración, infiltración, requerimientos de riego de los cultivos, requerimientos de flujo, servicios del ecosistema, almacenamiento de aguas subterráneas y de superficie, operaciones de embalses, generación de contaminación, tratamiento, descarga y calidad del caudal, bajo escenarios de factores cambiantes de políticas, hidrología, clima, uso de la tierra, tecnología y socioeconómicos.



El comportamiento del sistema hídrico se modela o simula bajo diferentes escenarios. Los resultados de la simulación se evalúan utilizando como criterios de medición la confiabilidad de la oferta y el alcance de la demanda. Por un lado, el análisis considera una confiabilidad de la demanda en promedio del 75% como nivel aceptable para suplir cabalmente la demanda de agua agrícola y se determina el porcentaje de alcance para cada escenario de desarrollo. Por otro, se lleva a cabo un análisis de sostenibilidad para evaluar el impacto que tiene cada uno de los escenarios de desarrollo en la confiabilidad del sistema. En este caso, el alcance de la demanda permanece estático y posteriormente se mide la confiabilidad del sistema. En general, este modelo puede utilizarse como una herramienta de apoyo en la toma de decisiones, para ayudar a las autoridades de gestión y a los responsables de las políticas en la selección de las políticas hídricas adecuadas y en la determinación de las prioridades para reformar las instituciones y los incentivos que afectan la gestión y la asignación de los recursos hídricos. En este caso en particular, el modelo se utilizó para evaluar las implicaciones de las políticas de desarrollo de biocombustibles en cuanto a la gestión de recursos hídricos.

Los resultados de este trabajo entregan información acerca de los efectos que los escenarios de desarrollo de biocombustibles tendrán en la gestión de recursos hídricos con un nivel deseado de análisis, es decir, cuenca, valle, y los compara con la situación de referencia. Se utilizan para identificar la disponibilidad de recursos hídricos para apoyar potencialmente el desarrollo de biocombustibles y destacar los temas clave para apoyar la gestión eficiente y sostenible de los recursos hídricos. A pesar de que el enfoque de este estudio se centra en el desarrollo de biocombustibles, los resultados son muy relevantes para la gestión hídrica incluso en la ausencia de este tipo de desarrollo. Estos resultados sirven como base para guiar la planificación sostenible de la gestión de recursos hídricos y para respaldar acciones políticas, en este caso particular, para contribuir a la toma de decisiones en cuanto a las políticas de biocombustibles.

9.1 Metodología: una visión general

El análisis intenta definir los efectos de la producción de cultivos para biocombustibles en vista del aumento de la competencia por recursos escasos de agua, especialmente en áreas deficientes de agua. El estudio aplica y demuestra el uso efectivo de una herramienta de modelamiento de agua para apoyar la planificación y el análisis de las políticas de recursos hídricos de manera integrada. El modelamiento WEAP es un modelo dinámico y consta de un enfoque integrado para el desarrollo hídrico, considerando el suministro de agua en el contexto de una gestión desde el lado de la demanda. WEAP coloca los temas del lado de la demanda, como patrones de uso del agua, eficiencias de los equipos, estrategias de reutilización, costos y esquemas de asignación de agua en igualdad de condiciones con los temas del lado de la oferta, tales como flujo, recursos de aguas subterráneas, embalses y transferencias de agua. También se distingue por su enfoque integrado para simular los componentes naturales (por ej., demandas evapotranspirativas, escorrentía, flujo basal) y componentes de ingeniería (por ej., embalses, bombeo de aguas subterráneas) de los

sistemas hídricos, lo que permite que el planificador tenga una visión más integral de la amplia gama de factores que pueden considerarse en la gestión de los recursos hídricos para el uso presente y a futuro.

El primer paso del análisis consiste en la caracterización del sistema de cuenca hidrográfica. Esto implica recolectar datos de la oferta y demanda de agua y la inserción en el WEAP. Una vez que se representa el sistema en la herramienta de software WEAP, el modelo se formula y calibra, luego de lo cual se prepara un escenario de referencia que representa la situación actual. Se puede utilizar para explorar la amplia gama de opciones un conjunto de supuestos alternativos o escenarios acerca de los futuros impactos de las políticas, por ejemplo, en la demanda hídrica, es decir, producto de la expansión de los cultivos para biocombustibles, oferta, hidrología y contaminación. Estos escenarios se construyen en base a información recopilada en el país y supuestos acerca del posible desarrollo de cultivos para la producción de biocombustibles. Luego se simulan los escenarios y se evalúan los resultados respecto de la confiabilidad del sistema, alcance de la demanda y vulnerabilidad de los sistemas.

¿Qué datos y capacidades se necesitan para ejecutar el análisis?

Los datos sobre la oferta de agua incluyen datos hidrológicos de los embalses (ubicación, capacidad y reglas de operación), estación de medición de flujo (requerimientos de flujo y reserva ecológica), información acerca del flujo de los ríos, aguas subterráneas, además de la infraestructura de riego y coeficientes de eficiencia y estimaciones de retornos de agua. Los datos de demanda de agua incluyen la identificación de los usos del agua y su asignación, identificación de actividades agrícolas existentes, selección de una mezcla de cultivos representativos y su consumo de agua, información acerca de la expansión proyectada de la agricultura en general, pero especialmente, datos relacionados con la información de cultivos para la producción de biocombustibles en una población estimada y los usos industriales del agua.

La ejecución del análisis WEAP exige un experto técnico con conocimiento de modelamiento computacional en el campo de los recursos hídricos.

9.2 Limitaciones y adecuación

El WEAP como base de datos entrega un sistema para mantener información sobre la oferta y demanda de agua. Como una herramienta de pronóstico, simula la demanda, oferta, flujos y almacenamiento de agua. WEAP, como herramienta de análisis de las políticas, evalúa una amplia gama de desarrollos hídricos y opciones de gestión y considera múltiples usuarios de agua, lo que constituye la complejidad del sistema. La herramienta ha sido diseñada para apoyar a los profesionales y planificadores hídricos.

Es una herramienta transparente y fácil de usar para el apoyo en la toma de decisiones de las partes interesadas en un proceso abierto. El modelo se encuentra disponible en

diferentes idiomas y actualmente está siendo utilizado en muchos países y se ha aplicado a una amplia gama de contextos para dar respuesta a preguntas particulares. El acceso al modelo para los países en desarrollo y las instituciones de educación es gratuito. La estructura de datos y el nivel de detalle pueden personalizarse fácilmente para satisfacer los requerimientos y la disponibilidad de datos para un sistema de análisis en particular. Una vez que el sistema se configura, es fácil crear nuevos escenarios para el análisis.

El nivel de análisis empleado en el Marco Analítico BEFS requirió datos de información hidrológica, demanda e infraestructura que son importantes para la representación adecuada del sistema hídrico. Por lo tanto, las implicaciones acerca de cualquier limitación acerca de la disponibilidad de datos para el desarrollo del análisis necesitan ser evaluadas por un experto hídrico. Si se toma la decisión de continuar con el desarrollo del WEAP, implica la necesidad de recopilar datos a futuro, lo cual probablemente implicará trabajo en terreno y un procesamiento adicional de cualquier conjunto de datos existentes sobre hidrología, uso de la tierra o datos socioeconómicos para mejorar o hacer que la representación del sistema sea más precisa.

La planificación hídrica de largo plazo exige considerar los efectos posibles del cambio climático en la disponibilidad futura de agua. Se puede extender la aplicación del modelo WEAP para examinar los impactos y adaptaciones del suministro de agua al cambio climático. Estos entregan un análisis cuantitativo útil para acceder a las prometedoras alternativas de gestión de recursos hídricos cuando el suministro futuro se encuentre amenazado. La aplicación actual del WEAP en BEFS no consideró estos efectos y, por lo tanto, puede presentar un escenario más optimista acerca de la disponibilidad de agua. Sin embargo, las herramientas de BEFS están diseñadas de manera que puedan incluirse en un análisis de cambio climático integral. De esta forma, se espera que el uso futuro evalúe la adecuación biofísica considerando los efectos del cambio climático. El modelo WEAP puede también relacionarse con los modelos que evalúan aspectos de la calidad del agua y de las aguas subterráneas o modelos socioeconómicos.

CUADRO 4

ANÁLISIS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN PERÚ

En el caso de Perú, la región costera tiene más de 100 000 hectáreas de “tierras erizas” (tierra no cultivada debido a la cantidad de agua que se dispone) que han sido escogidas para la producción de cultivos para biocombustibles. La región costera es semiárida y con una condición seca. Se abastece del agua que fluye desde el Pacífico, desde las regiones montañosas y los sistemas de pozos de aguas subterráneas para entregar recursos hídricos para el consumo. En esta región también se encuentran las ciudades más grandes del Perú y sus áreas agrícolas de mayor extensión regadas comercialmente.

Para el desarrollo de 23 976 hectáreas de caña de azúcar para la producción de etanol que se plantará progresivamente en el valle de Chira en las tierras costeras improductivas, se necesitará crear nuevos sistemas de riego para satisfacer la demanda de agua de los cultivos energéticos. Para evaluar las implicaciones de este desarrollo, se llevó a cabo un análisis del agua utilizando el Water Evaluation and Planning System (WEAP). El análisis evalúa la entrega de agua bajo cuatro diferentes escenarios. Considerando un 75% de confianza como el mínimo aceptable de disponibilidad de agua necesaria para la agricultura, los resultados muestran que, 1) bajo las condiciones actuales de entrega de agua, no existe agua disponible suficiente para el cultivo adicional proyectado de 23 976 hectáreas de caña de azúcar en el valle de Chira para la producción de etanol y 2) el suministro actual de agua solo sería suficiente para la producción de 10 000 hectáreas en el valle de Chira (50% de lo que se había planificado).

Referencias

International Water Resources Association. Parte 1 y 2, 2005. *WEAP21 - A Demand-, Priority-, and Preference-Driven Water Planning Model*, by Yates, D., Sieber, J., Purkey, D. & Huber-Lee, A.

Sieber, J. 2006. *Descripton of WEAP Water Evaluation and Planning System*. Stockholm Environment Institute-Boston. (available at <http://www.iemss.org/iemss2006/papers/w5/WEAP%20Desc.pdf>)

Water Evaluation and Planning (WEAP), Small Reservoirs Tool Kit. By Lineu Rodrigues, L., Asamoah, I., Andah, W., Kemp-Benedict, E., Sieber, J. & Huber-Lee, A. (available at http://www.smallreservoirs.org/full/toolkit/docs/IVa%2001%20WEAP_ML1.pdf)

Ramos, C. 2010. *Análisis de los efectos de la producción de cultivos bioenergéticos sobre la disponibilidad de los recursos hídricos: el caso del Sistema Chira, contained in Bioenergía y seguridad alimentaria “BEFS”- El análisis de BEFS para el Perú-Compendio Técnico volumen I- Resultados y Conclusiones, and Volumen II Metodologías*. FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper No. 39. Rome.

ANÁLISIS DE LOS RECURSOS NATURALES: POTENCIAL BIOENERGÉTICO PROVENIENTE DE LA BIOMASA FORESTAL Y RESIDUOS

Introducción

La biomasa forestal es un importante recurso energético y si se maneja sosteniblemente puede tener un impacto positivo en el desarrollo del medio ambiente, manejo de bosques, beneficios sociales y económicos. Es un recurso local, que puede contribuir al desarrollo regional rural y asegurar el suministro de energía. Las fuentes de subproductos de la biomasa (residuos) provenientes de residuos agrícolas y agroindustriales tienen un potencial significativo como materia prima para la producción de bioenergía. Sin embargo, el uso de estos recursos no debe afectar otras funciones y servicios esenciales clave que son vitales para la seguridad alimentaria y la independencia y seguridad energética para las personas que viven en las áreas en cuestión. Por ende, conocer la posible disponibilidad de biomasa y residuos forestales se transforma en un punto central para promover su uso como fuentes de energía. Por lo tanto es esencial en la evaluación del potencial bioenergético un análisis espacialmente explícito para determinar cuáles son y dónde se encuentran los recursos disponibles para un uso energético en el presente y a futuro.

El objetivo global de este trabajo consiste en apoyar el proceso de toma de decisiones para un uso sustentable de los recursos de biomasa forestales y de residuos para la producción de energía. Hasta este punto, el análisis se enfoca específicamente en evaluar la disponibilidad de estos recursos sobre la base del desarrollo de una herramienta de planificación que consolida información espacialmente explícita acerca de residuos forestales, agrícolas y de agroprocesamiento. Además de patrones de consumo de energía a base de madera. Esto permite la integración y el análisis en múltiples escalas de la oferta y demanda de bioenergía y, con ello, se capta la heterogeneidad local. El análisis es llevado a cabo a través de la implementación de la metodología Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping (WISDOM, por sus siglas en inglés)¹⁰. Esta es una metodología espacialmente explícita que elabora mapas de la oferta y demanda de biomasa para usos energéticos. WISDOM cuantifica la oferta de biomasa proveniente de fuentes directas e indirectas. Las fuentes directas incluyen la explotación de biomasa sostenible proveniente de actividades en bosques nativos y plantaciones forestales, así como también residuos provenientes de actividades agrícolas. Las fuentes indirectas incluyen residuos provenientes de las industrias de procesamiento agrícola y forestal.

10 WISDOM fue desarrollado por FAO/Departamento Forestal.



Por el lado de la demanda, se deben considerar el uso residencial, industrial y comercial. Los usos residenciales incluyen el uso de leña y carbón vegetal para cocinar y calefacción. Los usos industriales incluyen el uso de leña y carbón vegetal en el sector industrial, mientras que los usos comerciales incluyen la demanda de restaurantes, hoteles entre otros. El principal producto es la creación de bases de datos georreferenciadas que incorporan aspectos de la oferta y de la demanda, los cuales pueden ser utilizados posteriormente para generar mapas e información acerca de la disponibilidad de recursos de biomasa, consumo de combustibles de madera y cuantificar los equilibrios oferta-demanda.

10.1 Metodología: una visión general

El análisis busca definir la biomasa forestal y de residuos que se encuentra fácilmente disponible y de manera sostenible para usos energéticos. Esto se realiza incorporando información acerca de la oferta de biomasa sostenible y el consumo de combustibles de madera en una plataforma basada en SIG. Esta representación espacialmente explícita permite conocer las diferencias espaciales en la oferta de biomasa proveniente de fuentes directas e indirectas, patrones de uso de combustibles de madera y para destacar las áreas que muestran superávits o déficits. Evalúa el potencial para el desarrollo de bioenergía, considerando las situaciones de consumo actuales de combustibles de madera.

La implementación de la metodología implica cinco pasos principales: 1) selección de la base espacial, 2) desarrollo del módulo de demanda, 3) desarrollo del módulo de oferta, 4) desarrollo del módulo de integración y 5) identificación de los puntos críticos/áreas de intervención. La creación de la resolución espacial se basa en el nivel deseado de detalle o dependiendo de la disponibilidad de los principales parámetros, es decir, datos demográficos existentes, uso de la tierras/cubierta vegetal. El módulo de demanda describe la distribución espacial del consumo de combustibles de madera, dividida, si es posible, por tipo de combustible, es decir leña o carbón vegetal; por usuarios del sector, doméstico o industrial, y por área (rural vs. urbana). El módulo de oferta abarca información acerca de fuentes de biomasa provenientes de combustibles de madera natural o plantada, residuos provenientes de actividades agrícolas, residuos de biomasa indirecta provenientes del agroprocesamiento y de la industria de productos forestales. El enfoque principal del módulo de integración consiste en analizar las interacciones pertinentes que existen entre los módulos de oferta y demanda, con el fin de inferir situaciones y obtener un equilibrio entre la oferta y la demanda, es decir, déficits o superávits. El último paso implica la identificación de las áreas que necesitan una intervención urgente en términos de demanda, oferta o ambas. La identificación de puntos críticos se basa en un índice de prioridad que refleja los aspectos clave del análisis.

¿Qué datos y capacidades se necesitan para ejecutar el análisis?

Los requerimientos de datos incluyen conjuntos digitales para unidades administrativas, censos y otra información de tipo socioeconómica y demográfica. El módulo de demanda requiere datos acerca del consumo proveniente de encuestas que normalmente abarcan solo

parte del país y utilizan diferentes metodologías/supuestos con variables socioeconómicas. Los datos requeridos para el modelo de la oferta exigen un inventario forestal nacional, reservas de biomasa provenientes de clases no forestales de uso de las tierras, provenientes generalmente de estudios locales, estadísticas desglosadas, inventarios detallados de uso de las tierras/cubierta vegetal, accesibilidad de la infraestructura, preparación de modelos digitales en terreno, problemas/restricciones legales para el acceso a los bosques, información agrícola que incluye área, productividad y uso de los residuos agrícolas en terreno, información acerca de la agroindustria e industrias de productos forestales para determinar la generación de residuos o de subproductos.

Este conjunto de capacidades necesarias para ejecutar este análisis exige un equipo multidisciplinario que incluya expertos del área forestal, agrícola, energía, SIG, administración de bases de datos, cartografía, estadística y gestión de los recursos naturales. El valor agregado de este conjunto multidisciplinario de capacidades es la promoción de las comunicaciones y sinergias entre los sectores con diferentes actores, tanto del sector público como privado.

10.2 Limitaciones y adecuación

Los vacíos en los datos son un gran problema. En especial, el acceso a datos confiables acerca de la oferta de combustibles de madera ha sido un desafío históricamente importante en el análisis de la dendroenergía. Con frecuencia, la parte más importante de datos disponibles para el módulo de la oferta es el inventario forestal nacional. Raramente se encuentra disponible información detallada acerca de clases de uso de la tierra no forestales y otros usos. Para los datos de consumo, normalmente se encuentra disponible información solo para una parte del país y a veces se obtiene utilizando diferentes metodologías. Sin embargo, todos estos problemas pueden ser superados mediante el uso de una variable sustitutiva para “*espacializar*” los valores discontinuos; 2) la extrapolación de información disponible a nivel del proyecto hacia una región completa en estudio y completar las lagunas de datos específicos o críticos con nuevos datos provenientes de estudios en terreno. Los principales desafíos consisten en encontrar variables directas o sustitutivas disponibles a nivel nacional que puedan utilizarse para estimar parámetros de producción/consumo y su distribución espacial.

Los resultados provenientes de un reciente análisis FODA (Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas) del WISDOM demostraron que la metodología es flexible y adaptable a diferentes condiciones y escalas y que puede entregar una estructura básica de los estudios de sostenibilidad, lo que incluye extensiones para la aplicación en inventarios de carbono, para llevar a cabo mediciones de GEI y evaluaciones del ciclo de vida. Algunas de las debilidades identificadas se relacionan con la alta demanda en términos de recursos humanos, metodología no estándar que es necesario ajustar a características específicas del país y la necesidad de hacer que la metodología sea más fácil de usar.

CUADRO 5

POTENCIAL DE BIOENERGÍA PROVENIENTE DE BIOMASA FORESTAL Y BIOMASA PROVENIENTE DE RESIDUOS – ANÁLISIS EN PERÚ

Al igual que muchos países, los combustibles de la madera y el carbón vegetal en Perú son fuentes importantes de energía en las áreas rurales y en las viviendas urbanas pobres. Actualmente, alrededor del 11% del total de producción de energía de Perú proviene del uso de fuentes de biomasa sólidas, principalmente leña y carbón vegetal. Por ende, los bosques son muy importantes para las poblaciones rurales, dado que abastecen de madera y de otros bienes esenciales a los hogares rurales. Por otro lado, los residuos agrícolas (especialmente en la costa, pero también en la selva) también pueden ser una fuente importante de uso energético, a pesar de que poco se ha hecho para sacar ventaja de este potencial.

Al efectuar un trazado de mapas de la oferta y demanda de combustibles de madera se demostró que de un total de 194 provincias en Perú, 58 tienen déficits en cuanto a combustibles de madera. Estos déficits principalmente se concentran en las provincias de las regiones costeras y de la Sierra. Por otro lado, los superávits se encuentran en las provincias amazónicas. La Sierra muestra un “punto crítico” de déficit generado por biomasa forestal para cocinar y calefacción, en un lugar en que el recurso forestal está en peligro. Considerando la biomasa indirecta generada a partir de residuos provenientes de cultivos, la agroindustria e industrias de procesamiento forestal, la situación mejora en varias provincias en la región costera.

Referencias

Masera, O., Ghilardi, A., Drigo, R. & Trossero, M.A. 2006. *WISDOM: A GIS-based supply demand mapping tool for woodfuel management*, Biomass and Bioenergy 30 (2006), pp. 618-637. FAO. Rome.

FAO. 2009. *Proceedings Expert Consultation WISDOM: Evaluation of current Status* Rome 18-19. Rome. (available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/k6767e/k6767e00.pdf>)

Barrena Arroyo, V., Gianella, J., García, H., Flores, N., Rubín, E., Ocaña, J.C. & Guillén, R. 2010. *Análisis de recursos biomásicos leñosos y de residuos para uso combustible para el Perú, contained in Bioenergía y seguridad alimentaria “BEFS”- El análisis de BEFS para el Perú - Compendio Técnico volumen I - Resultados y Conclusiones*, and Volumen II Metodologías. FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper No. 39. Rome.

ANÁLISIS TECNOECONÓMICO Y AMBIENTAL: COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

Introducción

Un sólido argumento para el desarrollo de biocombustibles líquidos se relaciona con la capacidad del sector para sacar provecho del potencial agrícola, atrayendo la mayor cantidad de inversiones públicas y privadas necesarias con el fin de aumentar la productividad agrícola para el beneficio de la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza. En este contexto, la producción de cultivos para biocombustibles puede ofrecer oportunidades que generen ingresos para los pequeños agricultores. La integración de la participación de los pequeños agricultores en la producción de cultivos para biocombustibles puede producir beneficios económicos para los pobres, pero esto requerirá de apoyo para permitir que los pequeños productores mejoren su productividad. Sin embargo, la creación de estrategias en pro de los pobres para el desarrollo de biocombustibles líquidos debe ser consistente con los principios de maximización de las ganancias del sector privado. Es decir, el sector privado necesita darse cuenta de que la participación de los pequeños agricultores no afecta necesariamente sus niveles de ingreso.

El desarrollo de biocombustibles también dependerá de cuán capaz sea la agroindustria existente de transformar biomasa para la producción de biocombustibles y los roles que la inversión pública y privada tengan en el desarrollo del sector. Estos factores son determinantes clave de la viabilidad económica de la industria de biocombustibles y son fundamentales para determinar el potencial para una eventual comercialización de los combustibles derivados de la biomasa, en especial en los países en desarrollo. En algunos casos, la industrialización de la producción de biocombustibles líquidos probablemente conllevará a la instalación y adquisición de nuevas tecnologías y provenientes del extranjero. Una prioridad clave es hacer que estas tecnologías se ajusten correctamente a las condiciones del país, prestando particular atención a la disponibilidad de la capacidad local y las capacidades para el mantenimiento y operación de las plantas de bioenergía. Además, si la capacidad local es baja, se deben considerar las perspectivas futuras para crear capacidades y el mercado de proveedores asociados.

Este análisis contempla los costos de producción desde una perspectiva social a través de una consideración explícita de cómo las configuraciones de producción de biocombustibles líquidos pueden incorporar a los agricultores de pequeña escala y seguir siendo rentables. En esencia, el estudio lleva a cabo un análisis de factibilidad considerando



la competitividad a través de la participación de pequeños agricultores. Este análisis entrega apoyo a los gobiernos en su diálogo con el sector privado. Específicamente, permite algún grado de armonización entre los intereses motivados por los ingresos del sector privado y objetivos sociales más amplios.

Los resultados de este trabajo entregan información acerca de estimaciones del costo de la producción de biocombustibles, en base a condiciones locales en el país, hacen recomendaciones acerca de las configuraciones o esquemas de tecnologías de producción de biocombustibles y biomasa que se adapten mejor al país y destacan temas y necesidades para hacer que el sector sea más competitivo. Este análisis genera perfiles de costo de la producción de biocombustibles de acuerdo con el tipo de cultivo, tipo de combustible y se basa en las características de producción de materias primas y los esquemas de conversión de tecnología industrial. Ayuda a determinar los mejores esquemas tecnológicos para producir alcohol para uso como combustible, a partir de diferentes materias primas analizadas y cómo la cadena de producción de biocombustibles puede incorporar a los pequeños agricultores y seguir siendo rentable.

11.1 Metodología: una visión general

El proyecto BEFS utiliza metodología desarrollada por la Universidad Nacional de Colombia en Manizales. El análisis, que se divide en dos componentes principales, busca establecer los costos de producción utilizando características tecnológicas e información de cultivos específicos.

El primer componente es el *costo de producción de materias primas* cuyo objetivo consiste en determinar, en base a las prácticas promedio de producción existentes, tanto a nivel de pequeños agricultores como a nivel comercial, el costo de producción de materias primas que luego se utiliza para establecer el precio de estas en la puerta de la planta de biocombustibles. El segundo, el *componente tecnológico*, se enfoca en la conversión industrial de la biomasa en biocombustible líquido para determinar el costo de producción de un litro de biocombustible líquido, en base al precio de la materia prima y las opciones tecnológicas de producción adecuadas para el país.

Dentro del análisis, se identifican escenarios para determinar cuánto combustible se debe producir, qué materia prima se debe utilizar en el proceso y quién debe suministrar la materia prima, es decir pequeños agricultores (con pequeña explotación), productores comerciales (fincas) o una mezcla de ambos (sistema de subcontratación). Estos escenarios se crean en base a información recopilada en el país y, en gran medida, reflejan los posibles emprendimientos de inversión en biocombustibles. Las materias primas son identificadas por el país, o bien, se puede generar un inventario de las posibles opciones de materias primas. En base a los escenarios y la materia prima seleccionada, se estiman los costos de producción agrícola. Se recopila información de fuentes bibliográficas acerca de los

sistemas de producción agrícola para los agricultores de pequeña escala y se estiman los costos de producción.

Los costos agrícolas a escala comercial se estiman en base a revisiones de la bibliografía e información proporcionada por el sector privado u otros expertos agrícolas del país. El margen de ganancias y transporte de la venta de las materias primas se establece en base a información existente o la opinión de expertos y se agrega a los costos de producción. En base a opciones de la oferta de materias primas, el precio de estas se entrega en la puerta de la planta y se determina posteriormente. Las configuraciones o sistemas de producción industrial se definen sobre la base de la capacidad de producción deseada, la composición química de las materias primas y el tipo de combustible deseado. Para ello, el primer paso consiste en desarrollar una evaluación de la tecnología y de la capacidad humana para determinar la capacidad tecnológica del país. A continuación de esta evaluación, se deben seleccionar las diversas tecnologías de producción que pueden aplicarse a las condiciones del país. Las tecnologías seleccionadas se utilizan para generar sendas de conversión o planillas de flujos de procesos que representen las diversas formas para producir combustibles líquidos. El sistema de producción se divide en pasos de procesamiento que incluyen el acondicionamiento de las materias primas, reacción o transformación de las materias primas, recuperación de los productos, utilización de los subproductos y eliminación de los flujos de desechos.

Se utiliza ASPEN plusTM (Aspen Technologies, Inc., USA), un simulador de procesos comercial¹¹, junto con un software especial adicional, para analizar las etapas específicas del proceso de producción industrial, es decir fermentación y destilación. La metodología también considera el manejo de desechos industriales y efluentes para generar comercialmente coproductos tales como biocompost, biofertilizantes y electricidad que puedan contribuir a la competitividad del proceso global, haciendo que la industria sea más rentable y trayendo ingresos adicionales para el gobierno. También se consideran factores relacionados con las condiciones locales, por ejemplo recursos, costo de la mano de obra y, lo más importante, el potencial para que las comunidades que participan adopten las tecnologías. Los escenarios de producción se simulan en ASPEN plusTM, y se entrega así el consumo de energía y los balances en masa de los distintos esquemas tecnológicos propuestos.

Los balances energéticos y en masa¹² generados por la simulación de los diversos escenarios junto con el precio de las materias primas (costo de las materias primas en la puerta de la planta) se ingresan en el Aspen Icarus Process Evaluator (elemento de

11 Aspen Plus es una herramienta de modelamiento de procesos para diseño conceptual, optimización y control de rendimiento para las industrias químicas, de polímeros, productos químicos especiales, metales y minerales y de energía a base de carbón. Aspen Plus es un elemento vital de las aplicaciones aspenONE[®] Process Engineering de AspenTech.

12 Para ello, se consideró la energía térmica requerida en los intercambiadores de calor y calderas, así como también, las necesidades de energía eléctrica de las bombas, compresores, molinos y otros equipos.

las aplicaciones ASPEN plus Process Engineering). El Aspen Icarus Process Evaluator también se utiliza para calcular los costos de capital y de operación; sin embargo, se incorporan parámetros específicos en cuanto a las condiciones del país tales como el impuesto a la renta, salarios de la mano de obra, costo de los servicios, insumos químicos, entre otros, con el fin de calcular el costo de producción por litro de biocombustibles para cada uno de los escenarios en investigación.

En el caso de Tailandia, el Joint Graduate School of Energy and Environment (JGSEE, por sus siglas en inglés) desarrolló un modelo con planillas de cálculo y lo adaptó con datos obtenidos de encuestas en terreno. Los dos criterios principales que se utilizaron en la evaluación financiera fueron el costo de producción y la tasa de rentabilidad. En este modelo, se definen insumos estándar y valores por defecto (precios, parámetros financieros, etc.) y se aplican a los diferentes escenarios. Estos escenarios corresponden a datos financieros y operacionales provenientes de la producción de materias primas y de opciones de fabricación analizados en el contexto de Tailandia.

¿Qué datos y capacidades se necesitan para ejecutar el análisis?

En la definición de escenarios a evaluar, es necesario familiarizarse con la situación existente tanto en la agroindustria en general, como en los biocombustibles líquidos en particular (o cualquier avance planificado para la producción de biocombustibles líquidos en el país). Por ejemplo, es necesario contar con información acerca de asociaciones de productores, organizaciones industriales, número de molinos de azúcar y de aceite, nivel de tecnologías utilizado, uso de coproductos. Los requerimientos de datos para llevar a cabo el análisis incluyen información acerca de la producción agrícola de los cultivos en investigación, lo que incluye variedades, rendimientos, patrones de cultivo, bibliografía acerca de costos de producción de materias primas divididos de acuerdo con los costos de semillas, fertilizantes, suministros agrícolas, mano de obra, riego, cosecha y transporte post cosecha. Establecer el costo de producción de las materias primas exige insumos provenientes de agrónomos locales y economistas agrarios, especialmente con conocimientos de los cultivos en estudio para la producción de biocombustibles y de las prácticas agrícolas de pequeños agricultores y comerciales en el país.

Con el fin de evaluar la capacidad tecnológica del país, se requieren datos acerca de la disponibilidad de capacidades técnicas necesarias para apoyar las operaciones de procesamiento de biocombustibles, lo que incluye tanto requerimientos de mano de obra calificada como no calificada. Otras áreas de la evaluación de la capacidad tecnológica incluyen la capacidad de ingeniería en campos básicos y más específicos (como microbiología y bioquímica); la disponibilidad de técnicos eléctricos y en plomería; el acceso a tecnologías y equipos provenientes de proveedores locales y la entrega de servicios; la capacidad de fabricar y el desarrollo tecnológico de equipos de procesamiento de biocombustibles líquidos; el acceso a insumos de procesamiento para la operación de plantas de biocombustibles líquidos, lo que incluye productos

químicos, solventes, aditivos, etc. Se requieren además expertos locales en ingeniería, de preferencia con conocimientos en ingeniería industrial, para asesorar en el proceso de selección de tecnología y para definir las configuraciones tecnológicas de producción que mejor se ajusten a la capacidad de los países. Para llevar a cabo las simulaciones de ingeniería de procesamiento, la composición química de las variedades de cultivo para la producción de biocombustibles requiere información acerca de la humedad, fibras, carbohidratos totales, reducción de azúcares, grasas, fécula, aceite, cenizas, etc. Para evaluar las estimaciones de los costos de producción, se requiere información acerca de condiciones locales tales como impuesto a la renta, salarios de la mano de obra, costo de los servicios, insumos químicos.

La simulación y modelamiento de la conversión de la biomasa en biocombustible fueron realizados utilizando diferentes paquetes comerciales, así como también con software especializado. La simulación de cada planilla de cálculo tecnológica incluyó todos los pasos de procesamiento para la conversión de materias primas en biocombustible. Para ello, la principal herramienta de simulación que se utilizó fue el paquete Aspen Plus versión 12.0 (Aspen Technology, Inc., USA), a pesar de que se llevaron a cabo simulaciones preliminares con el simulador SuperPro Designer version 7.0 (Intelligen, Inc., USA). También se emplearon paquetes especializados para realizar cálculos matemáticos tales como Matlab, Octave y Polymath. Algunas tareas de optimización específicas fueron desarrolladas utilizando el paquete GAMS (GAMS Development Corporation, USA). Además, se utilizaron software especialmente diseñados y desarrollados por el grupo de investigación de consultoría como ModELL-R, para desarrollar cálculos termodinámicos específicos y así se definieron las prioridades termofísicas que no se encontraron en la bibliografía. Se obtuvieron datos adicionales acerca de las propiedades físicas de los componentes necesarios para la simulación del trabajo de Wooley y Putsche (1996). Uno de los temas más importantes a considerar durante la simulación es la selección apropiada de los modelos termodinámicos que describen la fase líquida y de vapor. Se aplicó el modelo Non-Random Two-Liquid (NRTL) para calcular los coeficientes de actividad de la fase líquida y se utilizó la ecuación de estado de Hayden-O'Connell para la descripción de la fase de vapor. Para ejecutar las simulaciones, se requirió de conocimiento técnico en ingeniería de procesos para especificar parámetros y condiciones de operación de cada una de las unidades de producción que participan en la conversión de biomasa en biocombustible.

11.2 Limitaciones y adecuación

Gran parte de los costos de producción provienen del costo de la materia prima, por lo cual los supuestos acerca del precio de la materia prima en la puerta de la planta tienen un impacto significativo en el costo estimado de los biocombustibles. Los costos de producción que se han utilizado en este análisis se basan tanto en fuentes secundarias como en indicaciones de costos provenientes de evaluaciones efectuadas por expertos locales. El análisis considera un costo de producción *promedio* del cultivo o materia

prima en estudio para un país. Sin embargo, pueden existir variaciones en los costos de producción de materias primas dentro de un país que pueden tener efectos importantes en el costo de producción estimado. Por lo tanto, un análisis más localizado que refleje las prácticas agrícolas locales y capten los patrones de costo de producción locales puede entregar una mejor estimación de los costos de producción de los biocombustibles. El análisis capta solo superficialmente los aspectos posteriores a la cosecha y de margen de ganancias. Es necesario incorporar mejor estos dos aspectos en el análisis con el fin de evaluar la rentabilidad esperada en diferentes condiciones de producción.

La metodología de ingeniería de procesos aplicada hasta la fecha se ha limitado a una simulación de la producción de biocombustibles líquidos de *primera generación*. Sin embargo, con mayor conocimiento e información acerca de las materias primas, la metodología aplicada puede extenderse para investigar biocombustibles líquidos de segunda generación y otros tipos de bioenergía. La metodología, como la desarrollada por la Universidad de Colombia en Manizales, incorpora un componente de evaluación ambiental que no fue incluido en el contexto del proyecto BEFS, pero que puede utilizarse en un análisis futuro. Además, la metodología en la fase industrial cuantifica los equilibrios en masa y energéticos que pueden utilizarse como insumos directos para una evaluación de los ciclos de vida y así llevar a cabo un equilibrio de GHG. Sin embargo, será necesario un componente para evaluar el GEI generado en las actividades agrícolas, con el fin de generar un GEI para toda la cadena de producción de biocombustibles líquidos. En el caso de Tailandia, el análisis de los costos de producción está relacionado con la evaluación del ciclo de vida del GEI (ver el capítulo 11 para mayores detalles). Otro aspecto importante es el hecho de que se califica y cuantifica fácilmente la generación de empleo en la planta industrial, pero no se capta la generación de empleo a nivel de la finca. Posiblemente, se puede desarrollar un componente que capte el potencial de empleo a nivel de la finca para fortalecer la dimensión social del análisis.

CUADRO 6

ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN TANZANIA

Para abordar el desarrollo de la agroindustria para la producción de biocombustibles en Tanzania, fue necesaria una evaluación de la accesibilidad y capacidad tecnológica del país. Al revisar cuidadosamente estos dos factores, se garantizó que los escenarios de producción presentaran opciones que se adecuaran mejor a la situación social y económica específica del país. La evaluación abarca criterios que incluyen: la disponibilidad de capacidades humanas necesarias para apoyar la producción de biocombustibles, el acceso a servicios y a tecnologías en los mercados locales y el acceso a insumos de procesamiento para operar las plantas de biocombustibles.

En base a estos resultados, se definieron tres opciones tecnológicas de producción adecuadas para Tanzania. Estas opciones se diferenciaron en base al nivel de complejidad de las tecnologías que participan en cada uno de los pasos de procesamiento industrial. En el caso del primer nivel de desarrollo tecnológico, este representó el nivel más fácil de implementar en Tanzania, dado que implica tecnologías convencionales ya probadas a nivel mundial, pero que son, por sobre todo, tecnologías menos eficientes. Para el segundo nivel de tecnología de producción, se requiere una transferencia de tecnología adecuada y grado adecuado de inversión por parte del sector privado con el fin de garantizar el éxito del proceso de producción. El tercer nivel de tecnología abarcó tecnologías complejas y que aún no se encuentran comercialmente disponibles, cuya implementación no se recomienda en el caso de Tanzania, no obstante se demostró la manera en que el sector posiblemente puede evolucionar en el tiempo. En el contexto de Tanzania, la observación general fue que la transferencia de tecnología y la creación de capacidad local serán fundamentales para la sostenibilidad en el largo plazo de una industria de biocombustibles nacional.

ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN PERÚ

El análisis de costos de producción de biocombustibles líquidos en Perú evalúa su competitividad en el caso de que una parte de las materias primas para la industria sea suministrada por pequeños agricultores. El análisis abarca nueve escenarios de producción que investigan la producción de biocombustibles a partir de la caña de azúcar, aceite de palma y *jatropha*. Los escenarios simularon la producción de materias primas en donde el 40% de ellas es suministrado por pequeños agricultores y el 60% por una sola gran plantación, en que el 100% de la producción de materia prima corresponde a esta gran plantación. Los resultados indican que incluir a los pequeños agricultores en la cadena de abastecimiento puede, *bajo ciertas condiciones*, ser competitivo con los sistemas de producción de biocombustibles líquidos que son elaborados exclusivamente a gran escala. Sin embargo, existe una necesidad de promover conceptos institucionales que respalden la acción colectiva por parte pequeños agricultores, de manera que puedan acceder a más dividendos financieros que ofrece el sector de bioenergía. Los pequeños agricultores que operan bajo asociaciones también pueden tener un mejor acceso a tecnología que les permita tener mayores rendimientos, comparables con los de las grandes operaciones.

Referencias

Wooley, R. & Putsche, V. 1996. *Development of an ASPEN PLUS physical property database for biofuels components*. Report NREL/MP-425-20685. Golden, CO, USA: National Renewable Energy Laboratory. 38 p.

Cardona, C. A., Sánchez, Ó.J., Gutiérrez, L.F. & Quintero, J. A. 2009. *Biofuel Technologies in Tanzania*. National University of Colombia Manizales. Technical Document prepared for BEFS. Manizales, Colombia.

Crispin, M.; Quintero, J. A.; Felix, E.R. *Análisis de costos de producción de biocombustibles líquidos en el Perú: una dimensión social en bioenergía y seguridad alimentaria “BEFS”- El análisis de BEFS para el Perú - Compendio Técnico volumen I - Resultados y Conclusiones and Volumen II Metodologías*. FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper No. 39. Rome.

FAO. 2010. *Bioenergy and Food Security - The BEFS analysis of Thailand*, Chapter 6. FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper n. 42. Rome.

ANÁLISIS TECNOECONÓMICO Y AMBIENTAL: EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Introducción

La creciente demanda por biocombustibles líquidos podría llevar una expansión o un cambio en los usos de las tierras agrícolas, con posibles efectos adversos sobre el medio ambiente. Por lo tanto, es necesario incluir criterios de sostenibilidad para garantizar que el desarrollo del sector de biocombustibles se lleve a cabo de manera adecuada. Dado que el desarrollo de biocombustibles líquidos ha sido promovido como un medio para reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI), es importante que la definición de sostenibilidad incluya el impacto que los posibles cambios en el uso de la tierra¹³ y los cambios directos en el uso de la tierra¹⁴ puedan tener sobre el equilibrio total de GEI en la producción de biocombustibles líquidos, dado que puede influir en el beneficio climático. Ya se ha llevado a cabo una gama de análisis de los ciclos de vida de los biocombustibles y los datos iniciales se encuentran disponibles, pero no necesariamente representan cambios en el uso de la tierra tanto directos como indirectos. Es más, en la mayoría de los casos, estos análisis fueron realizados utilizando valores por defecto o valores promedio que aparecen en la bibliografía. En este contexto, un análisis integral que represente las emisiones de GEI provenientes de cambios directos en el uso de la tierra junto con las emisiones provenientes de los procesos industriales, puede entregar una perspectiva más intuitiva acerca de su rendimiento en cuanto a la sostenibilidad.

El objetivo de este trabajo consiste en analizar los efectos que pueden surgir de la producción agrícola de cultivos para bioenergía, que incluyen cambios directos en el uso de la tierra y cambios de un cultivo por otro, y cómo estos cambios afectan la emisión total de GEI en la cadena de producción de biocombustibles. El estudio utiliza una evaluación del ciclo de vida para evaluar la emisión de GEI. Una evaluación del ciclo de vida es una herramienta para la evaluación sistemática de los posibles aspectos e impactos ambientales asociados con un producto, proceso o actividad, proveniente de la producción de materias primas hasta su desecho final. La metodología de evaluación del ciclo de vida aplicada consistió en un análisis de la producción de biocombustibles desde la cuna (finca) a la puerta de la fábrica¹⁵ que considera la implicación del cambio

13 Un cambio en el uso de la tierra se refiere a un cambio de un cultivo por otro, por ejemplo, yuca por arroz.

14 De acuerdo con la definición del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), los cambios directos del uso de la tierra son la conversión de la categoría de uso de la tierra, por ejemplo, tierra forestal a tierra de cultivo.

15 El análisis de la cuna a la puerta consiste en la evaluación de la emisión de GEI generada desde la finca, transporte de los cultivos desde el campo a la planta, la conversión física y química de las materias primas, incluidos los procesos intermedios tales como astillado y la conversión industrial de materias primas en biocombustibles.



del uso de la tierra y los cambios de un cultivo por otro en la producción de cultivos para biocombustibles. En este caso particular, la evaluación del ciclo de vida se realiza utilizando el programa para el cálculo de emisiones proveniente el programa GEMIS, un software alemán desarrollado por el Oeko-Institute y utilizado ampliamente a nivel internacional¹⁶. GEMIS puede utilizarse para calcular y desplegar emisiones de GEI, otras emisiones, insumos y productos energéticos, demanda de materias primas y otros insumos, además de implicaciones ambientales. Para incorporar los cambios del uso de la tierra y de un cultivo por otro es necesario identificar los posibles cambios en el uso de la tierra y los cambios de un cultivo por otro. Para ello, en primer lugar se realizó una encuesta para evaluar las actuales tendencias de producción agrícola y para establecer los posibles mecanismos para el cambio en el uso de la tierra/cambios de un cultivo por otro. Posteriormente, se sigue la metodología de orientación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) para los inventarios nacionales de gases de efecto de invernadero, volumen 4, para evaluar los cambios en las reservas de carbono, arriba y bajo el suelo, emisiones de metano y emisiones de óxido nítrico.

12.1 Metodología: una visión general

El análisis busca definir el equilibrio de GEI para la producción de biocombustibles, representando los impactos relacionados con los posibles cambios directos en el uso de la tierra y los cambios un cultivo por otro. Esto se realiza investigando e identificando cuidadosamente posibles cambios en el sector agrícola que puedan provenir de la expansión de los cultivos para producción de bioenergía. Las emisiones de GEI que provienen de cambios en la producción agrícola se incorporan en el GEI global para evaluar la sostenibilidad de la senda de producción.

El estudio configuró una gama de escenarios de producción de biocombustibles que representan diversas configuraciones para la producción de materias primas, es decir, consideraciones agrícolas con insumos bajos versus altos, en el cambio del uso de la tierra y en el cambio de cultivo por otro y las configuraciones de producción de biocombustibles, por ejemplo yuca seca versus yuca fresca, uso de cogeneración, etc. Luego, el análisis utiliza los principios de evaluación del ciclo de vida. La implementación de la metodología de evaluación del ciclo de vida implica cinco pasos principales: 1) establecer la frontera de sistemas para la evaluación, 2) recopilación de datos para establecer el inventario de datos, 3) definir y calcular las emisiones a partir del cambio del uso la tierra y los cambios de un cultivo por otro en la producción agrícola del cultivo para biocombustibles, 4) calcular el equilibrio de GEI para toda la producción de biocombustibles y 5) analizar la sostenibilidad utilizando las emisiones de GEI y las demandas de energía como criterios.

¹⁶ Se descarga gratis desde www.gemis.de

¿Qué datos y capacidades se necesitan para ejecutar el análisis?

La delimitación de los elementos incluidos en el análisis de sistema indica procesos o actividades que se analizan; en este caso particular, el enfoque se dirige al análisis desde la cuna (finca) a la puerta de la planta. El sistema de análisis incluye etapas de la producción agrícola, transporte de cultivos a la planta y procesamiento en la planta. Los insumos agrícolas en el sistema incluyen fertilizantes, productos químicos, pesticidas, fertilizantes orgánicos, semillas, maquinaria, consumo de diésel en las operaciones agrícolas¹⁷ y transporte de bienes a la finca, aplicación de pesticidas, productos químicos y fertilizantes. También incluye cambios en el uso de la tierra, cambios de un cultivo por otro y posibles cambios en la gestión de producción de cultivos. El transporte de un cultivo hacia una instalación de procesamiento de biocombustibles incluye datos acerca del tipo de transporte utilizado, distancias promedio desde el terreno a la planta de producción de biocombustibles y consumo de combustible. Los datos acerca de la producción de biocombustibles se basan en las configuraciones de producción industriales del país y sus condiciones de operación. El tipo de datos necesarios son la demanda de materias primas, cantidad de uso de energía (vapor, calor y electricidad), tipo de combustible utilizado, eficiencias de conversión, demanda de agua, potencial de cogeneración.

Dado que el objetivo del análisis consiste en reflejar la situación en el país de la manera más completa posible, la información utilizada en el análisis debe provenir de fuentes locales del país. En particular, los posibles cambios del uso de la tierra, los cambios de un cultivo por otro y los cambios en la gestión de la producción de cultivos. En el actual estudio de BEFS se obtuvieron a través de encuestas en terreno¹⁸. Sin embargo, si se cuenta con recursos limitados, la información se puede inferir de la bibliografía específica del país o de entrevistas con expertos nacionales. La información acerca de configuraciones industriales puede provenir de visitas o entrevistas en las refinerías. En los casos en que los países no tienen un sector de biocombustibles, se puede inferir la configuración posible y se pueden utilizar como variables sustitutivas datos de países bajo condiciones similares.

Los valores de las emisiones provenientes del cambio en el uso de la tierra y los cambios un cultivo por otro se calculan en base a la metodología de orientación del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto de invernadero, volumen 4¹⁹. Se utilizan ecuaciones para calcular los cambios en la reserva de carbono arriba y bajo tierra, emisiones de metano y emisiones de óxido nitroso, además de valores por defecto²⁰. El

17 Esto puede influir las actividades posteriores a la cosecha, es decir, la producción de astillas secas.

18 Es importante recalcar que esta encuesta no es significativa estadísticamente y solo se utiliza para sacar algunas de las implicaciones que los cambios que se producen o que resulten de la producción de cultivos para biocombustibles puedan tener sobre el equilibrio global de GEI.

19 IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Preparado por National Greenhouse Gas Inventory Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K (Eds). Published: IGES Japan.

20 El uso de las fórmulas del IPCC son: ecuación de la reserva de carbono: 2,25 y métodos simplificados de la UE; ecuación de emisión de metano 5,1 y 5,2; field burning equation 2,27; ecuación de óxido nitroso 11,1.

resumen de la emisión calculada a partir de los parámetros anteriores se agrega para evaluar las implicaciones que posiblemente tengan el cambio del uso de la tierra o cambios de un cultivo por otro en términos de emisiones. Los resultados se presentan en toneladas de $\text{CO}_2\text{eq/ha}^{21}$. Los cálculos de GEI para la producción total de biocombustibles se realizan utilizando el software GEMIS. Este software se encuentra disponible de manera gratuita (“dominio público”) y se puede copiar y distribuir sin restricciones. Si se publican los resultados de los análisis del GEMIS, se debe hacer una referencia al GEMIS. En el programa, los productos y procesos para cada uno de los escenarios de interés se definen y se vinculan, es decir, el etanol se define con datos técnicos como composición elemental de su valor calórico, etcétera. Los datos provenientes de la evaluación del ciclo de vida se incorporan posteriormente en el programa GEMIS para llevar a cabo el cálculo²². Los resultados se analizan en base a los gramos de combustible (producto) de $\text{CO}_2\text{eq/MJ}$ y también información de producción acerca de los requerimientos de energía que pueden utilizarse como parámetro de análisis. Los requerimientos de energía pueden dividirse en renovables, no renovables y otros. Estos parámetros se pueden utilizar para comparar diversas configuraciones de producción y evaluar el grado de ahorro de combustibles fósiles asociado con cada sistema de producción.

El conjunto de capacidades exige expertos en agricultura, energía, procesos e ingeniería para ejecutar este análisis. El conocimiento técnico en agricultura es importante con el fin de captar las realidades del país y proyectar futuros escenarios de la producción de cultivos para combustibles, de la manera más completa posible. Los especialistas en energía pueden contribuir con insumos importantes en la matriz energética existente en el país (como cambios proyectados en la incorporación de energías renovables). El conocimiento técnico en ingeniería es necesario para comprender cómo los productos y procesos interactúan y evaluar las configuraciones industriales.

12.2 Limitaciones y sostenibilidad

La evaluación del ciclo de vida como un proceso con el objetivo de evaluar impactos ambientales ha recibido retroinformación positiva y negativa. La evaluación del ciclo de vida implica una metodología intensiva en datos que requiere una amplia gama de información acerca de procesos y productos materiales. Los datos se expresan en diferentes unidades de medida y necesitan unificarse y unirse sistemáticamente, lo que hace que el proceso de administración de datos sea más complejo. El uso de datos primarios es clave para tener un análisis preciso, pero puede ser imposible recopilar datos primarios para todos los datos de entrada requeridos, por lo que los expertos en evaluación del ciclo de vida se basan en bases de datos acumuladas. Esto puede ser problemático en términos de la precisión, dado que se deben considerar las condiciones geográficas y locales que tengan implicaciones en la sensibilidad, con el fin de obtener un análisis preciso. Es más,

21 Se debe observar que la conversión de emisiones de metano y de óxido nitroso en CO_2eq utiliza un potencial de calentamiento global de 21 y 310 factores respectivamente.

22 Se debe observar que la conversión de datos se realiza para tener todos los valores en una base de contenido energético.

la evaluación del ciclo de vida representa un análisis estático y es necesario actualizar constantemente las bases de datos o la información de entrada para reflejar los avances actuales en producción que pueden producir diversos resultados. Existe una amplia gama de modelos de evaluación del ciclo de vida y técnicas de análisis de datos y aunque existe un traslape considerable, aún es complejo hacer comparaciones entre estudios. El principal problema radica en las diferentes configuraciones de las condiciones de frontera para el análisis. Esto es clave porque determina el nivel de detalle de los datos e información que influye en los resultados. A pesar de estas dificultades, la evaluación del ciclo de vida es una herramienta valiosa para el análisis del impacto ambiental. Permite la identificación de alternativas más eficientes y menos contaminantes.

La Asociación Global de la Bioenergía (GBEP por sus siglas en inglés) ha desarrollado marco metodológico de análisis del ciclo de vida del GEI para bioenergía para guiar algunas de las aplicaciones de la evaluación del ciclo de vida en los biocombustibles. Este marco entrega las pautas acerca de una serie de preguntas para aumentar la transparencia y facilitar la comparación entre las metodologías. El marco no establece estándares de datos y no especifica el uso de ningún modelo de emisiones en particular, el objetivo consiste en asegurar que los países y organizaciones evalúen la bioenergía de una manera coherente, utilizando métodos apropiados a sus circunstancias, condiciones y sistemas de producción estudiados.

CUADRO 7

EMISIONES DE GEI EN LA PRODUCCIÓN DE YUCA-ETANOL CONSIDERANDO CAMBIOS DIRECTOS EN EL USO DE LA TIERRA Y CAMBIOS DE UN CULTIVO POR OTRO EN TAILANDIA.

Tailandia ha establecido una medición de su política para apoyar el desarrollo de los biocombustibles con el objetivo de reducir las importaciones de petróleo, diversificar la matriz energética y mitigar los efectos adversos del cambio climático. La producción actual de etanol proviene de materias primas de melazas. Sin embargo, las nuevas operaciones están apuntando hacia la yuca como una materia prima alternativa para la producción de etanol. La posible expansión de la yuca para la producción de etanol puede influir en el surgimiento de problemas acerca de la sostenibilidad, en particular por cambios en el uso de la tierra y cambios de un cultivo por otro. El estudio evaluó la sostenibilidad de la producción de etanol utilizando emisiones de gases de efecto de invernadero como un indicador de sostenibilidad.

Un análisis a través de encuestas acerca de la producción de yuca demostró que se pueden producir algunos cambios de cultivos y cambios en el uso la tierra, principalmente un cambio desde campos de producción de arroz a yuca y un cambio en el uso de la tierra, desde tierras degradadas a yuca. Los resultados indicaron que el mayor impacto en los GEI en el cultivo de yuca provenía de la conversión de campos de arroz en

campos de cultivo de yuca, que generaban entre 48 a 88 CO₂eq/MJ, dependiendo del nivel de intensificación agrícola, bajo y alto respectivamente. Las emisiones de GEI desde la cuna (finca) hasta la puerta de la fábrica, incorporan cambios de un cultivo por otro y cambios en el uso la tierra, para la producción de yuca-etanol, para un cambio de campos que producen arroz a la producción de yuca se calcula en menos de 40 CO₂eq/MJ. La European Union Directive establece el requerimiento de sostenibilidad para el etanol en 54,5 CO₂eq/MJ.

Referencias

LeVan, S. L. 1995. Life Cycle Assessment: Measuring Environmental Impact, paper presented at the 49th Annual Meeting of the Forest Products Society. Portland, Oregon.

GBEP. 2009. The GBEP Common Methodological Framework for GHG lifecycle Analysis of Bioenergy. FAO. Rome.

FAO. 2010. Bioenergy and Food Security – The BEFS analysis of Thailand, Chapter 7. FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper n. 42. Rome.

Siemers, W. et al. 2010. Technical, Economic and Environmental Evaluation of Biofuel Production in Thailand. The Joint Graduate School of Energy and Environment, Bangkok. Document prepared for BEFS.

ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO: GRANDES EFECTOS GENERALES EN LA ECONOMÍA

Introducción

La expansión de la producción de biocombustibles puede tener importantes implicaciones más allá de las materias primas para biocombustibles y los sectores de procesamiento posteriores. Esto es debido a que la producción de biocombustibles puede generar vínculos relacionados con el crecimiento (es decir, efectos multiplicadores o de chorreo) para el resto de la economía. Por ejemplo, la producción de biocombustibles requiere insumos intermedios, tales como servicios de transporte para que los biocombustibles lleguen a los consumidores o los mercados de exportación. En este caso, la expansión del uso de biocombustibles genera una demanda adicional por servicios producidos localmente, lo que puede crear empleos y oportunidades de ingresos para los trabajadores y sus hogares, vinculados a la cadena abastecimiento de biocombustibles. Además, estos nuevos ingresos a la larga se gastarán en bienes de consumo y servicios, lo cual nuevamente generará una demanda adicional por productos que no son biocombustibles. Finalmente, existen vínculos macroeconómicos a través de los cuales los biocombustibles pueden estimular el crecimiento de toda la economía. Por ejemplo, las exportaciones de biocombustibles pueden ayudar con problemas de tipo de cambio, lo cual con frecuencia limita la capacidad de los países en desarrollo de importar los bienes de inversión necesarios para expandir su producción en otros sectores. Además de ello, estos vínculos económicos pueden generar ganancias que son mucho mayores que las generadas por el sector de biocombustibles por sí solo.

Sin embargo, si bien existen ganancias para toda la economía producto de la expansión de la producción de biocombustibles, también existen problemas que pueden reducir la producción y los ingresos en cualquier área de la economía. Por ejemplo, la producción de biocombustibles requiere de insumos de factores, tales como tierra y mano de obra, que pueden tener una oferta limitada en algunos países. En este caso, la asignación de tierras para materias primas para biocombustibles puede reducir la tierra disponible para otros cultivos. Es más, se ha prestado gran atención al aumento de la competencia en cuanto a la tierra para cultivos agrícolas en el debate de los biocombustibles, principalmente por los problemas en cuanto a la producción de cultivos alimentarios y las posibles implicaciones de los biocombustibles en la seguridad alimentaria de los países en desarrollo. Sin embargo, si para producir biocombustibles se encuentra disponible tierra no utilizada, aún así habría mano de obra que se desplazaría desde los sectores que no son biocombustibles, como trabajadores que se van a fincas/plantas



de biocombustibles, como también pequeños agricultores que reasignan su tiempo a la producción de cultivos para biocombustibles. Esto significa que en la medida que se expande la producción de biocombustibles, puede disminuir la producción en los sectores que no son de biocombustibles, con lo cual se contrarrestan al menos parte de las ganancias en toda la economía que se mencionaron anteriormente. Finalmente, los productores de biocombustibles pueden requerir incentivos tributarios o apoyo proveniente del gobierno para sus inversiones, lo que reduce los ingresos públicos o las inversiones para otras actividades, como educación o infraestructura (es decir, costos de oportunidad). Este “desplazamiento fiscal” también puede disminuir el desarrollo de los sectores diferentes al de los biocombustibles.

Los vínculos y problemas anteriores implican que, con el fin de evaluar todos los impactos y cómo se contrarresta la producción de biocombustibles, necesitamos un marco analítico que vaya más allá de las ganancias directas privadas de los productores de biocombustibles. Este marco necesita captar los vínculos y problemas indirectos o de toda la economía, mientras que al mismo tiempo considere implicaciones macroeconómicas y microeconómicas de los biocombustibles. El método económico específicamente diseñado para captar estos canales de impacto se conoce como modelamiento “equilibrio general computable” (CGE, por sus siglas en inglés). Dos estudios recientes para Mozambique y Tanzania muestran cómo los modelos CGE pueden ser utilizados para examinar los impactos de los biocombustibles en toda la economía (i.e., Arndt *et al.* 2010; Thurlow 2010).

13.1 Modelo CGE típico de un país

¿Qué hay al interior del modelo CGE?

Los modelos CGE con frecuencia se aplican a temas de política exterior, distribución de ingresos y cambio estructural en los países en desarrollo. Tienen una serie de características que los hacen adecuados para esta clase de análisis. En primer lugar, los modelos CGE simulan el funcionamiento de la economía de mercado, que incluye mercados de productos y factores, y entregan una perspectiva útil acerca de cómo los cambios en las condiciones económicas son mediados a través de precios y mercados. Esto les permite captar gran parte de los vínculos entre la producción y la demanda mencionados anteriormente. En segundo lugar, la naturaleza estructural de estos modelos nos permite introducir fenómenos, como lo biocombustibles, y considerar diferencias en la manera en que los biocombustibles pueden producirse (por ejemplo pequeños agricultores versus grandes fincas, utilizando yuca, en lugar de azúcar de caña). Por el contrario, la mayoría de los métodos estadísticos solo pueden utilizarse luego de que se hayan establecido nuevos sectores y se hayan recopilado datos. En tercer lugar, los modelos CGE aseguran que se respeten todas las restricciones en la economía. Como se mencionó anteriormente, los biocombustibles podrían generar ganancias sustanciales de moneda extranjera (o ahorros si las importaciones de combustibles se reducen) y el uso de grandes cantidades de tierra y mano de obra. Es importante entonces considerar

los problemas, tales como la balanza de pagos y la oferta de tierras utilizables y mano de obra. En cuarto lugar, los modelos CGE contienen divisiones sectoriales detalladas y entregan un “laboratorio de simulación” para examinar cuantitativamente cómo los diferentes canales de impacto influyen en el rendimiento y estructura de la economía. Finalmente, los modelos CGE generalmente vinculan la producción sectorial y los ingresos con un conjunto detallado de grupos de hogares y, de esa manera, entregan un marco teóricamente coherente para realizar un análisis de distribución y del bienestar.

En los modelos CGE, la toma de decisiones económicas es el producto de la optimización descentralizada por parte de los productores y consumidores dentro de un marco coherente en toda la economía. En otras palabras, los modelos contienen una gran cantidad de agentes representativos que se comportan de acuerdo con sus propios intereses. Por ejemplo, los productores representativos en cada sector del modelo intentan maximizar sus ganancias (o minimizar sus costos de producción), sujetos a las tecnologías disponibles y a los precios actuales de mercado de los factores y productos. De la misma manera, grupos de hogares representativos intentan maximizar su utilidad (es decir, similar al gasto de consumo total), dados sus niveles actuales de salario, demandas de empleo y precios. La conducta de estos agentes en los modelos CGE es dirigida por una serie de funciones de producción y demanda. Además, se especifica una variedad de mecanismos de sustitución basados en los precios, que incluye la sustitución entre diferentes tipos de tierra, mano de obra y capital, y entre importaciones y exportaciones y bienes nacionales. De esta forma, por ejemplo, si la mano de obra no calificada se vuelve más cara en comparación con el capital, entonces todos los productores demandarán más capital y menos mano de obra. Sin embargo, los modelos CGE no asumen necesariamente de manera perfecta los mercados que funcionan, sino que más bien, se captan las rigideces institucionales y mercados perfectos limitando la movilidad de los factores entre sectores y se segmentan mercados laborales, ya sea por capacidades o niveles de educación. Esto permite una aplicación más real de esta clase de modelo en los países en desarrollo y en el contexto local en que se aplica el modelo.

Los modelos CGE también captan el actuar del gobierno, que incluye la recaudación directa e indirecta de impuestos a la renta, y los gastos actuales y de capital. De hecho, mantener los equilibrios fiscales es una característica clave de esta clase de modelos, dado que asegura la consistencia macroeconómica en el análisis. Por ejemplo, si se requiere que el gobierno gaste recursos públicos para apoyar la producción de nuevos biocombustibles, estos recursos deberán ser pagados, ya sea aumentando los impuestos, reduciendo otros gastos, o solicitando préstamos en el extranjero (con lo cual se incurre en intereses y repago de deuda). Los modelos CGE, por ende, captan las compensaciones entre los biocombustibles y otras opciones de inversión. Un segundo elemento macroeconómico coherente que se mantiene en los modelos CGE es la balanza de pagos. Con el fin de asegurar la disponibilidad de moneda extranjera, estos modelos registran las exportaciones, importaciones y transferencias de moneda extranjera. Entonces, si

las exportaciones de biocombustibles aumentan (o disminuyen las importaciones de petróleo), el tipo de cambio real en el modelo se ajusta para mantener los equilibrios externos (es decir, se deprecia o sube de valor). Finalmente, los modelos CGE registran todos los ahorros de la economía y los traducen en tasas de acumulación de inversiones y capital. Esto se combina con proyecciones demográficas y tasas de cambio técnico (es decir, mejoramiento de la productividad), con el fin de determinar la velocidad con la que crece cada sector y la economía en su conjunto.

Cuando el modelo CGE simula la expansión de la producción de biocombustibles, predice cambios en los precios para los consumidores y los ingresos de los hogares. Esto se puede utilizar para estimar los cambios en la pobreza, tanto a nivel nacional como para diferentes regiones o grupos de hogares (por ejemplo, rural/urbana o agrícola/no agrícola). Esto se realiza vinculando directamente el modelo CGE con la misma encuesta de ingresos y gastos del hogar utilizada para construir el modelo. De esta manera, cada grupo de hogares agregado en el modelo representa realmente un conjunto de hogares individuales en la encuesta. Esto permite utilizar los resultados de precios y demanda del modelo CGE para estimar los cambios en el gasto y consumo real de los hogares en la encuesta. Podemos también comparar los niveles de consumo iniciales y finales de los hogares con la línea de la pobreza, con el fin de determinar si la pobreza aumenta o disminuye, una vez que se expande la producción de biocombustibles. De esta manera, el modelo CGE no solo capta problemas o equilibrios macroeconómicos, sino que también traduce los cambios en el sector y a nivel nacional en cambios en los ingresos de cada hogar y la pobreza.

¿Qué datos y capacidades se necesitan para ejecutar el análisis?

Los modelos CGE abarcan muchas áreas de la economía real de un país, por lo que no sorprende que requieran conjuntos de datos integrales. El conjunto de datos esenciales generalmente en un modelo CGE por país que se denomina “matriz de contabilidad social” (MCS). Una MCS es un marco contable macroeconómico coherente que capta todos los flujos de ingresos y gastos dentro de una economía, en un año dado. La creación de una MCS puede demandar bastante tiempo, dado que requiere recopilar datos de una amplia gama de fuentes (por ejemplo, cuentas nacionales, ingresos de los hogares y cuentas de gastos, datos comerciales y tributarios, y la balanza de pagos). Una vez recopilados, estos datos deben ser conciliados entre sí, dado que casi siempre existen inconsistencias entre los datos recopilados por diferentes organismos. La mayoría de los países, sin embargo, ya cuentan con una MCS y puede utilizarse para estudiar los efectos de los biocombustibles. Esto se comprueba incluso si la MCS de un país no es precisamente reciente, dado que las estructuras esenciales en una economía por lo general no cambian rápidamente. Si no existe una MCS, existen numerosas publicaciones que explican el proceso para crearla (ver, por ejemplo, Thurlow and Wobst 2003, and Breisinger, Thomas and Thurlow 2009).

Asumiendo que existe una MCS, entonces el siguiente paso consiste en “insertar” los nuevos sectores de biocombustibles en la base de datos (si es que no aparecen ya en la MCS). Para hacerlo, es necesario recopilar información acerca de las “tecnologías” de producción de biocombustibles (es decir, costos de insumos por litro de biocombustible producido). La información acerca de la producción de materias primas para biocombustibles (por ejemplo, caña de azúcar), por lo general se encuentra disponible en los presupuestos de las fincas y en las encuestas de cultivos compiladas por los ministerios de agricultura locales. La recopilación de costos de procesamiento de biocombustibles se documenta en otro resumen de BEFS titulado “Análisis Tecno-Económico y Ambiental: Costos de Producción de los Biocombustibles”. Si no se encuentra disponible información de procesamiento de los biocombustibles para un país específico, es posible obtener información de otros países que ya hayan establecido sectores de biocombustibles y que los hayan incluido en sus MCS.

Para ejecutar un modelo CGE es necesario utilizar un lenguaje de programación computacional matemático, como GAMS o GEMPACK. Este lenguaje se utiliza para especificar las ecuaciones del modelo y para “calibrar” los parámetros de los modelos con la información contenida en la MCS. Algunos ministerios de gobierno pueden tener la capacidad de utilizar estos lenguajes de programación. Sin embargo, estas capacidades generalmente se encuentran en los departamentos académicos o institutos de investigación. Una vez que haya sido recopilada la información acerca de las tecnologías de biocombustibles, puede tardar más de dos meses extender el modelo CGE y ejecutar las simulaciones de los nuevos biocombustibles. Este lapso variará dependiendo de cuán familiarizados se encuentran los investigadores locales con los modelos CGE.

13.2 Limitaciones y adecuación

Aunque los modelos CGE tienen muchas ventajas, muchas de las cuales se describieron anteriormente, también tienen desventajas. Es más, un enfoque para toda la economía no es muy adecuado para el análisis de todos los temas. Al tratar de desarrollar un panorama integral de toda la economía, algunos detalles necesariamente deben eliminarse. Si se han eliminado detalles altamente pertinentes para el tema analítico disponible, el enfoque obviamente no es lo suficientemente adecuado. Para los estudios de biocombustibles, se recomienda poner énfasis primero en la estimación de los costos de producción a nivel de la planta y de la finca, con el fin de determinar la posible rentabilidad de los productores de biocombustibles. Solo si se descubre que los biocombustibles son rentables dentro de un país, y si los efectos en toda la economía tienen un interés particular, se debiera realizar un análisis más complicado en toda la economía. Además, se pueden abordar algunos temas de manera adecuada con marcos económicos menos integrales y que permiten al analista utilizar más tiempo en el análisis y menos tiempo en temas de datos y modelamiento. Sin embargo, si las nuevas inversiones en biocombustibles son importantes, es probable que tengan implicaciones posteriores para toda la economía. Además, los gobiernos pueden interesarse en comparar diferentes clases de materias primas y disposiciones

institucionales o en determinar impactos indirectos, como crecimiento económico nacional o la pobreza en los hogares y la seguridad alimentaria. En dichos casos, se requiere un enfoque CGE. Un análisis CGE puede ser muy útil para entregar a los responsables de las políticas indicios de cómo las inversiones particulares en bioenergía afectarán objetivos de desarrollo más amplios, más allá del sector de biocombustibles (por ej., crecimiento económico nacional, ingresos de los hogares, etc.). Por ejemplo, es útil saber que una senda en particular puede tener un mayor impacto que otra senda sobre la pobreza y la inequidad, en términos de direccionar las intervenciones necesarias para asegurar que estos resultados realmente se produzcan. La principal ventaja de un análisis CGE radica en captar las implicaciones de las inversiones en bioenergía sobre toda la economía y la consideración de mercados de factores (por ejemplo, salarios de la mano de obra y empleo). Esto es especialmente importante si un factor en particular, por ejemplo la tierra, se ve en problemas dado que se pueden crear tensiones entre el uso de la tierra para alimentos y para materias primas para la producción de biocombustibles.

Sin embargo, realizar un análisis CGE es complejo y requiere un conjunto de capacidades específicas que no siempre se encuentran disponibles en el país. Los países generalmente confían en expertos internacionales de CGE, de instituciones conocidas que tienen un nivel específico de conocimientos técnicos requeridos y experiencia en la aplicación del análisis CGE en el contexto de la bioenergía en los mercados agrícolas. De esta manera, los responsables de las políticas necesitarán decidir cuándo solicitar e incluir un análisis CGE. Esta decisión generalmente se basará en la escala de inversión (es decir, la probabilidad de que las inversiones en biocombustibles tengan implicaciones en toda la economía).

Se pueden identificar tres etapas en el proceso de decisión

Etapla 1: *Para inversiones en bioenergía realmente pequeñas (aproximadamente menos de 50 000 ha)*

En este caso, el responsable de las políticas debe enfocarse en la factibilidad de la propuesta de inversión, lo que incluye el cálculo de los costos de producción de las cadenas de abastecimiento de biocombustibles específicas e identificar su vulnerabilidad frente a las fluctuaciones de los precios de los combustibles fósiles. En otras palabras, decidir bajo qué condiciones la producción de bioenergía interna puede ser competitiva/rentable en los mercados de destino.

CUADRO 8

APLICACIÓN DE UN CGE EN TANZANIA

Un reciente estudio para Tanzania desarrolló un modelo CGE para estimar el crecimiento y las implicaciones de distribución de los escenarios alternativos de producción de biocombustibles (ver Thurlow 2010). Los escenarios simulados por el modelo tenían diferencias en cuanto a las materias primas utilizadas para producir biocombustibles (caña de azúcar o yuca), y la escala de producción de materias primas (esquemas de subcontratación de pequeños agricultores versus grandes fincas).

Los resultados de la simulación del modelo indicaron que, si bien algunos agricultores sin duda dejarían la producción de cultivos alimentarios, no existe un conflicto a nivel nacional entre la producción de alimentos y de combustibles en Tanzania. En realidad, son los cultivos de exportación tradicionales los que se verían afectados de manera adversa por un aumento en el tipo de cambio, provocado por el aumento de las exportaciones de biocombustibles (o la reducción de las importaciones de petróleo). Es más, el gran tamaño del sector exportador de productos agrícolas de Tanzania impide que la producción de alimentos se contraiga. Esto es porque la cantidad de tierra que se reemplazaría por materias primas para la producción de combustibles sería menor que las tierras que se dejarían para los cultivos de exportación tradicionales. De esta forma, la producción de alimentos realmente aumenta cuando se producen biocombustibles. De manera global, los ingresos nacionales aumentarían y se crearían nuevas oportunidades de empleo en los sectores de biocombustibles. Esto debe llevar a aumentos de la riqueza a través de la distribución de ingresos, no obstante, posteriormente a un posible periodo de ajuste, los precios, trabajadores agrícolas y exportadores de productos diferentes a los biocombustibles se deben adaptar a las nuevas condiciones del mercado.

Los hallazgos del estudio indican que, si bien mejoraría la riqueza de los hogares, independientemente de cuál materia prima o disposición institucional se selecciona para producir biocombustibles, son los esquemas de subcontratación de pequeña escala, especialmente para cultivos como la yuca, los más efectivos para aumentar los ingresos de los hogares más pobres. Por lo tanto, el estudio recomendó que Tanzania explore oportunidades para comprometer a los pequeños agricultores en la producción de biocombustibles, posiblemente a través de sistemas de producción mixtos de pequeña-gran escala. Sin embargo, los sistemas mixtos pueden reducir la confiabilidad de la oferta de materias primas para los procesadores posteriores. A pesar de este problema, y dados sus sólidos resultados en pro de los pobres y una mayor rentabilidad, el estudio recomendó una industria de biocombustibles de pequeños agricultores, basada en la yuca para Tanzania.

Etapla 2: *Para inversiones en bioenergía que requieran apoyo gubernamental*

Los inversionistas con frecuencia requieren incentivos del gobierno (por ej., bajar la carga impositiva o infraestructura proporcionada públicamente como caminos y puertos), los cuales pueden tener implicaciones fiscales macroeconómicas. En este caso, los responsables de las políticas no solo debe considerar la viabilidad de las propuestas (ver arriba), sino que deben también evaluar el efecto de los subsidios en los ingresos fiscales del gobierno y el costo de oportunidad de entregar infraestructura a la bioenergía, en vez de hacerlo hacia otros sectores.

Etapla 3: *Para grandes inversiones en bioenergía (aproximadamente más de 100 000 ha)*

En este caso, el responsable de las políticas ha sido bien asesorado para llevar a cabo un análisis CGE adecuado acerca de las implicaciones de las inversiones de gran escala, con el fin de tener claros los efectos en toda la economía y cómo representarlos dentro del diseño del marco político. Específicamente, es el caso si se espera que las inversiones en biocombustibles contribuyan a los objetivos de desarrollo nacionales, como reducir la pobreza o acelerar el crecimiento.

Referencias

Thurlow, J. & Wobst, P. 2003. *Poverty-focused Social Accounting Matrices for Tanzania*. Trade and Macroeconomics Discussion Paper 112. International Food Policy Research Institute, Washington D.C.

Breisinger, C., Thomas, M. & Thurlow, J. 2009. *Social Accounting Matrices and Multiplier Analysis: An Introduction with Exercises*. Food Security in Practice Technical Guide 5. International Food Policy Research Institute, Washington D.C.

Arndt, C., Benefica, R., Tarp, F., Thurlow, J. & Uaiene, R. 2010. *Biofuels, growth and poverty: a computable general equilibrium analysis for Mozambique*. FAO Environment and Development Economics 15(1), pp. 81-105. Rome.

Thurlow, J. 2010. "Economy wide effects of bioenergy developments" in Maltsoğlu, I. and Khwaja, Y. *Bioenergy and Food Security: The BEFS Analysis for Tanzania*. FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper No. 35. Rome.

ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO: SEGURIDAD ALIMENTARIA Y VULNERABILIDAD DE LOS HOGARES

Introducción

Ha habido una preocupación generalizada en cuanto al aumento repentino de los precios de los alimentos básicos. Muchas razones explican este aumento, frente al cual la bioenergía es una de las razones determinantes. La crisis alimentaria experimentada por muchos países ha llevado a una mayor preocupación acerca de si el desarrollo actual en bioenergía tendrá o no un efecto significativo en los precios de los alimentos. El desarrollo de la bioenergía de primera generación representan una fuente adicional de demanda por la producción de cultivos, lo que puede llevar al aumento de los precios, a menos que se efectúe una inversión adecuada en agricultura e infraestructura relacionada para apoyar una respuesta de la oferta que mantenga la estabilidad en los precios. Este análisis pone énfasis en los impactos del aumento de los precios de los alimentos básicos en diferentes grupos de hogares y ayuda a identificar segmentos vulnerables de la población.

El objetivo de esta sección consiste en alertar a los responsables de las políticas acerca de los cambios de precios frente a los cuales un país se encuentra más vulnerable y, además, ayuda a identificar aquellos segmentos de la población que se encuentran en un mayor riesgo. Esto permite enfocar de manera adecuada las medidas y los programas de salvaguardia específicos a implementar.

14.1 Impacto en el bienestar de los hogares: antecedentes metodológicos

El posible aumento de los precios de los alimentos básicos puede tener impactos positivos o negativos en un país, dependiendo de su posición neta en cuanto a las importaciones y exportaciones. El aumento de precios tendrá un impacto positivo en los países exportadores netos y un impacto negativo en los países importadores netos. A nivel de los hogares, con el fin de evaluar cómo les afecta el aumento de precios de los alimentos, es importante considerar la posición neta del hogar con respecto a la producción y el consumo. Los hogares pueden ser tanto productores como consumidores de cultivos. Por ejemplo, un hogar rural que cultiva arroz en su finca lo puede vender y consumir. Un hogar urbano tiende solo a comprar arroz y no lo produce. Debido a doble naturaleza que puede tener el hogar, lo que importa es su posición neta con respecto a la producción y el consumo, es decir, si un hogar es un productor neto o un consumidor neto. Un hogar productor neto se define como un hogar para el cual el ingreso bruto total que proviene del cultivo excede las compras totales. Para los hogares productores netos, los



aumentos de precios son positivos. Un hogar consumidor neto es un hogar para el cual el ingreso bruto total que proviene del cultivo es menor que las compras totales. En este caso, un aumento del precio del cultivo seleccionado afecta al hogar. El impacto total en los hogares se mide por el efecto del cambio de precio en el bienestar neto del hogar, definido como la diferencia entre las ganancias del productor y las pérdidas del consumidor. Ver el anexo para mayores detalles al respecto y las referencias completas a la bibliografía pertinente.

14.2 La estructura del análisis y requerimientos de datos

El objetivo global del análisis consiste en establecer los impactos en el bienestar debido a los cambios de precios, es decir, cuáles hogares ganan y cuáles hogares pierden producto del cambio de precio y qué sectores en particular de la población son los más vulnerables a estas crisis de precio. Inicialmente el análisis define cuáles son los cultivos alimentarios más importantes en el país. En base a esta lista, se calcula la posición de comercialización neta por cultivo. Esta información establece el escenario para el análisis del impacto en el bienestar de los hogares.

Lista de cultivos alimentarios

El primer paso en el análisis consiste en identificar los cultivos alimentarios más importantes en el país. Se utilizan datos de consumo de calorías per cápita para clasificar los cultivos alimentarios. Al final de este capítulo, se presenta un ejemplo de la clasificación de alimentos. Generalmente, entre uno a tres cultivos constituyen los cultivos alimentarios más importantes y contribuyen aproximadamente entre un 50% y un 60% de las calorías totales.

Posición de comercialización neta por cultivo

En base a esta lista de principales cultivos alimentarios, el análisis continúa determinando si el país es un importador neto o un exportador neto para cada uno de los cultivos seleccionados. Este tipo de información entregará una primera indicación acerca del impacto global de los aumentos en los precios de las materias primas clave y guiará los resultados obtenidos en el análisis a nivel de los hogares. Se utilizan datos de comercialización macroeconómicos²³ por producto para calcular la posición de comercialización neta del país por producto.

Análisis del impacto en el bienestar de los hogares

El impacto del cambio de precio en el bienestar de los hogares se divide en el impacto en el hogar como consumidor de bienes y el impacto en el hogar como productor de bienes. Los impactos a nivel de los hogares se calculan como los impactos netos en los hogares, debido a un cambio inicial en el precio del productor de un 10%.

²³ Se pueden encontrar datos de comercialización en <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx> o <http://faostat.fao.org/> o a través de las instituciones estadísticas pertinentes del país.

Se asume inicialmente que el precio del productor cambia en un 10%. El cambio del 10% en el precio es solo un cambio de precio de referencia, pero es útil para establecer un punto de comparación para el análisis. Los impactos de cambios de precios mayores o menores se puede evaluar fácilmente, dado que el cálculo del impacto en el bienestar simplemente aumentará o disminuirá proporcionalmente. Por ejemplo, si en el último trimestre o año el precio de un cultivo ha aumentado en un 50%, el impacto en el bienestar del hogar sería cinco veces mayor comparado con el impacto calculado para un aumento de precio del 10%.

Se pueden utilizar en el análisis del impacto los cambios recientes de precio²⁴ y los cambios de precios simulados. Los cambios recientes de precio son útiles para comprender cuán graves han sido los impactos de los hogares en los últimos años o meses en el país. Cuando se consideran diferentes periodos de tiempo, se debe considerar la estacionalidad. Los cambios de precios simulados se extraerían de otras secciones del análisis de BEFS²⁵.

Una serie de variables de los hogares se extraen de la encuesta para caracterizar los hogares. La opción de las características de los hogares depende de la naturaleza de las políticas en cuestión. En el caso del trabajo sobre pobreza y vulnerabilidad, las dos variables clave iniciales de los hogares son el grupo de quintil de ingresos y la ubicación urbano/rural. Los hogares además pueden ser caracterizados dependiendo nuevamente de temas políticos y la naturaleza del país. Por ejemplo, los hogares pueden distinguirse por propiedad de la tierra, género del jefe de hogar, nivel de educación o edad, propiedad de los activos, ubicación regional, etc. La combinación de variables específicas de características de los hogares generarán finalmente las tipologías de hogares. Una caracterización precisa mejorará la eficiencia de los programas de enfoque en los hogares.

El análisis a nivel de los hogares se basa en el ingreso de estos y las encuestas de gastos. Los países generalmente realizan encuestas a nivel de los hogares, pero con el fin de poder calcular el impacto en ellos de un cambio de precio de una materia prima alimentaria clave, la encuesta debe contener datos acerca de los ingresos y gastos por cultivo. Todas las variables requeridas son extraídas de la encuesta de los hogares y genera una base de datos para utilizar en el análisis.

14.3 Limitaciones y extensiones

La estructuración del análisis y tipología a nivel de los hogares es útil para identificar los cultivos alimentarios más importantes y los segmentos más vulnerables de la población.

24 Los precios de las materias primas generalmente se obtienen directamente de las instituciones nacionales pertinentes del país, como el Ministerio de Agricultura o las oficinas estadísticas nacionales.

25 Al considerar las variaciones específicas de precio, es importante distinguir entre cultivos transables y no transables y su vinculación con los movimientos internacionales de los precios. Como referencia, ver Rapsomanikis, G., 2009, he 2007-200 food price swing, Impact on policies in Eastern and Southern Africa, Commodities and Trade Technical Paper 12, FAO Roma 2009.

No obstante, este tipo de análisis se limita a efectos de corto plazo, por lo cual se requerirá un análisis de microsimulación más detallado o un modelamiento del equilibrio general para determinar el total alcance a largo plazo y los efectos multiplicadores de desarrollar un sector de bioenergía en un país. En segundo lugar, es necesario contar con un conjunto de datos de los hogares que incluya datos detallados acerca del ingreso y gasto por cultivo. El análisis requiere conocimientos técnicos en el manejo de datos a nivel de los hogares, análisis de datos a nivel de los hogares y un buen conocimiento de los mercados agrícolas y los movimientos de precios. Desde la perspectiva de las características y ubicación de los hogares, se puede extender el análisis para incluir diferentes niveles de detalle. Por un lado, los gobiernos pueden interesarse en diferencias regionales. En este caso, si los datos lo permiten, el análisis puede ejecutarse agregando el calificador regional al análisis y, de esa manera, permitir la implementación de programas específicos por región. Por otro lado, si existen grupos de hogares específicos, por ejemplo, hogares con más de una cantidad de dependientes, se pueden seleccionar características específicas de los hogares y agregarlas a la construcción de la tipología, nuevamente si los datos lo permiten.

CUADRO 9

ANÁLISIS A NIVEL DE LOS HOGARES EN CAMBOYA

A la fecha, el componente analítico a nivel de los hogares del BEFS ha sido ejecutado en Perú, Tanzania y Camboya (ver las referencias para una lista completa del trabajo por país). Aquí se incluyen extractos del análisis de Camboya para ilustrar algunos de los pasos analizados en este resumen y algunas de las conclusiones que pueden obtenerse del análisis. La clasificación de calorías en el caso de Camboya muestra que el arroz es uno de los cultivos alimentarios más importantes en el país. Ver la Tabla 3.

Tabla 3

Contribución calórica por materia prima para Camboya, 2004

Clasificación	Materia Prima	Calorías (kcal/día/cápita)	Participación en las calorías (%)
1	Arroz	1 382	65
2	Maíz	159	7
3	Carne de cerdo	88	4
4	Azúcar	82	4
5	Trigo	63	3
5	Pescado agua dulce	41	2
6	Yuca	23	1
6	Aceite de palma	20	1
7	Bananas	16	1

De esta forma, dentro de Camboya y, en general, en el contexto asiático, los problemas primarios de seguridad alimentaria en su mayoría se relacionan con el arroz,

dado que el arroz es el alimento básico principal en la región, especialmente cuando se considera a los segmentos más pobres de la población. Dado que el arroz no es una fuente importante de materias primas para la producción de biocombustibles, entonces el principal vínculo entre la producción de bioenergía y la seguridad alimentaria se da a través de cambios en las áreas de tierra dedicadas a la producción de arroz. Si las áreas de producción de arroz se utilizaran para una producción agrícola alternativa, como la producción de materias primas para bioenergía, podría tener un impacto en la producción de arroz y, de esa manera, en el precio del arroz, a menos que luego se produzcan los aumentos necesarios en la producción de arroz a través del aumento en el rendimiento. Si no aumenta el rendimiento, los avances en bioenergía impactarían el precio del arroz, con todo lo demás constante. Camboya es un exportador de arroz neto, ver la Tabla 4. De esta manera, todo el país se puede beneficiar por el aumento del precio del arroz. Lo que sí se debe dejar en claro es que si cualquier segmento particular de la población se viese afectado por este aumento de precio, se requeriría de políticas específicas de salvaguardia.

Tabla 5

Datos de comercialización macro para algunos cultivos alimentarios en Camboya

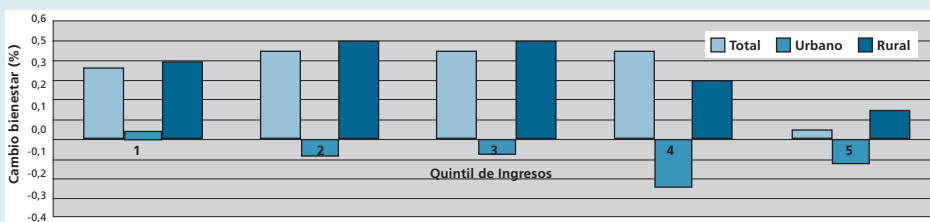
Producto	Cantidad de producción (Toneladas)	Cantidad de importación (Toneladas)	Cantidad de exportación (Toneladas)	Exportador neto (%)*
Arroz	4 520 000	50 000	800 000	17

* Calculado como $(\text{Exportaciones} - \text{Importaciones}) / \text{Producción}$ Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2009)

El análisis de Camboya se basa en datos de hogares extraídos de la Encuesta Socioeconómica de Camboya (CSES, por sus siglas en inglés) del año 2004. Esta encuesta contiene ingresos y gastos por cultivo y, de manera más específica para este caso, el ingreso proveniente del arroz y el gasto de los hogares en arroz. El análisis del bienestar de los hogares confirma que, a este nivel, los aumentos en el precio del arroz son positivos para el quintil de ingresos más bajo, el segmento más pobre de la población, ver la Figura 5. Este también es el caso cuando se distingue entre los pobres de las zonas urbanas y rurales, a pesar de que el beneficio acumulado por los pobres de las zonas urbanas es marginal. Al considerar el segundo quintil de ingresos, los hogares rurales aún se benefician del aumento de precios, pero los hogares urbanos tienen la probabilidad de perder.

Figura 5

Impactos en el bienestar de los hogares debido a un aumento del precio del arroz por quintil y ubicación



Nota: Como se analizó anteriormente, los resultados informados aquí se basan en un incremento de precios del productor de un 10%. Fuente: Cálculo por Maltoglou, Dawe and Tasciotti (2010)

Con referencia a los cambios de precios reales observados en el país, los precios de los alimentos clave aumentaron drásticamente en Camboya entre el 2007 y 2008 y disminuyeron durante 2009, aunque permanecieron en altos niveles en comparación con períodos anteriores. Entre 2007 y 2008, el precio de la mezcla de arroz, el arroz de más baja calidad (la variedad de arroz más importante para los segmentos pobres de la población), aumentó en un 101%. En conclusión, desde una perspectiva de la seguridad alimentaria, el precio del arroz debe ser controlado cuidadosamente para segmentos particulares de la población, como se describe en el análisis, a pesar de que el aumento global del precio del arroz puede ser positivo para Camboya.

Referencias

- Budd, J. W. 1993. Changing food prices and rural welfare: A nonparametric examination of the Cote d'Ivoire. *Economic Development and Cultural Change* 41 (3): pp. 587-603.
- Barrett, C. B. & Dorosh, P.A. 1996. Farmer's welfare and changing food prices: nonparametric evidence from Madagascar. *American Journal of Agricultural Economics* 78 (3): pp. 656-69.
- Deaton, Angus. 1989. Rice prices and income distribution in Thailand: A non-parametric analysis. *Economic Journal* 99 (Supplement): pp. 1-37.
- Ivanic, M. & Martin, W. 2008. Implications of higher global food prices for poverty in low-income countries. *Agricultural Economics* 39 (Supplement): pp. 405-416.
- Dawe, D. & Maltoglou, I. 2009. Analyzing the Impact of Food Price Increases: Assumptions about marketing margins can be crucial. *ESA Working Papers* 09-02. FAO. Rome.
- Minot, N. and Goletti, F. 1998. Export liberalization and household welfare: The case of rice in Viet Nam. *American Journal of Agricultural Economics* 80 (4): pp. 738-749.

Minot, N. & Goletti, F. 2000. Rice market liberalization and poverty in Viet Nam. International Food Policy Research Institute Research Report 114. IFPRI. Washington, DC.

Maltsoglou, I. & Dawe, D. 2010. Household level food security and vulnerability contained in Bioenergy and Food Security. The BEFS analysis for Tanzania. FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper No. 35. Rome.

Maltsoglou, I., Dawe, D. & Tasciotti, L. 2010. Household level impacts of increasing food prices in Cambodia. FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper No. 37. Rome.

Maltsoglou, I., Dawe D. & Tasciotti, L. 2010. Análisis de impacto de la seguridad alimentaria a nivel hogar en Perú, contained in Bioenergía y seguridad alimentaria BEFS-El análisis de BEFS para el Perú-Compendio Técnico volumen I- Resultados y Conclusiones. FAO Environment and Natural Resources Management Working Paper No. 39. Rome.

Apéndice: Impactos en el bienestar a nivel de los hogares: metodología y supuestos²⁶

Dado que los hogares pueden ser productores o consumidores de un bien i , el impacto de un cambio de precio en el bienestar de un hogar se divide en el impacto en el hogar como consumidor del bien y el impacto en el hogar como productor del bien. El impacto neto en el bienestar será la diferencia entre los dos efectos. De esta manera, el impacto en el bienestar de los hogares en el corto plazo se calcula así:

$$\frac{\Delta w^1}{x_0} = \%P_{p,i} \cdot PR_i - \%P_{c,i} \cdot CR_i \quad (1)$$

donde $\frac{\Delta w^1}{x_0}$ es la aproximación de primer orden del impacto neto en el bienestar en los hogares productores y consumidores, que se obtiene de un cambio de precio de la materia prima i , en relación con el ingreso inicial total x_{0i} (en el análisis, el ingreso es representado por el gasto).

$P_{p,i}$ es el precio del productor de la materia prima i

$\% P_{p,i}$ es el cambio del precio del productor de la materia prima i

PR_i es la proporción del productor de la materia prima i y se define como la proporción entre el valor de producción de i y el ingreso total (o gasto total)

$P_{c,i}$ es el precio del consumidor de la materia prima i

$\% P_{c,i}$ es el cambio en el precio del consumidor de la materia prima i .

CR_i , es la proporción del consumidor de la materia prima i y se define como la proporción entre el gasto total en la materia prima i y el ingreso total (o gasto total).

Se requiere el ingreso y gasto por cultivo para calcular la PR y CR en el cálculo del impacto neto en el bienestar.

Los supuestos realizados acerca de los cambios de precio de los consumidores y productores han demostrado ser cruciales. Al calcular los impactos en el corto plazo de los cambios de precio en el bienestar de los hogares en base a (1), una opción natural de la bibliografía ha sido el uso de un cambio porcentual igual para agricultores y consumidores. Como se muestra en Dawe y Maltoglou (2009), este supuesto, que implica que los márgenes de comercialización también aumentan en el mismo porcentaje, afectan críticamente los resultados del bienestar. Este tema ha sido analizado en algunos estudios y Minot y Goletti (1998) hacen una clara referencia a los márgenes de comercialización.

En este contexto, Dawe y Maltoglou (2009) demostraron que, conforme con un verdadero análisis *ceteris paribus*, si los costos y márgenes reales permanecen inalterados

²⁶ La metodología aplicada en esta parte del análisis es la que se describe en Minot y Goletti (2000) y se adaptó según se analiza en Dawe y Maltoglou (2009). Para obtener una descripción completa de la metodología, el lector debe consultar los estudios pertinentes analizados en Dawe y Maltoglou (2009).

frente a la crisis de precios de los alimentos en el mundo, entonces los precios del productor y consumidor se relacionan de la siguiente manera:

$$\frac{dP_C}{P_C} = \left(\frac{P_P}{P_C} \right) \cdot \frac{dP_P}{P_P} \quad (2)$$

en que el cambio del porcentaje del precio del consumidor es igual al cambio del porcentaje del precio del productor, multiplicado por la proporción del precio del productor y el precio del consumidor. Por lo tanto, dado que $P_P < P_C$, el cambio del precio del consumidor siempre será menor que el cambio del precio del productor.

En base a (2), cuando se asume un cambio de precio del productor en un 10%, se requiere la proporción de productor a precio del consumidor para calcular el cambio de precio del consumidor. Existen varias fuentes de datos que se pueden utilizar para obtener la proporción de productor a precio del consumidor, de una materia prima específica. Una posibilidad consiste en utilizar datos de las encuestas, siempre que estos datos contengan precios o cantidades (se pueden utilizar datos sobre gastos y cantidades para calcular un precio implícito). Otra posibilidad son los datos secundarios de precios, aunque se debe ser cuidadoso de que dichos datos sean representativos a nivel nacional y que tengan la misma calidad a nivel de la fincas y a nivel de la distribución al detalle. Si no se encuentran disponibles datos secundarios acerca de los precios a nivel de la finca, y la encuesta no contiene datos ni de precios ni cantidades, también es posible utilizar datos a nivel macro (cambios en la bolsa, producción, importaciones, exportaciones), junto con datos de gastos e ingresos provenientes de la encuesta para obtener una estimación de los precios relativos del consumidor y el productor. Consultar Dawe y Maltsoğlu (2009) para obtener un análisis acerca de este tema.

BIOENERGÍA: CADENAS DE PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES, MATERIAS PRIMAS PROVENIENTES DE LA BIOMASA Y TECNOLOGÍAS DE CONVERSIÓN

Las cadenas de producción de biocombustibles describen el proceso de producción que comienza desde la producción de biomasa para la transformación tecnológica de esta en biocombustible. Una cadena de producción de biocombustibles se puede caracterizar por el tipo de materia prima para biomasa y el portador energético producido (combustible). Por ejemplo, un tipo de materia prima podría ser la jatropha y el tipo de portador energético producido podría ser el biodiésel. Este tipo de enfoque integrado permite analizar los parámetros biofísicos, técnicos y económicos que son fundamentales para este marco analítico. Es más, el enfoque de la cadena de producción de biocombustibles entrega una visión holística del sistema de producción de biocombustibles, lo que permite la identificación de posibles implicaciones de las cadenas de producción de bioenergía en la seguridad alimentaria.

Además, las cadenas de producción de biocombustibles se asocian estrechamente con las características y sistemas de producción agrícola locales. Por ejemplo, la producción a nivel de pequeños agricultores de jatropha en las regiones semiáridas del África subsahariana.

Las fuentes de materias primas de biomasa para la producción de energía incluyen cultivos agrícolas, residuos agrícolas y forestales, residuos agroforestales y otras fuentes de desechos orgánicos. Las diferentes fuentes de flujos de biomasa se pueden agrupar en las siguientes categorías generales:

- *Cultivos energéticos:* Son cultivos agrícolas adecuados para la producción de bioenergía. Incluyen cultivos alimentarios provenientes de cultivos de almidón, tales como maíz, cultivos en base a azúcar, como la caña de azúcar y los cultivos de semillas de oleaginosas, como la soja. También se incluyen en esta categoría cultivos no alimentarios que se cultivan para la producción de bioenergía, por ejemplo pasto y cultivos madereros.
- *Existencias forestales:* Incluye la posible biomasa forestal disponible proveniente de la gestión forestal sostenible. Sin embargo, el uso de biomasa forestal para fines energéticos podría traducirse en una competencia con la industria de productos forestales, como madera, cartón, pulpa y papel, etc.

- *Residuos primarios provenientes de la agricultura y de la gestión forestal:* Estos residuos son subproductos orgánicos provenientes de las actividades de cosecha agrícola y forestal. Generalmente constan de materias lignocelulósicas, por ejemplo pequeñas ramas, hojas, residuos de maíz, que se pueden utilizar para la producción de energía.
- *Residuos secundarios provenientes de la industria de procesamiento:* Estos residuos se producen durante el procesamiento industrial de madera y cultivos alimentarios. Existe una amplia gama de residuos producidos a partir de los diversos procesos industriales, cada uno con distintas características. Por ejemplo, la industria de procesamiento forestal produce residuos de aserradero y licor negro que se pueden utilizar como materia prima para la producción de energía. Es importante recalcar que el uso de residuos provenientes de la industria de procesamiento de alimentos, como melazas o tortas pensadas para la producción de energía, es uno de sus innumerables usos importantes²⁷.
- *Desechos orgánicos:* Desechos orgánicos tales como desechos sólidos municipales orgánicos, madera de demolición o aceites para cocinar usados abarcan un flujo muy diverso de biomasa que se puede utilizar para la producción de energía.
- Todas estas categorías de biomasa son fuentes de biomasa viables para la producción de bioenergía. Sin embargo, dado que el objetivo de esta evaluación es el impacto de la producción bioenergética en la seguridad alimentaria, se debe prestar especial atención a los cultivos energéticos que podrían tener el mayor impacto en la seguridad alimentaria. Otros tipos de materias primas para biomasa ofrecen una opción viable para producir energía, sin competir o muy poco con los insumos agrícolas y, de esta manera, podría investigarse la producción de alimentos en el análisis de este marco.

Las opciones del proceso de transformación de biomasa en energía conforman una compleja matriz de posibilidades en base a las opciones de materias primas, disponibilidad de tecnología y aplicaciones en el uso final. La senda de conversión escogida dependerá del tipo, cantidad y calidad de materia prima para biomasa disponible, así como también del tipo de biomasa más adecuada y económicamente viable para la tecnología de procesamiento de energía que se encuentre disponible localmente. De esta manera, se puede efectuar un enfoque del desarrollo bioenergético, prestando primero atención a la materia prima disponible y luego considerando las opciones tecnológicas para su conversión. De manera alternativa, se puede primero identificar el portador energético preferido, es decir, en base a las necesidades del mercado energético, luego determinar las opciones de materias primas y tecnología disponibles para producir bioenergía.

²⁷ Existen usos alternativos de residuos secundarios, tales como el uso de residuos de aserradero en la industria de tableros de partículas o el uso de tortas de semillas de oleaginosas como forraje.

Las tres rutas de conversión tecnológica principales para convertir biomasa en biocombustible²⁸ pueden agruparse en procesos termoquímicos, fisicoquímicos y bioquímicos. Los procesos termoquímicos se basan en el uso de energía térmica para llevar a cabo la conversión química de la biomasa en un portador energético. Las tecnologías termoquímicas más comunes incluyen la combustión, gasificación, pirolisis y/o carbonización. Las tecnologías fisicoquímicas implican procesos físicos y químicos, tales como la producción de aceite vegetal crudo y biodiésel a partir de cultivos de semillas de oleaginosas o a partir de aceite para cocinar usado y grasas animales. Las conversiones bioquímicas se basan en procesos biológicos comúnmente a través del uso de microorganismos o enzimas que actúan como mediadores en la conversión de biomasa o de materiales de desechos orgánicos para producir etanol o biogás respectivamente.

28 Según la terminología adoptada por FAO (TUB –Terminología Unificada sobre la Bioenergía, 2004 (E)), biocombustible es cualquier combustible producido directa o indirectamente a partir de la biomasa, es decir, biocombustible líquido como el etanol y biodiésel, biocombustible gaseoso como el metano (biogás) y biocombustible sólido como carbón vegetal.

NOTA INFORMATIVA ACERCA DE LOS VÍNCULOS ENTRE LA BIOENERGÍA Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA²⁹

La seguridad alimentaria (SA) es un concepto complejo con muchas dimensiones y una serie de determinantes. Además, la bioenergía se puede producir a través de diversos procesos de conversión y a partir de una gama de materias primas cultivadas en diferentes entornos. Como resultado, no es posible en una pequeña nota describir cada mecanismo posible a través del cual la producción de bioenergía (BE) pueda afectar la seguridad alimentaria. En esta nota, se pondrá el enfoque en cómo la producción de bioenergía afecta la seguridad alimentaria a través de cambios en los precios de los alimentos e ingresos basados en el mercado. En muchas circunstancias, es probable que sean los efectos cuantitativamente más importantes. Sin embargo, no existe duda de que la producción de BE puede tener efectos en la SA, en los cuales no participen ingresos ni precios. Por ejemplo, la producción de pequeña escala de bioenergía en las áreas rurales puede permitir que algunos hogares dejen de cocinar con leña en espacios cerrados, con lo cual mejora su salud y la capacidad de su cuerpo de utilizar de manera más eficiente los nutrientes que se encuentran en los alimentos que ya consumen. De esta manera, el uso de BE podría permitir mejoramientos en la SA incluso sin ningún cambio en los patrones de consumo de alimentos. Para el resto de esta nota, no obstante, se ignorarán dichos efectos, aunque se reconoce que pueden ser muy importantes en algunas circunstancias.

En relación con los ingresos y los precios, es obvio que el ingreso es un determinante clave en la seguridad alimentaria de los pobres. Mientras más ingresos tengan un hogar o persona determinados, se puede comprar más alimento, tanto en términos de cantidad como calidad. Los precios de los alimentos también son determinantes importantes, pero los efectos precisos de los precios de los alimentos en la seguridad alimentaria son más complejos.

Los precios de los alimentos son clave para el bienestar de los pobres

Con el fin de comprender la importancia de los precios de los alimentos para la seguridad alimentaria, en primer lugar es importante distinguir entre productores de alimentos netos y consumidores de alimentos netos. Un productor de alimentos neto es alguien para quien las ventas totales de alimentos al mercado son mayores que la compra total de alimentos del mercado, mientras que en el caso de un consumidor de alimentos neto

²⁹ Esta sección fue preparada por D. Dawe, Economista Superior de la División de Economía del Desarrollo Agrícola FAO

es a la inversa. También es útil hacer esta distinción a nivel de cada materia prima, en contraposición a los alimentos en general.

Estos conceptos son bastante distintos desde un punto de vista rural o urbano. Si bien casi todos los habitantes urbanos son consumidores netos de alimentos, no todos los habitantes rurales son productores netos de alimentos. De hecho, agricultores muy pequeños y trabajadores agrícolas con frecuencia son consumidores netos de alimentos, dado que no poseen la tierra suficiente para producir alimento suficiente para su familia³⁰. Estos hogares rurales sin tierra con frecuencia son los más pobres de los pobres. La importancia de los campesinos sin tierra varía enormemente según cada país. En algunos países, como India, Indonesia y Bangladesh, entre otros, los campesinos sin tierra constituyen una parte significativa de la población rural. En otros, como en el caso de Tailandia con sus abundantes tierras, la importancia es mucho menor.

En términos generales, con la excepción que aparece en el pie de página 1, mayores precios de los alimentos pueden afectar sustancialmente a los consumidores netos de alimentos. Con el fin de comprender este efecto, es necesario considerar que para los pobres, una gran participación de sus gastos corresponde a los alimentos. Es más, en muchos países, los alimentos pueden representar entre un 70 y 80% de los gastos del cuarto más pobre de la población. En dichas circunstancias, el aumento del precio de los alimentos puede tener amplios efectos en el poder adquisitivo efectivo, incluso si no afectan directamente el ingreso nominal per se. A modo de ejemplo, Block *et al.* (2004) descubrieron que cuando los precios del arroz aumentaron en Indonesia a fines de los 90, las madres de las familias pobres respondieron reduciendo su ingesta calórica, con el fin de alimentar mejor a sus hijos, lo que llevó a un grave aumento del adelgazamiento de las madres. Es más, se redujeron las compras de alimentos más nutritivos con el fin de pagar el precio más alto del arroz. Esto llevó a una disminución medible en los niveles de hemoglobina en la sangre de los niños pequeños (y sus madres), lo cual aumentó la probabilidad de efectos negativos en el desarrollo. También se ha observado una correlación negativa entre los precios del arroz y el estatus nutricional en Bangladesh (Torlesse *et al.* 2003).

Por otro lado, es probable que los agricultores que son productores de alimentos netos se benefician de los mayores precios, los cuales, con todo lo demás constante, tenderán a aumentar sus ingresos. Dado que muchos agricultores son pobres, los mayores precios podrían ayudarlos a combatir la pobreza y mejorar su seguridad alimentaria. Sin embargo, también es necesario tener en mente que los agricultores con un mayor superávit de producción para la venta se beneficiarán más de los altos precios que los agricultores que tienen solo un pequeño superávit para vender. Además, en muchos contextos (pero no todos), los agricultores con más tierra tienden a estar mejor que los agricultores que solo

30 También es cierto que los precios de mercado influirán en si un hogar dado es un productor o consumidor de alimentos neto. Los precios altos desalentarán el consumo, fomentarán más producción y posiblemente convertirán algunos hogares consumidores netos en productores netos. Los precios más bajos pueden provocar lo contrario.

poseen un pedazo pequeño de tierra, de tal forma que es posible que los agricultores más pobres no reciban la cantidad de beneficios provenientes de los mayores precios de los alimentos.

Si bien estas son las primeras aproximaciones útiles en cuanto a los efectos de los mayores precios de los alimentos en la SA, los impactos finales pueden ser más complejos. En primer lugar, puede haber efectos multiplicadores en una segunda etapa, dado que los mayores ingresos de los agricultores, producto de mayores precios de los alimentos, generan demanda por otros bienes y servicios, la mayoría de ellos presumiblemente producidos a nivel local. Sin embargo, se debe considerar si el ingreso adicional de los agricultores es simplemente una transferencia desde los campesinos sin tierra y los pobres urbanos, estos nuevos efectos multiplicadores se producirán a expensas de los efectos multiplicadores anteriores generados por los patrones de gasto de los pobres, quienes ahora tendrán menos dinero para gastar en artículos no alimentarios, en la medida que aumenten sus cuentas de alimentos. El punto es que un cambio en los precios relativos debido a una política gubernamental o cambios en las condiciones de los mercados externos no crea efectos multiplicadores de la misma manera que lo hace una nueva tecnología, que crea productividad, como nuevas variedades de semillas. La única manera de evaluar el potencial de los efectos multiplicadores netos positivos es medir cuidadosamente el cambio en la distribución del ingreso y comparar los patrones de gasto de los ganadores y perdedores que surgen de este nuevo conjunto de precios relativos. Si bien es cierto que la propensión (marginal) de consumir productos nacionales, en comparación con las importaciones disminuye desde la parte inferior a la superior de la distribución de ingresos, también es cierto que los consumidores de alimentos netos con frecuencia dominan tanto la parte inferior como superior de la distribución de ingresos. De esta manera, no queda claro que la propensión de consumir productos nacionales sea mayor para los productores de alimentos netos que para los consumidores de alimentos netos. En la práctica, al parecer los mayores precios de los alimentos probablemente no generarán grandes efectos multiplicadores netos en ninguna dirección.

En segundo lugar, mayores precios de los alimentos aumentarán la demanda de mano de obra agrícola, que es una fuente primordial de ingresos para los pobres (Davis *et al.*, 2007). Ravallion (1990), utilizando datos de los años 50 a los 70, concluye que un hogar promedio pobre sin tierra en Bangladesh es un consumidor neto de arroz y pierde producto de un aumento del precio de este en el corto plazo (debido a mayores gastos en el consumo), pero gana levemente en el largo plazo (después de cinco años o más). Esto se debe a que en el largo plazo, en la medida que se ajustan los sueldos, el aumento en el ingreso de los hogares (dominado por mano de obra no calificada) es lo suficientemente mayor que el aumento de los gastos del hogar en arroz. Sin embargo, este estudio utilizó datos relativamente antiguos, cuando la agricultura del arroz era un amplio sector de la economía y, de esta manera, tenía un impacto más profundo en los mercados laborales. Rashid (2002), actualizando los datos utilizados por Ravallion (1990), descubrió que

desde mediados de los años 70, y los precios del arroz en Bangladesh ya no tienen un efecto significativo en los sueldos agrícolas, dado que las oportunidades de empleo se diversificaron y la agricultura se transformó en una pequeña parte de la economía. De esta forma, el grado con el cual un aumento inducido de los sueldos compense a los trabajadores agrícolas por los altos precios de los alimentos dependerá del grado con el cual el mercado laboral agrícola influya en el mercado laboral total de trabajadores no calificados.

Para resumir, el efecto neto de la demanda de bioenergía y de mayores precios de los alimentos en la seguridad alimentaria dependerá de cada contexto. Siempre habrá personas para quienes mejorará la seguridad alimentaria, mientras que siempre habrá otras que experimenten un deterioro de ella. El resultado neto exacto dependerá de la estructura socioeconómica de la sociedad, así como también de las materias primas específicas que aumentan de precios y de la posición relativa en la distribución de ingresos de los agricultores que producen las materias primas que han subido de precio.

En general, para el mundo, el efecto neto de mayores precios de los alimentos en la seguridad alimentaria probablemente sea negativo, incluso en el caso de cambios relativamente pequeños de los precios. Por ejemplo, Senauer y Sur (2001) estimaron que si existe un 20% de aumento de los precios los alimentos en el año 2025, en relación con los datos de referencia (debido, por ejemplo, a un aumento en la demanda de bioenergía), el número de personas desnutridas en el mundo aumentaría a 440 millones (195 millones en el África subsahariana y 158 millones en el este y sudeste asiático). Sin embargo, esta es una cifra global. La situación será diferente en cada país y el resultado también será distinto según la región dentro de cada país.

La producción de bioenergía casi siempre competirá con los recursos utilizados por los productores de alimentos y, de esta manera, los precios de los alimentos tenderán a aumentar, incluso si la materia prima es un cultivo no alimentario. Aunque el cultivo se produzca en tierras no utilizadas anteriormente, aún así existirá una tendencia de que la producción de BE ponga mayor presión sobre los precios de los alimentos, debido al uso de otros recursos.

Los precios en los mercados de los alimentos, a pesar de las diversas intervenciones gubernamentales, aún continúan influenciados sustancialmente por los cambios en la oferta y demanda del mercado. Es más, la curva de oferta del mercado de alimentos es influida fuertemente por los precios y la disponibilidad de varios insumos: tierra, mano de obra, agua y fertilizante. Si la producción de BE no compite por estos recursos con los productores de cultivos alimentarios, entonces la curva de oferta de producción de alimentos no se verá afectada, y esto ayudaría a mitigar los aumentos de precio de los alimentos.

Por ejemplo, si los cultivos para BE son producidos en tierras no utilizadas anteriormente, con mano de obra inactiva, sin ningún tipo de fertilizante y suministros de agua no utilizados anteriormente, no debería haber efectos en el costo marginal de la producción de alimentos. En algunos casos, estas circunstancias pueden acercarse a la realidad; sin embargo, en muchas otras, la producción de BE competirá seriamente por estos recursos y afectará el costo de la producción de alimentos.

A modo de ejemplo: a pesar de que la *jatropha* puede cultivarse adecuadamente en entornos marginales, genera mayores cantidades de aceite (y de esta manera más biodiésel) si se cultiva con más agua. De esta forma, aún así la producción de biodiésel a partir de *jatropha* en tierras marginales no utilizadas anteriormente, sin ningún tipo de fertilizante, puede tener impactos adversos en la seguridad alimentaria si compite por los escasos recursos de agua que actualmente están siendo utilizados por la agricultura. No cabe duda de que es posible cultivar *jatropha* sin agua de riego, pero será importante comprender si es posible producir cantidades significativas de biodiésel bajo estas condiciones.

En muchas otras situaciones, la producción de BE competirá seriamente por insumos agrícolas clave. En el presente, la mayoría de los biocombustibles agrícolas mundiales provienen de la caña de azúcar en Brasil y del maíz en los Estados Unidos; ambos cultivos se producen con un abundante uso de insumos, incluida excelente tierra agrícola, fertilizante y agua. Si bien el maíz estadounidense y la caña de azúcar brasilera no son necesariamente fuentes importantes de calorías para los pobres, la producción de estos cultivos compite ampliamente por la tierra, fertilizante y agua utilizados en la producción de cultivos que son consumidos por los pobres.

Para resumir, una evaluación del impacto de la producción de BE en la seguridad alimentaria requerirá considerar en detalle los insumos utilizados en el proceso producción de BE y cómo este uso de insumos afecta las curvas de oferta del mercado de la producción de alimentos.

La producción de bioenergía generará empleo tanto a nivel de las fincas como de las fábricas, lo que ayudará a mejorar la seguridad alimentaria si existe un enfoque en los pobres. Es importante observar que los usos alternativos de la tierra y del capital necesarios para la producción de BE también hubieran generado empleo, y se debe considerar este empleo alternativo en la evaluación del impacto de la producción de BE en el empleo y la SA. En otras palabras, un factor crítico en la medición del impacto de la producción de BE en el empleo y la SE es la intensidad relativa de la mano de obra de la producción de BE.

La mayor parte del empleo que probablemente provenga del aumento de la producción de BE, al menos en los países en desarrollo, provendrá de un posible aumento del uso de mano de obra a nivel de las fincas para cultivar las materias primas. Aquí, es fundamental comprender los requerimientos de mano de obra de la materia prima para BE por

unidad de área-tiempo (por ejemplo, por hectárea por año), en comparación con los requerimientos de mano de obra de los usos alternativos de la tierra. Si la tierra no había sido utilizada anteriormente, claramente la plantación de materias primas para producir BE creará nuevos empleos. Sin embargo, si la materia prima para BE es menos intensiva en mano de obra que los cultivos plantados anteriormente, entonces la producción de BE acabará con el empleo a nivel neto en la finca. El resultado final variará dependiendo de qué cultivos se utilicen como materia prima y cuáles cultivos se cultivaban antes de esa materia prima.

En términos de la producción de combustible a partir de materias primas, al parecer la producción de BE de pequeña escala genera más empleo para los pobres que la producción de BE de gran escala, la cual será probablemente más intensiva en capital y menos intensiva en mano de obra. Es más, las fábricas de bioetanol y biodiésel actuales en los Estados Unidos y Brasil demandan enormes inversiones de capital, con frecuencia en el rango de 100 a 200 millones de dólares estadounidenses. Además, es posible que la mano de obra empleada en estas fábricas favorezca a trabajadores relativamente calificados (quienes por lo general ya gozan de seguridad alimentaria).

Si bien es posible que la producción de pequeña escala de BE tenga un éxito mayor en la creación de empleo, es importante considerar la disponibilidad de producción de BE de pequeña escala para competir con la producción de BE de gran escala. En general, es posible que las plantas más pequeñas no sean competitivas, y si no lo son, es probable que cualquier aumento en el empleo no se mantenga por mucho tiempo. Sin embargo, si la producción de BE se utiliza para mejorar el acceso a la energía en pequeños pueblos con poca infraestructura, entonces la competencia con fábricas de gran escala probablemente no será un tema importante. El empleo generado en dichas plantas de procesamiento de pequeña escala puede tener un impacto positivo en la seguridad alimentaria a nivel local.

En la medida que los mercados de materias primas se vuelvan más integrados, la producción de bioenergía en un país tendrá efectos importantes en la seguridad alimentaria de otros países, dado que los cambios de los precios de los alimentos en los mercados internacionales afectan los mercados internos. El efecto dependerá de las políticas e infraestructura comerciales internas.

La producción de BE puede afectar la seguridad alimentaria en los países en desarrollo más pequeños, incluso si no participan en la producción de BE. El efecto es bastante simple: mayores precios en los mercados de materias primas internacionales debido, por ejemplo, al aumento de la demanda de maíz como materia prima para la producción de etanol en los Estados Unidos, en muchos casos se volcará a los mercados de materias primas de los países en desarrollo. A nivel de país, un exportador de alimentos neto se beneficiará de los mayores precios de los alimentos, mientras que un importador de

alimentos neto se verá afectado negativamente (los efectos dependerán de cuáles precios de alimentos específicos aumenten).

Es importante tener en cuenta que no todos los aumentos recientes de los precios de las materias primas en los últimos años se deben a la demanda de biocombustibles. En primer lugar, los mayores precios del petróleo se tradujeron en mayores costos de la producción de alimentos (fertilizante y maquinaria), lo que llevó a mayores precios de los alimentos incluso sin la demanda de biocombustibles. En segundo lugar, la demanda de maíz está aumentando de manera sustancial, independientemente de su uso como materia prima para el etanol. En la medida que los consumidores en países con un rápido desarrollo como China, India y otros obtengan mayores ingresos, se produce un cambio en el consumo de cereales hacia productos pecuarios que utilizan cantidades significativas de maíz como alimento balanceado. Dado que se requieren varias calorías de grano para producir solo una caloría de carne, el aumento de la demanda por carne implica sustancialmente un aumento en la demanda por granos.

En tercer lugar, muchos de los aumentos de los precios de las materias primas se deben a movimientos del tipo de cambio, específicamente el debilitamiento del dólar estadounidense. Un dólar débil conlleva a un aumento de la demanda por materias primas (con cualquier precio dado de dólar) por parte de los países cuya moneda se ha valorizado (por ejemplo, el euro y las monedas del África occidental relacionadas con el euro), dado que es más barato en términos de la moneda nacional comprar la materia prima. Un dólar estadounidense débil también lleva a un cambio de la curva de oferta en la medida que los agricultores de los países cuya moneda se ha valorizado ahora reciben menos unidades de moneda nacional (nuevamente, con cualquier precio dado de dólar) por unidad producida. El cambio en la demanda y la oferta conlleva a mayores precios de las materias primas (si se miden en dólares). Esta teoría surgió también producto de la historia. Por ejemplo, el débil dólar estadounidense de mediados de los 80 llevó a un aumento de los precios de las materias primas en esa época.

Sin embargo, algunos de los aumentos recientes de los precios en los mercados internacionales se deben a la demanda por biocombustibles. El impacto preciso del aumento de los precios de los alimentos a nivel internacional en los precios internos dependerá de la política comercial de cada país. En un país en que se permite que las importaciones privadas estén sujetas solo a la protección de los aranceles, los mayores precios internacionales generalmente se traducirán en mayores precios internos. Este efecto se puede reducir, o incluso eliminarse, sin embargo, si existen altos costos de transporte y de transacción que hagan que los precios internos se encuentren entre los precios paritarios a la importación y exportación. Es posible que un país que permita un cupo fijo de importaciones no vea un aumento de los precios internos, luego de un aumento de los precios internacionales, pero nuevamente el resultado depende de otros factores, como por ejemplo, si es obligatoria o no la adopción del cupo.

SERIE FAO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

1. **Africover: Specifications for geometry and cartography, summary report of the workshop on Africover, 2000 (E)**
2. **Terrestrial Carbon Observation: the Ottawa assessment of requirements, status and next steps, 2002 (E)**
3. **Terrestrial Carbon Observation: the Rio de Janeiro recommendations for terrestrial and atmospheric measurements, 2002 (E)**
4. **Agricultura Orgánica: Ambiente y Seguridad Alimentaria, 2002 (E y S)**
5. **Terrestrial Carbon Observation: the Frascati report on *in situ* carbon data and information, 2002 (E)**
6. **The Clean Development Mechanism; Implications for energy and sustainable agriculture and rural development projects, 2003 (E)*: Out of print/not available**
7. **The application of a spatial regression model to the analysis and mapping of poverty, 2003 (E)**
8. **Land Cover Classification System (LCCS) + CD-ROM, version 2, Geo-Spatial Data and Information, 2005 (E)**
9. **Coastal GTOS. Strategic design and phase 1 implementation plan, 2005 (E)**
10. **Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía Volumen I y II + CD, Seguimiento y Evaluación, 2005 (E), 2009 (S)**
11. **Mapping biophysical factors that influence agriculture production and rural vulnerability, 2006 (E)**
12. **Rapid Agriculture Disaster Assessment Routine (RADAR), 2008 (E)**
13. **Análisis de Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres: una guía, 2008 (E y S)**
14. **Community based adaptation in action: a case study from Bangladesh, 2008 (E)**
15. **Coping with a changing climate: considerations for adaptation and mitigation in agriculture, 2009 (E)**
16. **Bioenergía y Seguridad Alimentaria: El Marco Analítico BEFS, 2010 (E y S)**

Disponibilidad: agosto de 2010

Ar	Árabe	F	Francés	Multil	Multilingüe
C	Chino	P	Portugués	*	Agotado
E	Inglés	S	Español	**	En preparación

SERIE FAO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES DOCUMENTO DE TRABAJO

Grupos: 1. Medio ambiente, 2. Cambio Climático, 3. Bioenergía, 4. Seguimiento y Evaluación

1. Inventory and monitoring of shrimp farms in Sri Lanka by ERS SAR data, 1999 (E)
2. Solar photovoltaics for sustainable agriculture and rural development, 2000 (E)
3. Energía solar fotovoltaica para la agricultura y el desarrollo rural sostenibles, 2000 (S)
4. The energy and agriculture nexus, 2000 (E)
5. World wide agroclimatic database, FAOCLIM CD-ROM v. 2.01, 2001 (E)
6. Preparation of a land cover database of Bulgaria through remote sensing and GIS, 2001 (E)
7. GIS and spatial analysis for poverty and food insecurity, 2002 (E)
8. Environmental monitoring and natural resources management for food security and sustainable development, CD-ROM, 2002 (E)
9. Local climate estimator, LocClim 1.0 CD-ROM, 2002 (E)
10. Toward a GIS-based analysis of mountain environments and populations, 2003 (E)
11. TERRASTAT: Global land resources GIS models and databases for poverty and food insecurity mapping, CDRom, 2003 (E)
12. FAO & climate change, CD-ROM, 2003 (E)
13. Groundwater search by remote sensing, a methodological approach, 2003 (E)
14. Geo-information for agriculture development. A selection of applications, 2003 (E)
15. Guidelines for establishing audits of agricultural-environmental hotspots, 2003 (E)
16. Integrated natural resources management to enhance food security. The case for community-based approaches in Ethiopia, 2003 (E)
17. Towards sustainable agriculture and rural development in the Ethiopian highlands. Proceedings of the technical workshop on improving the natural resources base of rural well-being, 2004 (E)
18. The scope of organic agriculture, sustainable forest management and eco-forestry in protected area management, 2004 (E)
19. An inventory and comparison of globally consistent geospatial databases and libraries, 2005 (E)
20. New LocClim, Local Climate Estimator CD-ROM, 2005 (E)
21. AgroMet Shell: a toolbox for agrometeorological crop monitoring and forecasting CD-ROM (E)**: in preparation
22. Agriculture atlas of the Union of Myanmar (agriculture year 2001-2002), 2005 (E)
23. Better understanding livelihood strategies and poverty through the mapping of livelihood assets: a pilot study in Kenya, 2005 (E)
24. Mapping global urban and rural population distributions, 2005 (E)
25. A geospatial framework for the analysis of poverty and environment links, 2006 (E)
26. Food Insecurity, Poverty and Environment Global GIS Database (FGGD) and Digital Atlas for the Year 2000, 2006 (E)

27. Wood-energy supply/demand scenarios in the context of the poverty mapping, 2006 (E)
28. Policies, Institutions and Markets Shaping Biofuel Expansion: the case of ethanol and biodiesel in Brazil (E)**: **in preparation**
29. Geoinformation in Socio-Economic Development Determination of Fundamental Datasets for Africa, 2009 (E, F)
30. Assessment of energy and greenhouse gas inventories of sweet sorghum for first and second generation bioethanol, 2009 (E)
31. Small scale Bioenergy Initiatives: brief description and preliminary lessons on livelihood impacts from case studies in Asia, Latin America and Africa, 2009 (E)
32. Review of Evidence on Dryland Pastoral Systems and Climate Change: Implications and opportunities for mitigation and adaptation, 2009 (E)
33. Algae Based Biofuels: A Review of Challenges and Opportunities for Developing Countries, 2009 (E)
34. Las posibilidades de financiación del carbono para la agricultura, la actividad forestal y otros proyectos de uso de la tierra en el contexto del pequeño agricultor, 2010 (E, F, S)
35. Bioenergy and Food Security: the BEFS analysis for Tanzania, 2010 (E)
36. Technical Compendium: description of agricultural trade policies in Peru, Tanzania and Thailand, 2010 (E)
37. Household level impacts of increasing food prices in Cambodia, 2010 (E)
38. Agricultural based livelihood systems in drylands in the context of climate change: inventory of adaptation practices and technologies of Ethiopia. (E) ** **in preparation**
39. Bioenergía y seguridad alimentaria "BEFS": El análisis de BEFS para el Perú, Compendio técnico Volumen 1: Resultados y conclusiones; Volumen 2: Metodologías, 2010 (S)
40. Bioenergía y seguridad alimentaria: El análisis de BEFS para el Perú, Apoyo a la política bioenergética en Perú, 2010 (E, S)
41. Analysis of climate change and variability risks in the smallholder sector: case studies of the Laikipia and Narok districts representing major agro ecological zones in Kenya (E)** **in preparation**
42. Bioenergy and Food Security: the BEFS analysis for Thailand, 2010 (E)
43. BEFS Thailand: Key results and policy recommendations for future bioenergy development, 2010 (E)
44. Algae-based biofuels: applications and co-products, 2010 (E)

Disponibilidad: agosto de 2010

Ar	Árabe	F	Francés	Multil	Multilingüe
C	Chino	P	Portugués	*	Agotado
E	Inglés	S	Español	**	En preparación



Los Documentos Técnicos de la FAO

están disponibles a través de los agentes de ventas autorizados por FAO o directamente desde:

Grupo de Ventas y Comercialización - FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Roma, Italia





La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) se encuentra a la vanguardia respecto del apoyo a los países miembros en su búsqueda por evaluar si la bioenergía es una alternativa viable y una opción energética adecuada. La organización está trabajando para promover un mejor conocimiento de los vínculos entre bioenergía y seguridad alimentaria, reducción de la pobreza, cambio climático y desarrollo sostenible. El Grupo de Bioenergía de la FAO está participando activamente en la creación de una base de conocimiento internacional acerca de la explotación sostenible de la bioenergía, creación y fortalecimiento de capacidades institucionales en todos los niveles y facilitación de oportunidades para un intercambio y colaboración efectivos a nivel internacional. Como parte del programa de bioenergía, la FAO, con los generosos fondos de ayuda del Ministerio de la Alimentación, la Agricultura y la Protección del Consumidor del Gobierno Federal de Alemania (BMELV, por sus siglas en alemán) ha creado el Proyecto sobre Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BEFS, por sus siglas en inglés) para evaluar cómo los avances de la bioenergía se

pueden implementar sin obstaculizar la seguridad alimentaria.

Esta publicación presenta el marco analítico desarrollado por el proyecto BEFS que examina la relación entre la seguridad alimentaria y la bioenergía. El informe también entrega una visión general de las herramientas de BEFS utilizadas para llevar a cabo el análisis cuantitativo sobre la dinámica de la interfaz de bioenergía y seguridad alimentaria. El informe tiene por objeto familiarizar al público en general y en particular a los responsables de las políticas con el Marco Analítico BEFS, las herramientas que ofrece y cómo dichas herramientas se pueden aplicar para apoyarlos en la toma de decisiones informadas, sobre la base de información clara acerca de las diversas consecuencias que los avances en bioenergía pueden tener sobre la seguridad alimentaria, reducción de la pobreza, desarrollo de la agricultura y crecimiento económico. Este marco analítico ha sido implementado en Perú, Tanzania y Tailandia. Los resultados de las implementaciones por país han sido publicados en la Serie FAO de Documentos de Trabajo sobre el Medio Ambiente y la Gestión de los Recursos Naturales.



Publicaciones de la Unidad de Clima, Energía y Tenencia de Tierras (NRC)

Series: www.fao.org/climatechange/61878

Documentos de trabajo: www.fao.org/climatechange/61879

contacto: Environment@fao.org

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
www.fao.org