



**THE GLOBAL BIOENERGY  
PARTNERSHIP SUSTAINABILITY  
INDICATORS FOR BIOENERGY**  
FIRST EDITION

VERSIÓN EN ESPAÑOL



# INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA LA BIOENERGÍA

DE LA ASOCIACIÓN GLOBAL PARA LA BIOENERGÍA

PRIMERA EDICIÓN

DICIEMBRE DE 2011



#### Estimados lectores:

La Argentina, gran productor de materias primas para la bioenergía, ha venido adoptando diversas medidas a fin de lograr una producción y uso sustentable de la misma. Una de estas medidas, incluye la participación activa en la iniciativa “Global Bioenergy Partnership” (GBEP), desde el año 2009. Esta asociación voluntaria, que ha venido trabajando en pos de la sostenibilidad de la bioenergía desde hace tiempo, consensuó un set de 24 indicadores de sustentabilidad de la bioenergía, incluyendo aspectos ambientales, sociales y económicos. Estos indicadores fueron resultado de un arduo trabajo en el Grupo de Sustentabilidad de la Bioenergía, con la activa participación de diferentes gobiernos nacionales.

Desde nuestra posición como miembros activos, creemos que cada uno de estos indicadores GBEP ofrecen mediciones robustas, con base científica y consistente, para el fortalecimiento del sector bioenergético, del trabajo conjunto con el sector privado y en la participación en las negociaciones internacionales.

Asimismo, percibimos que la iniciativa GBEP ofrece un paso hacia el logro de criterios consensuados, razonables y consistentes, que permitan dar más certidumbre al proceso de sustentabilidad de la producción y uso de biocombustibles. En tal sentido, con el soporte del GBEP y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), se formuló un proyecto piloto para testear a campo el set de 24 indicadores de sustentabilidad (8 ambientales, 8 económicos y 8 sociales). Como resultado de este trabajo, se obtuvo una Cooperación Técnica denominada “Indicadores de Sustentabilidad de la producción y uso de la bioenergía en Argentina”, la cual planteó diferentes actividades, incluidas la traducción al español del reporte titulado “The Global Bioenergy Partnership Sustainability Indicators of Bioenergy. First Edition”.

Esta tarea significa un paso importante para todos los países de habla hispana, y en especial para la Argentina y los países de América Latina, ya que el acceso en español a este importante reporte que contiene las metodologías de medición de los indicadores ambientales, sociales y económicos, facilitará la tarea de medirlos a campo, y de obtener resultados con mayor precisión. Además, la utilización de esta herramienta en español favorecerá la replicación de estudios pilotos en diversos países de la región, facilitando el intercambio y comparación de información, con metodologías consensuadas. Esto, a su vez, fortalecerá las capacidades de cada uno de los países en materia de desarrollo de políticas asociadas a la sustentabilidad de la bioenergía.



Dr. Agustina Branzini  
Técnica Dirección  
Agroenergía



Lic. Miguel Almada  
Director de Agroenergía



Las denominaciones empleadas y la presentación de material en el presente producto informativo no significan la expresión de ningún tipo de opinión por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), con respecto a la condición jurídica o de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus respectivas autoridades, o con respecto a la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de determinadas compañías o productos de fabricantes, ya sea que se encuentren patentados o no, no implica el respaldo o recomendación por parte de la FAO respecto a otros a los cuales no se hace mención. Los puntos de vista que se expresan en la presente publicación, reflejan los puntos de vista de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la FAO.

ISBN 978-92-5-107249-3

Todos los derechos reservados. La FAO fomenta la reproducción y difusión 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 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](mailto:copyright@fao.org), o por escrito al Jefe de la 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

Este trabajo fue originalmente publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en idioma inglés como *The Global Bioenergy Partnership Sustainability Indicators for Bioenergy. First Edition*. Esta versión en español fue coordinada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina en el marco de la Cooperación Técnica (BID): ATN/OC -13354 - AR, denominada "Indicadores de la Producción y el Uso Sostenibles de la Bioenergía". Contiene la traducción del trabajo, excluidos los prefacios de la edición original en inglés. En caso de discrepancias, prevalecerá la lengua de origen.

Traducción : Josefina Malo

### Estimados lectores:

La bioenergía moderna presenta grandes oportunidades para el desarrollo sostenible y la mitigación del cambio climático, aunque también trae aparejados desafíos, algunos de relevancia internacional. Es por ello que la cooperación internacional es de suma importancia para lograr un consenso sobre cómo medir el éxito en la bioenergía y así generar la capacidad para ayudar a implementar soluciones exitosas. La Asociación Global para la Bioenergía (GBEP por sus siglas en inglés) ha demostrado que una asociación voluntaria conformada por países en vías de desarrollo, así como por países desarrollados y organizaciones internacionales, si bien es informal a la hora de permitir un debate abierto, es formal para generar resultados exitosos, siendo un camino efectivo e innovador para el progreso coordinado hacia el desarrollo sostenible con baja emisión de carbono. El presente informe es el resultado del arduo trabajo y gran dedicación por parte de muchas personas y expertos de los Asociados y Observadores de GBEP, quienes trabajaron con el apoyo y la colaboración de la Secretaría de GBEP. En esta oportunidad, quisiéramos reconocer todo el esfuerzo de aquellas personas que contribuyeron para lograr el cumplimiento exitoso del presente informe y agradecerles por su compromiso para generar una herramienta de gran valor para el uso del personal de las administraciones públicas y los científicos.

En los países en vías de desarrollo, el traspaso de la bioenergía tradicional a la bioenergía moderna puede reducir las muertes y las enfermedades provenientes de la contaminación del aire en espacios cerrados, liberar a las mujeres y a los niños de la recolección de leña como combustible y reducir la deforestación. Asimismo, puede disminuir la dependencia de los combustibles fósiles importados y así mejorar la balanza de pagos y la seguridad energética de los países. La bioenergía puede ampliar el acceso a los servicios modernos de energía y dar lugar a la creación de infraestructuras tales como rutas, telecomunicaciones, escuelas y centros de salud en áreas rurales pobres. En estas áreas, la bioenergía puede aumentar los ingresos de los pequeños agricultores y de ese modo, aliviar la pobreza y contribuir a disminuir la brecha entre ricos y pobres. En los centros urbanos, el uso de biocarburantes puede mejorar la calidad del aire.

En los países desarrollados, en donde la atención está puesta en revivir el crecimiento de la economía y la mitigación del cambio climático, la bioenergía puede estimular una recuperación verde, generando más puestos de trabajo y menos emisiones de gases de efecto invernadero que los combustibles fósiles. Todo lo nombrado puede infundir vida a las economías rurales y diversificar el suministro de energía.

Sin embargo, si no se la genera de manera sostenible, la bioenergía puede añadir presión sobre la biodiversidad, la escasez de recursos hídricos y la seguridad alimentaria. Si el uso de la tierra no está bien planificado y no se hacen cumplir las regulaciones correspondientes, se puede producir un aumento de la deforestación, la pérdida de turberas y la degradación del suelo, hecho que puede llevar a un impacto negativo general sobre el cambio climático. Cuando la tenencia de la tierra no es segura, pueden desplazarse las comunidades, perdiendo el acceso a la tierra y otros recursos naturales.

Los 24 indicadores de sostenibilidad para bioenergía y sus hojas de metodología, presentados en este informe, tienen como objetivo dar a los legisladores y otros agentes del sector una herramienta que sirva para suministrar información para el desarrollo y seguimiento de políticas y programas nacionales de bioenergía y, al mismo tiempo, para interpretar y responder a los impactos sociales y económicos de la producción y el uso de la bioenergía.

Creemos que se trata de una herramienta fundamental para facilitar el desarrollo sostenible y la mitigación del cambio climático. Es por ello que los animamos a usarla.



Corrado Clini  
Presidencia  
de GBEP  
Italia



Mariangela Rebuá  
Copresidenta  
de GBEP  
Brasil



Sven-Olov Ericson  
Presidente de GBEP  
Grupo de trabajo sobre Sostenibilidad  
Suecia



## AGRADECIMIENTOS

En junio de 2008, la Asociación Global para la Bioenergía (GBEP) creó el Grupo de trabajo sobre Sostenibilidad de GBEP para promover la producción y el uso de la bioenergía. El Grupo de trabajo, bajo el liderazgo del Reino Unido hasta octubre de 2010, y luego bajo el liderazgo de Suecia, elaboró un conjunto de medidas e indicadores relevantes, prácticos, con base científica, que pueden brindar información a los legisladores y a otros agentes del sector en países que buscan desarrollar su sector bioenergético para ayudar a alcanzar los objetivos nacionales de desarrollo sostenible.

El presente informe ha sido elaborado por los Asociados y Observadores de GBEP, bajo la competente presidencia de Kieran Power (Reino Unido) y Sven-Olov Ericson (Suecia) con el apoyo de la Secretaría y con la valiosa contribución de los líderes de equipos del Grupo de trabajo: el equipo medioambiental codirigido por Alemania y el PNUMA; el equipo social dirigido por la FAO, y el equipo económico codirigido por la AIE y la Fundación de Naciones Unidas.

GBEP también quisiera expresar su agradecimiento a todos los expertos que generosa y activamente han contribuido al desarrollo de este informe.

## PREFACIO

El 11 de mayo de 2006, 10 países y 7 organizaciones internacionales firmaron los Términos de Referencia para crear la Asociación Global para la Bioenergía (GBEP, por sus siglas en inglés) y para llevar a la práctica el deseo manifestado por los Líderes del G8 en el Plan de Acción de la Cumbre de Gleneagles de 2005 con el fin de dar apoyo al “despliegue de la biomasa y los biocombustibles, especialmente en los países en vías de desarrollo en donde predomina el uso de la biomasa.” En mayo de 2011, GBEP está constituida por 23 países Asociados y 13 organizaciones internacionales Asociadas, junto con 23 países y 11 organizaciones internacionales que participan como Observadores.

Países asociados: Alemania, Argentina, Brasil, Canadá, China, Colombia, España, Estados Unidos de América, Federación Rusa, Francia, Ghana, Holanda, Islas Fiji, Italia, Japón, Mauritania, México, Paraguay, Reino Unido, Sudán, Suecia, Suiza, Tanzania.

Organizaciones internacionales asociadas: Agencia Internacional de Energía (AIE), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Comisión Europea, Comunidad Económica de Estados de África Occidental (ECOWAS), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), Departamento de Naciones Unidas para Asuntos Económicos y Sociales (UN DESA), Fundación de las Naciones Unidas, Consejo Mundial para Energía Renovable (WCOMER) y la Asociación Europea de la Industria de la Biomasa (AEBIOM).

Países observadores: Angola, Australia, Austria, Camboya, Chile, Egipto, El Salvador, Gambia, India, Indonesia, Kenia, Laos, Madagascar, Malasia, Marruecos, Mozambique, Noruega, Perú, Ruanda, Sudáfrica, Tailandia, Túnez y Vietnam.

Organizaciones internacionales observadoras: Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), Banco de Desarrollo Asiático (ADB), Banco de Desarrollo Africano (AFDB), Comisión Económica para América Latina (CEPAL), Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (IFAD), Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA), Organización de Estados Americanos (OEA), Unión Económica y Monetaria de África Occidental (UEMOA) y Banco Mundial (WB), y Consejo Mundial de Comercio para el Desarrollo Sostenible (WBCSD).

En la actualidad, la Asociación está presidida por Corrado Clini, Ministro de Medio Ambiente, Tierras y Mar de Italia, y la vicepresidenta es Mariángela Rebuá, Directora del Departamento de Energía del Ministerio de Relaciones Exteriores de Brasil. Ambos reciben el apoyo de la Secretaría de GBEP con sede en las instalaciones de la FAO en Roma.

## CONTENIDO

Resumen Ejecutivo	1
Acrónimos	2

### PARTE I

<b>Capítulo 1: Parte I – La historia y el propósito del trabajo de GBEP sobre sostenibilidad</b>	3
--	---

1.1 Antecedentes: un resumen de la Asociación Global para la Bioenergía	4
1.2 Equipo de Trabajo de GBEP sobre sostenibilidad	

<b>Capítulo 2: El trabajo de GBEP sobre los indicadores de sostenibilidad</b>	5
---	---

2.1 El trabajo de GBEP como una contribución al desarrollo sostenible	
2.2 Cómo se desarrollaron los indicadores	
2.3 Información contextual y asuntos transversales para apoyar el análisis utilizando los indicadores GBEP	
2.4 Los indicadores GBEP sobre sostenibilidad para la bioenergía	

<b>Capítulo 3: Hojas de metodología para los indicadores GBEP sobre sostenibilidad</b>	6
--	---

La estructura y el contenido de las hojas de metodología

### PARTE II

#### Las hojas de metodología

<b>Indicador 1</b>	Emisiones de GEI en todo el ciclo de vida	7
<b>Indicador 2</b>	Calidad del suelo	8
<b>Indicador 3</b>	Niveles de cosecha de recursos madereros	9
<b>Indicador 4</b>	Emisiones de contaminantes del aire que no son GEI, incluyendo sustancias tóxicas del aire	10
<b>Indicador 5</b>	Uso y eficiencia del agua	11
<b>Indicador 6</b>	Calidad del agua	12
<b>Indicador 7</b>	Diversidad biológica en el paisaje natural	13
<b>Indicador 8</b>	Uso de la tierra y cambio de uso de la tierra con la producción de materia prima para bioenergía	14
<b>Indicador 9</b>	Asignación y tenencia de la tierra para nueva producción de bioenergía	15
<b>Indicador 10</b>	Precio y oferta de una canasta alimentaria nacional	16
<b>Indicador 11</b>	Cambio en ingresos	17
<b>Indicador 12</b>	Empleos en el sector de la bioenergía	18
<b>Indicador 13</b>	Cambio en el tiempo no pagado invertido por mujeres y niños en la recolección de biomasa	19
<b>Indicador 14</b>	Bioenergía usada para ampliar el acceso a servicios modernos de energía	20
<b>Indicador 15</b>	Cambio en la mortalidad y tasas de enfermedades atribuibles a humos en espacios cerrados	21
<b>Indicador 16</b>	Íncidencia de lesiones, enfermedades y muertes laborales	22
<b>Indicador 17</b>	Productividad	23
<b>Indicador 18</b>	Balance neto de energía	24
<b>Indicador 19</b>	Valor agregado bruto	25
<b>Indicador 20</b>	Cambio en el consumo de combustibles fósiles y en el uso tradicional de biomasa	26
<b>Indicador 21</b>	Formación y recalificación de los trabajadores	27
<b>Indicador 22</b>	Diversidad energética	28
<b>Indicador 23</b>	Infraestructura y logística para la distribución de bioenergía	29
<b>Indicador 24</b>	Capacidad y flexibilidad del uso de la bioenergía	30

Glosario	31
----------	----

## RESUMEN EJECUTIVO

La Asociación Global para la Bioenergía (GBEP) tiene una misión claramente definida: promover una mayor producción y utilización de la bioenergía moderna, especialmente en el mundo en vías de desarrollo donde el uso tradicional de la biomasa es predominante. La manera exacta en que se desarrolla, despliega y usa la bioenergía moderna es una decisión que cada país hará individualmente de acuerdo con sus necesidades y circunstancias internas. La Asociación estableció un Grupo de trabajo sobre Sostenibilidad para promover la producción y el uso sostenibles de la bioenergía. El Grupo de trabajo desarrolló un conjunto de medidas e indicadores con base científica, técnicamente sólidos y altamente relevantes que pueden brindar información a los legisladores y a otros agentes de países que tratan de desarrollar su sector bioenergético para alcanzar los objetivos nacionales de desarrollo sostenible.

El presente informe presenta 24 indicadores de sostenibilidad respecto a la producción y el uso de la bioenergía moderna, ampliamente definida. Estos indicadores se desarrollaron con la intención de brindar a los legisladores y a otros agentes del sector un conjunto de herramientas analíticas que puedan informar sobre el desarrollo de las políticas y programas nacionales de bioenergía, y facilitar el seguimiento del impacto de estas políticas y programas. Los indicadores fueron desarrollados por los Asociados y Observadores de GBEP y proporcionan un marco para evaluar la relación entre la producción y el uso de la bioenergía moderna y el desarrollo sostenible. Los indicadores fueron intencionalmente formulados para informar sobre los aspectos medioambientales, sociales y económicos del desarrollo sostenible.

Los indicadores de GBEP son exclusivos por el hecho de que son el producto de la única iniciativa multilateral que ha construido un consenso sobre la producción y el uso sostenibles de la bioenergía, contando con un amplio conjunto de gobiernos y organizaciones internacionales. Los indicadores están formulados para guiar el análisis a nivel nacional y para informar a la hora de tomar decisiones que fomenten la producción y el uso sostenibles de la bioenergía como un medio para lograr los objetivos nacionales del desarrollo sostenible. Estos indicadores, medidos en el transcurso del tiempo, mostrarán el avance hacia un camino de desarrollo sostenible definido nacionalmente, o también el desvío de dicho camino. Los indicadores son de valor neutro, no prescriben direcciones, umbrales o límites y no constituyen una norma ni son vinculantes legalmente. Los indicadores pretenden brindar información para el diseño de políticas y facilitar el desarrollo sostenible de la bioenergía, y no se aplicarán para limitar el comercio en la bioenergía de modo inconsistente con las obligaciones de comercio multilateral.

## LOS BENEFICIOS Y LOS DESAFÍOS DE LA BIOENERGÍA

La producción y el uso de la bioenergía están creciendo en muchas partes del mundo a medida que los países buscan la diversificación de sus fuentes energéticas a modo de promover el desarrollo económico, la seguridad energética y la calidad del medioambiente. La bioenergía moderna puede proporcionar múltiples beneficios, que incluyen la promoción del desarrollo de la economía rural, el incremento en los ingresos por hogar, la mitigación del cambio climático, y la posibilidad del acceso a los

servicios de energía moderna. Por otro lado, la bioenergía también trae riesgos tales como la pérdida de la biodiversidad, la deforestación, la presión adicional sobre los recursos hídricos y una mayor demanda de insumos agrícolas, la tierra y las materias primas. La evaluación de los beneficios y desafíos de la producción y uso de la bioenergía debería reflejar el contexto nacional.

## INVITACIÓN A TODOS LOS INTERESADOS A UTILIZAR LOS INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

Los legisladores y otros agentes del sector necesitan información para desarrollar y evaluar las decisiones de las políticas a diseñar. GBEP anima a todos los agentes, incluyendo a los profesionales de la administración pública, expertos técnicos, agricultores, productores, y a la sociedad civil en general, a utilizar este conjunto de indicadores de manera holística e inclusiva como un marco para la planificación de la producción y el uso sostenibles de la bioenergía. Este conjunto de indicadores puede facultar a los legisladores y otros agentes a tener en cuenta los aspectos económicos, medioambientales y sociales de la bioenergía moderna que son los más relevantes para sus necesidades y circunstancias nacionales.

Los indicadores son métricas neutras, objetivas, técnicamente sólidas, que brindan información para el proceso de diseño de políticas y el impacto de las mismas. Los indicadores aquí presentados no son, en sí mismos, instrumentos de política. Los indicadores están redactados para animar y ayudar a los agentes del sector a iniciar el trabajo analítico necesario para su aplicación inmediata, sin la necesidad de desarrollar métricas adicionales de sostenibilidad.

## USO DE LOS INDICADORES

GBEP elaboró el presente informe con el fin de aportar un conjunto de indicadores y temas relacionados con la sostenibilidad de importante consideración al momento de desarrollar un sector de bioenergía moderno. En el capítulo 2, el informe proporciona antecedentes relevantes sobre cómo se desarrollaron los indicadores y describe los tres pilares del desarrollo sostenible: económico, medioambiental y social, en el contexto de la bioenergía.

Cada indicador se desarrolló con tres partes: un nombre, una breve descripción, y una hoja de metodología de varias páginas que provee información detallada necesaria para evaluar el indicador. La hoja de metodología describe cómo se relaciona el indicador con los temas relevantes de sostenibilidad y cómo ese indicador contribuye hacia la evaluación de la sostenibilidad a nivel nacional. Las hojas de metodología explican el procedimiento para recabar y analizar los datos necesarios para evaluar el indicador y para hacer las comparaciones pertinentes con otras opciones de energía o sistemas agrícolas. La hoja de metodología, además brinda información sobre las limitaciones de los datos y resalta los potenciales cuellos de botella para su adquisición. Asimismo, las hojas de metodología destacan en una extensa sección de referencia los procesos nacionales e internacionales relevantes, con enlaces a fuentes de datos que son de acceso público.

Allí, los agentes del sector, científicos y legisladores tendrán acceso a una variedad de recursos, con los cuales podrán amoldar estos indicadores para que sean relevantes a nivel nacional. Los indicadores son puntos de partida, desde los cuales los legisla-

dores y otros agentes del sector pueden identificar y desarrollar mediciones y fuentes de información nacional que son relevantes para las necesidades y las circunstancias definidas de acuerdo con su nacionalidad. Los indicadores de GBEP no dan las respuestas ni valores correctos de sostenibilidad sino que más bien presen-

tan las preguntas correctas a formular para evaluar el efecto de la producción y el uso de la bioenergía moderna con el fin de alcanzar los objetivos definidos a nivel nacional con respecto al desarrollo sostenible. La siguiente tabla de resumen presenta los pilares, temas y nombres de los indicadores.

PILARES		
El trabajo de GBEP sobre los indicadores de sostenibilidad se desarrolló bajo los siguientes tres pilares, observando las interrelaciones entre ellos: Económico		
Medioambiental	Social	Económico
TEMAS		
GBEP considera los siguientes temas como relevantes, y estos guiaron el desarrollo de los indicadores bajo estos pilares:		
<p>Emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p>Capacidad productiva de la tierra y los ecosistemas.</p> <p>Calidad del aire.</p> <p>Disponibilidad, eficiencia en el uso y calidad del agua.</p> <p>Diversidad biológica.</p> <p>Cambio en el uso de la tierra, incluyendo a los efectos indirectos.</p>	<p>Precio y oferta de una canasta alimentaria nacional.</p> <p>Acceso a la tierra, el agua y otros recursos naturales.</p> <p>Condiciones laborales.</p> <p>Desarrollo social y rural.</p> <p>Acceso a la energía.</p> <p>Salud y seguridad humanas.</p>	<p>Disponibilidad de recursos y eficiencias de uso en la producción, conversión, distribución y uso final de la bioenergía.</p> <p>Desarrollo económico.</p> <p>Viabilidad económica y competitividad de la bioenergía. Acceso a la tecnología y las capacidades tecnológicas. Seguridad energética. Diversificación de fuentes y de suministro. Seguridad energética. Infraestructura y logísticas de distribución y uso.</p>
INDICADORES		
1. Emisiones de GEI en todo el ciclo de vida	9. Asignación y tenencia de la tierra para nueva producción de bioenergía	17. Productividad
2. Calidad del suelo	10. Precio y oferta de una canasta alimentaria nacional	18. Balance neto de energía
3. Niveles de cosecha de recursos madereros	11. Cambio en ingresos	19. Valor agregado bruto
4. Emisiones de contaminantes del aire que no son GEI, incluyendo sustancias tóxicas del aire	12. Empleos en el sector de la bioenergía	20. Cambio en el consumo de combustibles fósiles y en el uso tradicional de biomasa
5. Uso y eficiencia del agua	13. Cambio en tiempo no pagado invertido por mujeres y niños en la recolección de biomasa	21. Formación y recalificación de los trabajadores
6. Calidad del agua	14. Bioenergía usada para ampliar el acceso a servicios modernos de energía	22. Diversidad energética
7. Diversidad biológica en el paisaje natural	15. Cambio en la mortalidad y tasas de enfermedades atribuibles a humos en espacios cerrados	23. Infraestructura y logística para la distribución de bioenergía
8. Uso de la tierra y cambio del uso de la tierra relacionados con la producción de materia prima para bioenergía	16. Incidencia de lesiones, enfermedades y muertes laborales	24. Capacidad y flexibilidad del uso de la bioenergía

## ACRÓNIMOS

- **BEFSCI** / Criterios e Indicadores de Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BEFSCI, por sus siglas en inglés)
- **BOD** / Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)
- **CBD** / Convención sobre Diversidad Biológica (CDB)
- **CBO** / Oficina de Presupuesto del Congreso (CBO, por sus siglas en inglés)
- **CDM** / Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)
- **CGE** / Equilibrio General Computable (EGC)
- **COD** / Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- **CONCAWE** / Conservación de Aire y Agua Limpios en Europa (CONCAWE, por sus siglas en inglés)
- **CSD** / Comisión para el Desarrollo Sostenible (CDS)
- **COP** / Conferencia de las Partes (CP)
- **DEFRA** / Departamento para el Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (GB) (DEFRA, por sus siglas en inglés)
- **EC** / Comisión Europea (EC)
- **EEA** / Agencia Europea de Medio Ambiente (AAE)
- **EMEP** / Programa Concertado de Vigilancia y Evaluación del Transporte a Larga Distancia de los Contaminantes Atmosféricos en Europa (EMEP, por sus siglas en inglés)
- **ELCD** / Base de Datos del Ciclo de Vida de Referencia Europea (BDECV)
- **EU** / Unión Europea (UE)
- **EUCAR** / Consejo Europeo para Investigación y Desarrollo de Automoción (CEIDA)
- **FAO** / Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés)
- **FRA** / Evaluación de Recursos Forestales (ERF)
- **FTE** / Equivalente a Tiempo Completo (ETC)
- **GBEP** / Asociación Global para la Bioenergía (GBEP, por sus siglas en inglés)
- **GDP** / Producto Interior Bruto (PIB)
- **GHG** / Gases de Efecto Invernadero (GEI)
- **GIEWS** / Sistema de Información Global y Advertencia Temprana (GIEWS, por sus siglas en inglés)
- **GIS** / Sistema de Información Geográfica (SIG)
- **GISP** / Programa Global de Especies Invasoras (PGEI)
- **GREET** / Emisiones Reguladas de Gases de Efecto Invernadero y Uso de Energía para Transporte (GREET, por sus siglas en inglés)
- **GTZ** / Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
- **GVA** / Valor Agregado Bruto (VAB)
- **GWP** / Potencial de Calentamiento Global (PCG)
- **HAIR** / Indicadores Medioambientales Armonizados del Riesgo de Plaguicidas (HAIR, por sus siglas en inglés)
- **IAEA** / Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA)
- **ICID** / Comisión Internacional de Riegos y Drenajes (ICID, por sus siglas en inglés)
- **ICLS** / Conferencia Internacional de Estadísticos del Trabajo (CIET)
- **IEA** / Agencia Internacional de la Energía (AIE)
- **IFEU** / Institut für Energie- und Umweltforschung
- **IIASA** / Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA, por sus siglas en inglés)
- **ILO** / Organización Internacional del Trabajo (OIT)
- **ILUC** / Cambio Indirecto del Uso de la Tierra (ILUC, por sus siglas en inglés)
- **INTA** / Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
- **IPCC** / Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC)
- **IRENA** / Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA, por sus siglas en inglés)
- **ISIC** / Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU)
- **ISO** / Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés)
- **IUFRO** / Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO, por sus siglas en inglés)
- **IWMI** / Instituto Internacional de la Gestión del Agua (IWMI, por sus siglas en inglés)
- **JPOI** / Plan de implementación de las decisiones de Johannesburgo
- **JRC** / Centro Conjunto de Investigación (JRC, por sus siglas en inglés)
- **LADA** / Evaluación de la Degradación de Tierras en Zonas Áridas (LADA, por sus siglas en inglés)
- **LCA** / Análisis del Ciclo de Vida (LCA, por sus siglas en inglés)
- **LCI** / Inventario del Ciclo de Vida (LCI, por sus siglas en inglés)
- **LSMS** / Estudio y Medición del Nivel de Calidad de Vida (LSMS, por sus siglas en inglés)
- **LUC** / Cambio de Uso de la Tierra (CUT)
- **MDGs** / Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)
- **NASS** / Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas (Dpto. de Agricultura de EUA) (NASS, por sus siglas en inglés)
- **NGO** / Organización No Gubernamental (ONG)
- **NRCS** / Servicio de Conservación de Recursos Naturales (EUA) (NRCS, por sus siglas en inglés)
- **NREL** / Laboratorio Nacional de Energía Renovable (EUA) (NREL, por sus siglas en inglés)
- **NVA** / Valor Agregado Neto (VAN)
- **OECD** / Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)
- **PE** / Equilibrio Parcial (EP)
- **PM** / Materia Particulada (MP)
- **POPs** / Contaminantes Orgánicos Persistentes
- **PPP** / Paridad de Poder Adquisitivo (PPP)
- **REDD** / Reducción de Emisiones Derivadas de la Deforestación y Degradación de Bosques (REDD, por sus siglas en inglés)
- **R&D** / Investigación y Desarrollo (I&D)
- **RD&D** / Investigación, Desarrollo y Demostración (ID&D)
- **RSB** / Mesa Redonda sobre Biocombustibles Sostenibles (RSB, por sus siglas en inglés)
- **SADC** / Cooperación Sudafricana de Desarrollo (SADC, por sus siglas en inglés)
- **SFU** / Uso de Combustibles Sólidos (UCS)
- **SME** / Pequeña y Mediana Empresa (PYME)
- **SLU** / Sveriges lantbruksuniversitet
- **SOC** / Carbono Orgánico del Suelo (COS)
- **SOM** / Materia Orgánica del Suelo (MOS)
- **TARWR** / Recursos Hídricos Renovables Totales Reales (TARWR, por sus siglas en inglés)
- **TAWW** / Total de Extracciones Anuales de Agua (TAWW, por sus siglas en inglés)
- **TPES** / Suministro Total de Energía Primaria (TPES, por sus siglas en inglés)
- **TREMOT** / Modelo de Estimación de Emisiones del Transporte (TREMOT, por sus siglas en inglés)
- **UN CCD** / Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD, por sus siglas en inglés)
- **UN DESA** / Departamento de Naciones Unidas para Asuntos Económicos y Sociales (UNDESA, por sus siglas en inglés)
- **UNCTAD** / Conferencia de Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, por sus siglas en inglés)
- **UNDP** / Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
- **UNECE** / Comisión Económica de Naciones Unidas para Europa (ECE, por sus siglas en inglés)
- **UNCED** / Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (NUMAD)
- **UNEP** / Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA)
- **UNESCO** / Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés)
- **UNFCCC** / Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)
- **UNFF** / Foro de Naciones Unidas sobre Bosques (FNUB, por sus siglas en inglés)
- **UNICA** / Unión de La Industria de La Caña de Azúcar
- **USDOE** / Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE, por sus siglas en inglés)
- **EPA** / Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés)
- **USDA** / Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés)
- **USGS** / Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés)
- **VCS** / Estándar de Carbono Verificado (VCS, por sus siglas en inglés)
- **VSA** / Evaluación Visual de Suelos (EVS)
- **WHO** / Organización Mundial de la Salud (OMS)
- **WISDOM** / Análisis Espacial Integrado de Oferta y Demanda de Combustible de Madera (WISDOM, por sus siglas en inglés)
- **WRA** / Evaluación de Riesgos de Malezas (ERM)
- **WSSD** / Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (CMDS)
- **WWDR** / Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo (WWDR, por sus siglas en inglés)



# PARTE 1

## Capítulo 1

### La historia y el propósito del trabajo de GBEP sobre sostenibilidad

La Asociación Global para la Bioenergía (GBEP) diseña sus actividades en base a tres áreas estratégicas: desarrollo sostenible, cambio climático y seguridad alimentaria y energética. Es un foro en donde los gobiernos nacionales, las organizaciones internacionales y otros asociados se comprometen a marcos de políticas efectivas mediante el diálogo, identificando los modos y los medios para facilitar la inversión y animando a compartir las buenas prácticas y experiencias a través de la creación de capacidad. Además, mejora el desarrollo de proyectos de colaboración y su implementación, en vistas de optimizar la contribución de la bioenergía hacia el desarrollo sostenible, tomando en cuenta los factores medioambientales, sociales y económicos.

GBEP se creó para llevar a cabo los compromisos asumidos por el G8 en el Plan de Acción de Gleneales de 2005 para dar apoyo a "la utilización de biomasa y biocombustibles, especialmente en los países en vías de desarrollo, donde la biomasa tiene un uso predominante". El G8 dio el visto bueno a la creación de GBEP en la Cumbre de San Petersburgo de 2006 y el trabajo de GBEP ha recibido el apoyo de reuniones posteriores del G8. El trabajo sobre los indicadores de producción y el uso de bioenergía sostenible se planteó en la Cumbre Hokkaido Toyako del G8 en 2008, cuando los miembros del G8 invitaron específicamente a GBEP a "trabajar con otros agentes del sector relevantes para desarrollar referencias e indicadores con base científica para la producción y el uso de biocombustibles". En la Cumbre de L'Aquila en 2009, la Cumbre de Muskoka de 2010, y la Cumbre de Deauville de 2011, el G8 reforzó su apoyo al trabajo de GBEP, incluyendo un conjunto de indicadores de sostenibilidad. Además, los Ministros de Agricultura del G20 en 2011 señalaron en su declaración de la reunión en París: "Continuamos apoyando el trabajo de la Asociación Global para la Bioenergía (GBEP) [...] y en particular damos nuestro apoyo al conjunto de indicadores de sostenibilidad para bioenergía y damos la bienvenida al futuro trabajo de GBEP sobre creación de capacidad para bioenergía sostenible." En enero de 2007, GBEP quedó registrada con la Comisión de Desarrollo Sostenible (CSD, por sus siglas en inglés) como una Asociación para el Desarrollo Sostenible. Las Asociaciones de CSD son iniciativas voluntarias de múltiples agentes que contribuyen a la puesta en práctica de los compromisos intergubernamentales de la Agenda 21, el Programa para la Implantación Ulterior de la Agenda 21 y el Plan de Implementación de Johannesburgo. GBEP es un foro en el cual se trabaja en cooperación voluntaria hacia el consenso entre los gobiernos, organizaciones intergubernamentales y otros Miembros en las áreas de la sostenibilidad de la bioenergía y su contribución a la mitigación del cambio climático. También proporciona una plataforma para compartir información y ejemplos de buenas prácticas.

#### Los objetivos principales de GBEP son:

- Promover el diálogo mundial a alto nivel sobre aspectos relacionados con las políticas de bioenergía, y facilitar la cooperación internacional;

- Dar apoyo a los debates de políticas nacionales y regionales sobre bioenergía y desarrollo de mercados;
- Favorecer la transformación del uso de la biomasa hacia prácticas más eficientes y sostenibles;
- Promover el intercambio de información y capacidades por medio de la colaboración bilateral y multilateral;y
- Facilitar la integración de la bioenergía en los mercados energéticos abordando las barreras en la cadena de suministro.

#### Las áreas actuales de prioridad de GBEP son:

- Facilitar el desarrollo sostenible de la bioenergía;
- Probar y difundir un marco metodológico común para la medición de la reducción de emisiones de GEI gracias al uso de la bioenergía;y
- Concienciar y facilitar el intercambio de información sobre bioenergía.

Con el objeto de alcanzar el progreso en estas tres áreas de prioridad, GBEP creó dos Equipos de Trabajo, uno sobre las Metodologías de los GEI en octubre de 2007, y otro sobre Sostenibilidad en junio de 2008, de los cuales participan todos los países Miembros y Observadores GBEP. En mayo de 2011, GBEP decidió comenzar a trabajar por medio de un Grupo de Trabajo nuevo para facilitar la creación de capacidad para la bioenergía sostenible. El presente informe refleja el resultado de las tareas del Grupo de Trabajo sobre Sostenibilidad.

### 1.2 El Grupo de Trabajo de GBEP sobre Sostenibilidad

Por lo general, se reconoce que la bioenergía puede contribuir de manera significativa al alcance de los objetivos de seguridad energética y desarrollo económico. Asimismo, se reconoce ampliamente que si se quiere que la bioenergía tenga un futuro viable a largo plazo, entonces debe producirse y utilizarse de modo sostenible, considerando los pilares económico, ambiental y social de la sostenibilidad. GBEP considera que puede cumplir un papel muy importante para ayudar a construir un consenso internacional sobre maneras prácticas y efectivas de alcanzar este objetivo global importante y ampliamente conocido. Para tal fin, en junio de 2008, GBEP creó, en conformidad con las declaraciones hechas por los líderes del G8, un Grupo de Trabajo sobre Sostenibilidad, inicialmente bajo el liderazgo del Reino Unido y luego de Suecia, para desarrollar:

- Un inventario con las iniciativas existentes sobre bioenergía sostenible, con miras a la identificación y discusión de similitudes y diferencias en los enfoques así como también en los asuntos que requieren más consideración;
- Un conjunto de criterios basados en la ciencia e indicadores en lo que respecta a la sostenibilidad de la bioenergía;y
- Un resumen final que resuma el trabajo y las conclusiones del Equipo de Trabajo así como también todas las recomendaciones del Comité Directivo de GBEP sobre trabajos adicionales.

Los Asociados y Observadores de GBEP centraron su trabajo dentro del Grupo de Trabajo en el desarrollo de criterios, ahora conocidos como temas, e indicadores sobre la sostenibilidad de la bioenergía en todas sus formas. El presente trabajo pretende proporcionar indicadores de sostenibilidad relevantes, prácticos, con base científica y voluntarios que puedan

guiar cualquier análisis sobre bioenergía que se lleve a cabo a nivel nacional. Cuando se utilicen los indicadores para realizar dichos análisis, debería utilizárselos como herramienta informativa para la toma de decisiones y como facilitadores del desarrollo sostenible de la bioenergía y, por lo tanto, no deberán aplicarse de modo que limiten el comercio de la bioenergía contraviniendo las obligaciones comerciales multilaterales.

A pesar de que varias iniciativas nacionales y regionales han definido o están en el proceso de definir sus propios criterios de sostenibilidad para bioenergía (concentrados principalmente en biocombustibles líquidos), la exclusividad del

Grupo de Trabajo radica en el hecho de que actualmente es la única iniciativa que ha logrado crear un consenso en un amplio conjunto de gobiernos y organizaciones internacionales sobre la sostenibilidad de la bioenergía y, en el hecho de que el énfasis está puesto en proveer medidas útiles para el desarrollo y el análisis de políticas a nivel nacional. El trabajo de GBEP abarca todas las formas de bioenergía. Los indicadores de sostenibilidad de GBEP no señalan direcciones, umbrales o límites y no constituyen una norma, ni tampoco son vinculantes legalmente para los Asociados de GBEP. Los indicadores, medidos en el transcurso del tiempo, mostrarán los progresos en una senda de desarrollo sostenible definido nacionalmente, o una desviación con respecto a dicha senda.

- 
- 1 Véase [http://www.un.org/esa/dsd/dsd\\_aofw\\_par/par\\_index.shtml](http://www.un.org/esa/dsd/dsd_aofw_par/par_index.shtml) para tener mayor información sobre las Asociaciones CSD para el desarrollo sostenible.
  - 2 Estos tres documentos se encuentran disponibles en [http://www.un.org/esa/dsd/resources/res\\_docukeyconf.shtml](http://www.un.org/esa/dsd/resources/res_docukeyconf.shtml).
  - 3 El Marco Metodológico Común de GBEP para el Análisis del Ciclo de vida de GEI de Bioenergía. Primera Versión, se publicó en enero de 2011 y se puede consultar en línea en la siguiente dirección [http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user\\_upload/gbep/docs/GHG\\_clearing\\_house/GBEP\\_Meth\\_Framework\\_V\\_1.pdf](http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/GHG_clearing_house/GBEP_Meth_Framework_V_1.pdf)
  - 4 Para los fines del presente trabajo, se define a los criterios como categorías de factores de sostenibilidad, capacidades o procesos que se utilizan para evaluar el comportamiento medioambiental, económico o social de la producción y el uso de la bioenergía.
  - 5 Para los fines del presente trabajo se define a los indicadores como resultados medibles de un criterio relacionado con la producción y el uso de la bioenergía; un medio para medir o describir varios aspectos de los criterios.

## Capítulo 2

### El trabajo de GBEP sobre indicadores de sostenibilidad

#### 2.1 El trabajo de GBEP como una contribución al desarrollo sostenible

La Asociación Global para la Bioenergía considera que la bioenergía puede contribuir en forma valiosa al desarrollo sostenible. Para efectuar e incrementar esta contribución, el desarrollo y el despliegue de la bioenergía moderna deberían basarse en los principios reflejados en un conjunto común de indicadores de sostenibilidad que puedan aplicarse por países individuales o comunidades para alcanzar las necesidades del presente, incluyendo las necesidades de los pobres, sin comprometer la habilidad de una sociedad para alcanzar sus necesidades futuras. Una evaluación de la sostenibilidad de la bioenergía integra consideraciones económicas, ambientales y sociales dentro del contexto de datos prácticos y relevantes que pueden informar para la toma de decisiones a nivel nacional.

Desde la Cumbre de la Tierra celebrada en Río en 1992, se ha definido e interpretado al desarrollo sostenible de maneras diversas. La Agenda 21, el Plan de Implementación de Johannesburgo y las Decisiones CSD describen una imagen del valor del desarrollo sostenible como una agenda útil y unificadora para el siglo veintiuno.

La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (o "Comisión Brundtland") definió al desarrollo sostenible como "el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin poner en riesgo la capacidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades". En el informe de la Comisión Brundtland, la Agenda 21, la Declaración de Río, el Plan de Implementación de Johannesburgo y las Decisiones CSD, se establecen distintos principios de gran importancia para cualquier marco global que tenga como objetivo medir la sostenibilidad:

- Como principio guía general, el desarrollo sostenible es un proceso de progreso tecnológico y organización social que satisface las necesidades de la sociedad (y particularmente la de los pobres) de una manera que no daña el medio ambiente al punto de que las generaciones futuras no puedan satisfacer sus propias necesidades.
- Los límites ambientales establecidos por esta última condición no son absolutos, sino que pueden modificarse por la innovación humana en tecnología y organización social.
- El desarrollo sostenible implica la igualdad social entre generaciones y dentro de cada generación. La igualdad social y la erradicación de la pobreza son esenciales para el desarrollo sostenible.
- El desarrollo sostenible requiere la integración de las consideraciones económicas, sociales y medioambientales. El plan de implementación de Johannesburgo se refiere a "los tres componentes del desarrollo sostenible (desarrollo económico, desarrollo social y protección medioambiental) como pilares interdependientes y que se refuerzan mutuamente." Además de estos tres pilares, deben considerarse aspectos institucionales. La Decisión CSD-3 se refiere a los elementos económicos, sociales, institucionales y ambientales de desarrollo sostenible.

- El desarrollo sostenible es un proceso mediante el cual se realizan cambios teniendo en cuenta las necesidades del futuro así como también las del presente.
- Los compromisos entre los diferentes elementos de la sostenibilidad son inevitables y deben evaluarse con la vista puesta en el presente y en el futuro, basándose en circunstancias determinadas nacionalmente.
- El concepto básico de desarrollo sostenible y el amplio marco estratégico para alcanzarlo deberían ser comunes aunque las interpretaciones varíen entre los países, teniendo en cuenta sus características sociales, físicas, económicas y políticas únicas.

En consecuencia, la evaluación de la sostenibilidad de la bioenergía necesita integrar consideraciones económicas, sociales, ambientales e institucionales. Es sobre la base de los principios mencionados anteriormente que los países pueden aplicar un conjunto común de indicadores de sostenibilidad a un tema tan multifacético como lo es la bioenergía. Es esencial para el desarrollo sostenible, contar con esfuerzos conjuntos para mejorar el acceso a servicios de energía confiable, asequible, eficiente y limpia, preferentemente que provenga de fuentes renovables. La meta es fomentar el crecimiento económico a través de un uso más eficiente de energía y una utilización mayor de los recursos de energía renovable, incluyendo a la bioenergía. La selección efectiva de soluciones energéticas que tengan en cuenta las circunstancias nacionales es importante y puede beneficiarse de la creación y aplicación de herramientas para guiar a los responsables de tomar decisiones.

#### Los indicadores GBEP y la seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria y energética se encuentra entre los desafíos más serios que afrontan los países en vías de desarrollo. La bioenergía moderna sostenible puede promover el desarrollo agrícola, social y económico que ayudará a abordar estos desafíos. Mientras que se busca promover los efectos positivos que la bioenergía moderna sostenible puede tener sobre la seguridad energética y alimentaria, GBEP reconoce que hay una relación compleja y multifacética entre la bioenergía y la seguridad alimentaria. La inversión y la mejora en los sistemas agrícolas podría conducir a un aumento en la producción de alimentos, forrajes y fibra, y de los residuos que pueden proveer materia prima para la bioenergía, lo que en consecuencia, podría promover el desarrollo rural y mejorar el bienestar familiar. El desarrollo de la bioenergía moderna puede conducir a un aumento en los ingresos de los hogares, especialmente en las áreas rurales al estimular tanto la creación de empleo como el desarrollo empresarial. Al mismo tiempo, la bioenergía puede incrementar la demanda de ciertos productos agrícolas, aumentando su precio. Además, debido a que muchos de los recursos e insumos (tales como tierra, agua y fertilizantes) que se utilizarán en la producción de la bioenergía también son requeridos para la producción de alimentos y forrajes, los proyectos de bioenergía deberían desarrollarse de manera racional y bien pensada. Estos factores, junto con muchos otros factores descritos en el presente informe, pueden tener un efecto negativo o positivo sobre los países y los hogares, dependiendo de las necesidades locales y las circunstancias. Cuando hay un cambio significativo en los precios de los alimentos a nivel global, regional o nacional, el impacto resultante en el bienestar debería evaluarse,

independientemente de cualquier producción o uso de la bioenergía. En la Declaración de la Cumbre de Hokkaido Toyako de 2008 sobre Seguridad Alimentaria Mundial, los líderes del G8 reconocieron esta relación y explícitamente pidieron a los países “asegurar la compatibilidad de las políticas para la producción sostenible y el uso de biocombustibles y la seguridad alimentaria”. En respuesta a ello, los Observadores y Miembros de GBEP desarrollaron un conjunto de indicadores sostenibles con base científica que buscan medir, entre otras cosas, los efectos de la producción de bioenergía y su uso sobre la seguridad alimentaria y energética. A través de estos indicadores, los Miembros y Observadores de GBEP buscan clarificar los posibles conceptos erróneos y mejorar la comprensión de la compleja relación entre bioenergía y seguridad alimentaria para demostrar que la producción sostenible y el uso de la bioenergía pueden contribuir a la seguridad tanto alimentaria como energética.

“La seguridad alimentaria existe cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico, social y económico a suficientes alimentos nutritivos y seguros que puedan satisfacer sus necesidades dietéticas y preferencias alimentarias para tener una vida activa y saludable” (Cumbre Alimentaria Mundial, 1996). Las cuatro dimensiones acordadas internacionalmente de seguridad alimentaria son: disponibilidad, acceso, estabilidad y utilización. Estas dimensiones están relacionadas, entre otras cosas con: el uso de la tierra; el acceso a la tierra; el ingreso por hogar; el acceso a la energía; la calidad nutritiva de los alimentos; y, por último, aunque no menos importante, el suministro de los alimentos y los precios, los cuales se ven afectados por un número de factores además de la producción y el uso de la bioenergía, tales como la demanda de alimentos, forrajes y fibra; las importaciones y las exportaciones de productos alimenticios; las condiciones climáticas; y los precios de la energía e insumos para la producción agrícola. Por todo lo antedicho es que la seguridad alimentaria es un tema amplio y multifacético con múltiples dimensiones económicas, ambientales y sociales; no existe un solo indicador o medida que pueda determinar su presencia o ausencia. GBEP desarrolló un número de indicadores que monitorean la mayoría de estos elementos clave y que, cuando se midan en conjunto, permitirán una evaluación de los impactos de la bioenergía sobre la seguridad alimentaria a nivel nacional, regional y doméstico.

Los indicadores GBEP fundamentales relevantes para la seguridad alimentaria son 1) precio y oferta de una canasta alimentaria nacional, 2) uso de la tierra y cambio de uso de la tierra con relación a la producción de materia prima para bioenergía, 3) asignación y tenencia de la tierra para nueva producción de bioenergía, 4) cambio en los ingresos, 5) bioenergía usada para expandir el acceso a servicios modernos de energía y 6) infraestructura y logística para la distribución de bioenergía. El indicador de precio y oferta de una canasta alimentaria nacional constituye un enfoque técnicamente sólido para evaluar los efectos de la bioenergía sobre un conjunto determinado a nivel nacional de productos alimentarios representativos, incluyendo los principales cultivos básicos. Este indicador busca representar los principales factores que influyen el precio y la oferta de los alimentos con relación al uso de la bioenergía y la producción nacional, teniendo en cuenta los cambios en la demanda para los productos agrícolas, los cambios en el costo de los insumos agrícolas incluyendo el impacto de los precios de la

energía, las condiciones climáticas, y la importación y exportación de alimentos. Además, considera la influencia de los cambios en los precios de los alimentos sobre los niveles de bienestar social, nacionales, regionales, y/o domésticos. El conjunto fundamental de indicadores relevantes para la seguridad alimentaria se complementa con indicadores adicionales que monitorean los factores económicos, ambientales, y sociales que afectan la seguridad alimentaria, incluyendo los empleos en el área de bioenergía, la diversidad biológica en el paisaje, la calidad del suelo, el uso y la eficiencia del agua y la productividad. La evaluación conjunta de estos indicadores proporcionará el conocimiento necesario para alcanzar el objetivo establecido por los líderes del G8 -un objetivo además resaltado en un estudio reciente sobre “Hacer que los Sistemas Integrados de Alimentos-Energía trabajen para las Personas y el Clima” (FAO, 2011). El estudio señala que la producción sostenible de alimentos y energía de manera paralela podría ofrecer un medio efectivo para mejorar la seguridad alimentaria y energética de un país, mientras que al mismo tiempo, reduciría la pobreza y mitigaría el cambio climático.

## 2.2 Cómo se desarrollaron los indicadores

El Equipo de Trabajo buscó desarrollar un conjunto holístico de indicadores técnicamente sólidos con base científica para una evaluación nacional de la producción interna y el uso de la bioenergía moderna. Se invitó a todos los Miembros y Observadores a colaborar con sus respectivas experiencias y conocimientos técnicos para el desarrollo y perfeccionamiento de los indicadores.

El Equipo de Trabajo primero desarrolló y acordó provisionalmente sobre una lista de criterios, y luego estableció tres sub-grupos: (1) Medioambiental – codirigido por Alemania y el PNUMA; (2) Social – encabezado por la FAO; y (3) Económico y de Seguridad Energética – codirigido por la AIE y la Fundación de Naciones Unidas. Estos sub-grupos llevaron a cabo el trabajo detallado sobre los indicadores para estos criterios, los cuales se dividieron de igual manera en tres subconjuntos con esos mismos títulos. Las decisiones, igual que para todas las decisiones en GBEP, se tomaron por consenso entre los Miembros. Además, el Equipo de Trabajo acordó cambiar el término “criterios” por “temas”, señalando que éste representaba mejor la naturaleza de los 18 encabezamientos de categorías acordados, bajo los cuales se habían desarrollado los indicadores. Durante el proceso de desarrollo de los indicadores y sus hojas de metodología subyacentes, los Miembros y Observadores de GBEP, tuvieron en cuenta y utilizaron el trabajo de organizaciones relevantes y procesos internacionales relacionados con la calidad ambiental, el bienestar social y el desarrollo económico sostenible. Algunos ejemplos de las organizaciones internacionales relevantes, cuyo trabajo ha aportado información para el desarrollo de los indicadores, son la Agencia Internacional de Energía (AIE), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Organización para la Agricultura y la Alimentación de Naciones Unidas (FAO), la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU DI) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Durante el desarrollo de los indicadores se utilizaron documentos orientativos existentes sobre desarrollo sostenible, tal como se aborda en la comunidad internacional,

teniendo especialmente en cuenta los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS) y la Agenda 21. Si bien los ODM no tienen un objetivo específico para el acceso a la energía y la seguridad energética, ofrecen referencias concretas para afrontar la pobreza extrema dentro del contexto del desarrollo sostenible en sus dimensiones varias. El Equipo de Trabajo desarrolló temas que se relacionan con el impacto social al acceso a los servicios modernos de energía, en especial, la salud y la seguridad humana y el desarrollo rural y social. El acceso a los servicios modernos de energía para hogares y comercios por medio de la bioenergía puede promover el desarrollo social y la reducción de la pobreza y, de este modo, puede contribuir al alcance de varios ODM, incluyendo a aquellos relacionados con la salud, la educación y la igualdad de género.

El Equipo de Trabajo elaboró indicadores relevantes para los temas económicos de la sostenibilidad, incluyendo a aquellos que abarcan los conceptos de desarrollo económico, seguridad energética, disponibilidad de recursos y eficiencia de uso, desarrollo de infraestructura, y acceso a la tecnología. Para los indicadores relacionados con estos temas se obtuvo información de la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS), de agencias de la ONU (como por ejemplo FAO, PNUD, PNUMA y ONUDI), AIE, y del trabajo de agencias y ministerios de los gobiernos de los Miembros y Observadores del Equipo de Trabajo.

Dentro del pilar ambiental, se consideró un número de temas centrales como parte de la discusión de los indicadores sobre sostenibilidad de GBEP, incluyendo aquellos relacionados con las emisiones de gases de efecto invernadero, la capacidad productiva de la tierra y los ecosistemas, la calidad del aire y del agua, la diversidad biológica, y los cambios en el uso de la tierra. De estos temas, la mitigación de los gases de efecto invernadero y la protección de la diversidad biológica son dos de los aspectos más importantes que se discutieron y se incorporaron dentro de los indicadores relevantes y sus metodologías subyacentes. En consecuencia, la información para el desarrollo de los indicadores fue proporcionada por procesos internacionales importantes que también se centran en estos temas, incluyendo la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB), el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) y la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). La Convención sobre Diversidad Biológica ha aportado información a GBEP sobre distintos temas, tales como los relacionados con la capacidad productiva de la tierra y el ecosistema, la disponibilidad y la calidad del agua y el cambio de uso de la tierra. La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) reconoce que los efectos adversos del cambio climático son una preocupación común, incluyendo las actividades humanas que han ido aumentando las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo que puede afectar de manera adversa a los ecosistemas naturales y a la humanidad. La medición e información de las emisiones de GEI debidas a la producción de bioenergía siguen las Directrices y las Orientaciones de Buenas Prácticas (2000 y 2003) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), que consideran estas emisiones en el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (LULUCF), agricultura y sectores de proceso industrial. Entre los temas definidos por GBEP, el tema de la emisión de GEI es el que

abarca directa y comprensivamente temas relacionados con el cambio climático (específicamente el rol de la bioenergía en la mitigación del cambio climático). Otros temas relacionados con la evaluación del potencial de mitigación de la bioenergía incluyen conceptos asociados con la capacidad productiva de la tierra y los cambios de uso de la tierra.

## Criterios de selección de los indicadores

Los criterios de selección de los indicadores fueron la relevancia, el sentido práctico y la base científica. Adicionalmente, debía considerarse la escala geográfica y también si todo el conjunto de indicadores era equilibrado y lo suficientemente exhaustivo, sin dejar de ser práctico. Se recabó información relacionada con estos criterios de selección para los indicadores GBEP con el fin de aportar información para el proceso de toma de decisiones. Gran parte de esta información de apoyo se presenta en las hojas de metodología en el Capítulo 3 del presente informe. A continuación se detallan los criterios para la selección de los indicadores:

### Relevancia

Un indicador debe ser relevante en el sentido de que debe medir con la mejor precisión posible la tendencia de un tema o un componente de un tema. Los indicadores deben brindar a los legisladores información definida que les ayude a decidir si las políticas vigentes tienen éxito y si se necesitan nuevas políticas, así como también deben brindar información de manera potencial que sirva de uso para otros interesados en el área. La sostenibilidad de la bioenergía debe considerarse, en tanto sea relevante y significativa, en un contexto energético y en consecuencia, los indicadores deberían identificarse de tal manera que permitan su comparación con un combustible fósil equivalente (o de manera alternativa fuentes de energía u opciones de políticas). Sin embargo, esto no debería ir en detrimento o exclusión de los quienes comparan combustibles no fósiles deseables para demostrar la sostenibilidad de la bioenergía. El grado de relevancia de cada indicador para los legisladores puede variar localmente, y esto es muy probable que se vea reflejado en la elección de los indicadores que los países o las organizaciones elijan utilizar como fuente de información para su propio análisis. No obstante, el objetivo principal del Equipo de Trabajo era (y aún es) un conjunto de indicadores universales y relevantes, aplicables a todas las fuentes de bioenergía.

Sentido práctico: El sentido práctico de los indicadores contribuirá a hacer posible su uso (voluntario). El Equipo de Trabajo se esforzó por aprender sobre procesos relevantes de indicadores previos y actuales. La adopción, en la medida de lo posible, de indicadores idénticos o similares a los que se están midiendo, así como de metodologías que ya se encuentran en uso, haría que la medición de los indicadores GBEP no sea tan trabajosa, pero tuvo que tenerse cuidado de que estos indicadores y metodologías separaran el efecto de la bioenergías de todos los otros factores en tanto sea posible. El sentido práctico de los indicadores depende de la disponibilidad de los datos y la habilidad para recabarlos. Por ejemplo, algunos o todos los datos requeridos para producir un valor para el indicador podrían estar disponibles en fuentes ya existentes. Cuando aún no se están recopilando los datos relevantes, el nivel de complejidad (tiempo, costo,

tecnología) del proceso requerido para medir los indicadores (por ejemplo seguimiento estadístico, elaboración de modelos y medición física) debe ser necesariamente considerado previo a la selección del indicador. Los indicadores seleccionados se consideraron listos para medir dentro de un período de tiempo y esfuerzo razonables. La habilidad para medir los indicadores dependerá de la capacidad de un país y, el Equipo de Trabajo adoptó un enfoque que consiste en que si un indicador pudo medirse en sentido práctico en algunos de los países Miembros, aunque otros países no hayan tenido la capacidad para hacerlo, debería considerarse al indicador como medible en sentido práctico ya que la capacidad requerida puede desarrollarse por medio de una cooperación técnica. Cuando se encontraron indicadores cuantitativos, se los prefirió ante los cualitativos, si bien se decidió que esta última clase debería incluirse en donde sea apropiado, especialmente, en donde no existían metodologías para indicadores cuantitativos y necesitaron desarrollarse. En algunos casos podrían preferirse los datos cualitativos para no dar un sentido falso de exactitud, como en encuestas o en la presentación de resultados de entrevistas.

**Base científica:** La base científica de los indicadores es crucial para la operatividad, objetividad, transparencia y credibilidad del producto del GBEP. El Grupo de Trabajo apuntó a tener una relación científica bien establecida entre el indicador y el aspecto de sostenibilidad que se desea medir o informar, como se expresa por un tema o un componente de un tema. La clave para que los indicadores sean de base científica es contar con un enfoque metodológico para proporcionar el nexo entre los valores o cambios en los valores a través del tiempo y la producción y el uso de la bioenergía, además de los principios que orienten hacia la creación de respuestas precisas, considerando las limitaciones de recursos. Para lograr la selección final de un indicador GBEP se necesitó alcanzar un acuerdo general sobre los enfoques metodológicos y el nivel de certidumbre asociado a sus resultados. El indicador de enfoques metodológicos abarca técnicas provenientes de una amplia gama de ciencias (por ejemplo, naturales, sociales, conductuales) incluyendo la elaboración de modelos, las entrevistas y la medición física directa. Una medición física, debido a toda su precisión, puede de hecho estar sujeta a incertidumbres relacionadas con el punto de partida, interferencia de factores externos, variación natural (por ejemplo estacional) del medioambiente, etc., de un nivel comparable o mayor que las incertidumbres de los resultados basados en entrevistas o modelos. Puesto que una parte importante de la ciencia es la revisión por otros colegas de los hallazgos de investigación, la existencia de documentación revisada por otros colegas del uso de un indicador para demostrar el impacto y el uso de la producción de bioenergía, fue un factor importante para apoyar la base científica de un indicador. A la luz de este proceso consensuado, el Equipo de Trabajo acordó una lista de 24 indicadores de sostenibilidad desarrollados bajo tres pilares (ambiental, social y económico) para reflejar la práctica habitual en las discusiones internacionales de desarrollo sostenible.

### 2.3 Información contextual y aspectos transversales de apoyo a los análisis en que se usen los indicadores de GBEP

Como se indicó anteriormente, el trabajo de GBEP sobre indicadores de sostenibilidad pretende orientar todo análisis de bioenergía que se lleve a cabo a nivel nacional y a ser

utilizado en vistas a aportar información para la toma de decisiones y facilitar el desarrollo sostenible de la bioenergía. Con este propósito, las mediciones de los indicadores serán más relevantes para los interesados si se ubican dentro del contexto adecuado del país, incluyendo información sobre marcos legales, de políticas e institucionales. Por ejemplo, sería útil para los gobiernos interpretar los valores de los indicadores en pos de alcanzar los objetivos y fines de las políticas a nivel nacional vigentes de acuerdo con la bioenergía o con relación a la bioenergía. Más específicamente, un gobierno podría preguntarse si es que existe un marco legal, político e institucional vigente para evaluar, monitorear y tratar los temas de sostenibilidad relacionados con la producción y/o uso de bioenergía abarcado por los indicadores. Además, podría ser de utilidad considerar el nivel de apoyo del gobierno ofrecido para la producción y/o uso de la bioenergía con el propósito de realizar un análisis de costo-beneficio de un programa nacional de bioenergía. Este enfoque también podría permitir a los usuarios entender hasta qué punto las diferentes prácticas usadas en su país están alineadas con los objetivos de las políticas generales. En este sentido, los gobiernos pueden recabar información sobre temas de sostenibilidad relacionados con la bioenergía, analizar y utilizar esta información para el diseño, el desarrollo y la implementación de políticas relacionadas con el uso y la producción sostenible de la bioenergía.

Para hacer que el análisis sea más informativo para los encargados de la toma de decisiones, es importante recabar información sobre los diferentes tipos de prácticas aplicadas (incluyendo las prácticas de gestión para la producción de materias primas, las tecnologías de conversión y la escala de estas operaciones). Aunque los indicadores GBEP por lo general se presentan como agregados nacionales, los datos para los indicadores GBEP pueden a menudo ser recabados por los operadores económicos (por ejemplo, agricultores, procesadores, distribuidores y usuarios finales). Aunque el foco de los indicadores está puesto en el nivel nacional, también se podrían hacer otros análisis por separado de esta información (cuando sea relevante y apropiado) para ampliar el análisis de los datos agregados a nivel nacional.

La medición de los indicadores, incluyendo a la determinación de qué áreas y grupos de población en un país deberían considerarse en mayor detalle, mejorará con la disponibilidad y el uso de mapas de recursos naturales y humanos, incluyendo a las condiciones socioeconómicas. Esto incluiría: estudios de suelo; mapas de recursos hídricos; mapas de áreas nacionalmente reconocidas como poseedoras de gran biodiversidad o como ecosistemas de importancia nacional; y mapeo y evaluación de inseguridad y vulnerabilidad alimentaria. Sin embargo, la falta en tal información, no debería impedir los intentos para comenzar a medir los indicadores de sostenibilidad de GBEP en un país.

Así como los valores de los indicadores de sostenibilidad de GBEP para la bioenergía se beneficiarían al interpretarse en el contexto de objetivos de políticas relevantes, las políticas de bioenergía también se beneficiarían al desarrollarse en el contexto de varios asuntos transversales. Estos asuntos tienen influencia sobre cómo las políticas de bioenergía pueden desarrollarse de modo sostenible y proveer idealmente información relevante y contexto regulatorio a mayor escala. La siguiente es una lista no exhaustiva de tales asuntos relevantes, que se relacionan principalmente con los

aspectos institucionales y regulatorios y otros más amplios y fuera del alcance de los indicadores GBEP acordados:

### Buen gobierno

- El buen gobierno, en particular haciendo referencia a un marco legal y regulatorio sólido y a una capacidad y coordinación institucionales adecuadas, junto con instituciones públicas que dirijan los asuntos públicos y gestionen los recursos públicos para garantizar el cumplimiento de los derechos humanos, proporciona un espacio propicio para lograr los objetivos de las políticas de bioenergía además de medir los indicadores de un modo transparente.

### Legislaciones integradas con una estructura institucional que las apoye

- Es importante que las inferencias ambientales, sociales y económicas de las políticas sobre bioenergía se consideren de manera holística y se reflejen en los acuerdos institucionales.

- Considerando cuán transversal es la bioenergía como área política, la coordinación entre los ministerios y las agencias responsables de la agricultura (incluyendo la silvicultura), la energía, el medioambiente, el cambio climático, el comercio, la erradicación de la pobreza, la investigación y el desarrollo, la industria, las finanzas y otras áreas es de incalculable valor para asegurar que los objetivos de las políticas bioenergéticas y su implementación estén alineados con otras áreas políticas, habiendo evaluado sinergias y compromisos.

### Seguimiento y revisión regular de las políticas para asegurar la calidad en su implementación

- Siempre es bueno monitorear y evaluar las políticas implementadas y revisarlas a la luz de esta evaluación. La política bioenergética no es una excepción. Un programa para la bioenergía bien planeado y pensado puede tener beneficios importantes; sin embargo, un programa escalado rápidamente sin ser bien pensado puede presentar algunos desafíos potenciales que actualmente no se los logra comprender en su totalidad debido a su complejidad y novedad.

- Tal monitoreo y revisión podría informar sobre los ajustes en los planes de gobierno, los programas y los presupuestos para ayudar a garantizar el alcance de las políticas sobre bioenergía.

### Monitoreo, implantación y adherencia de las políticas, las metas y la legislación nacionales de la bioenergía

- La recopilación de datos, la observación y el análisis adecuados pueden contribuir a una implementación exitosa de las políticas sobre bioenergía.

- La legislación nacional sobre bioenergía debería apoyarse mediante la exigencia de su cumplimiento por parte de las autoridades nacionales.

- El fortalecimiento de la capacidad institucional para monitorear los efectos del uso y producción de la bioenergía podría colaborar con el cumplimiento de la legislación y políticas a nivel nacional pertenecientes a la producción de bioenergía.

- La inclusión de interesados relevantes en la planificación y el diseño de políticas puede mejorar su eficacia y la recopilación

de datos, así como el monitoreo de los efectos de una política en particular.

### Procesos de toma de decisiones descentralizados y participativos

- Procesos de toma de decisiones reconocidos y establecidos y la participación de todos los interesados relevantes (incluyendo el sector privado, el sector público, la sociedad civil, las mujeres, las comunidades locales e indígenas que sean apropiadas) en los diferentes niveles del proceso de toma de decisiones sobre bioenergía es esencial para el desarrollo sostenible y contribuye a la aceptación de las políticas sobre bioenergía sostenible.

- Esto también puede ayudar a la toma de decisiones sobre bioenergía a nivel nacional para que se tengan en cuenta consideraciones locales específicas en su diseño e implementación.

### Asociaciones público-privadas orientadas a avanzar en la energía para el desarrollo sostenible.

### Evaluaciones de los impactos económicos, sociales y ambientales de los proyectos sobre bioenergía y de los programas nacionales sobre bioenergía.

### Códigos de práctica empresarial y enfoques responsables de las inversiones para alcanzar una producción y un uso sostenibles de la bioenergía moderna.

### Planificación y gestión integradas del uso físico del suelo

- Un sistema bien organizado para el planeamiento del uso físico de la tierra puede contribuir a la selección de áreas apropiadas para la producción y el uso de la bioenergía y la gestión sostenible, además puede prevenir desarrollos no deseados en, por ejemplo, áreas ecológicas vulnerables o protegidas.

### Gestión integrada de los recursos hídricos

- Debido a que los cultivos de bioenergía y las plantas de procesamiento requieren agua, así como también existe demanda de agua para otras funciones (agua bebible, agua de enfriamiento para plantas eléctricas, agricultura, etc.), la gestión integrada de las cuencas hídricas podría ayudar en la orientación del suministro y la demanda sostenible.

### Políticas y leyes que garanticen los derechos bien definidos del uso del agua y de la tierra y promuevan la seguridad legal de sus tenencias.

### Educación y concienciación sobre la bioenergía y su contribución al desarrollo sostenible.

### Marco regulatorio estable y entorno habilitante para el sector de bioenergía.

### Sistema de comercio multilateral predictivo, no discriminatorio, seguro, equitativo, abierto y congruente con el desarrollo sostenible.

Mejor acceso a los mercados para los países en vías de desarrollo.

## 2.4 Los indicadores de sostenibilidad para bioenergía de GBEP

En la siguiente tabla se presenta el conjunto de los 24 indicadores de sostenibilidad de bioenergía de GBEP, bajo tres

pilares, con los temas relevantes enumerados en la parte superior de cada pilar.

El orden en el cual se presentan los indicadores no tiene importancia. En las hojas de metodología de la Parte II se presenta información completa de apoyo relacionada con la relevancia, los aspectos prácticos y la base científica de cada uno de los indicadores, incluyendo los enfoques para su medición.

PILAR AMBIENTAL	
TEMAS	
GBEP considera relevantes los siguientes temas, los cuales guiarán el desarrollo de los indicadores bajo este pilar: Emisiones de gases de efecto invernadero, capacidad productiva de la tierra y los ecosistemas, calidad del aire, disponibilidad, eficiencia y calidad del uso del agua, diversidad biológica, cambio del uso de la tierra, incluyendo los efectos indirectos.	
NOMBRE DEL INDICADOR	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR
EMISIONES	Emisión de gases de efecto invernadero en todo el ciclo de vida de la producción y el uso de bioenergía, conforme a la metodología elegida a nivel nacional o comunitario y presentadas usando el Marco Metodológico Común de GBEP para el Análisis del Ciclo de Vida de los Gases de Efecto Invernadero procedentes de la Bioenergía 'Versión Uno'.
CALIDAD DEL SUELO	Porcentaje de la tierra en el cual la calidad del suelo, especialmente en términos de carbono orgánico del suelo, se mantiene o se mejora con respecto a la tierra total en la cual se cultivan o cosechan las materias primas para la bioenergía.
NIVELES DE COSECHA DE	Cosecha anual de los recursos madereros en volumen y como porcentaje de crecimiento neto o de rendimiento sostenido, y porcentaje de la cosecha anual usado para bioenergía.
EMISIONES DE CONTAMINANTES DEL AIRE QUE NO SON GEI, INCLUYENDO	Emisiones de contaminantes del aire que no son GEI, incluyendo sustancias tóxicas del aire, por la producción de materias primas, procesamiento, transporte de materias primas, productos intermedios y finales y uso de la bioenergía, en comparación con otras fuentes de energía.
USO Y EFICIENCIA DEL AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua extraída de cuencas hídricas determinadas a nivel nacional para la producción y procesamiento de materias primas para bioenergía, expresada como el porcentaje de recursos hídricos renovables reales totales (TARWR, por sus siglas en inglés) y como el porcentaje de las extracciones anuales de agua totales (TAWW, por sus siglas en inglés), desagregadas en fuentes de agua renovables y no renovables.</li> <li>• Volumen de agua extraído de cuencas hídricas determinadas a nivel nacional, usado para la producción y el procesamiento de materias primas para bioenergía por unidad de bioenergía producida, desagregado en fuentes de agua renovables y no renovables.</li> </ul>
DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN EL PAISAJE NATURAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área y porcentaje de áreas reconocidas nacionalmente como de alto valor de biodiversidad o ecosistemas críticos convertidos a producción de bioenergía.</li> <li>• Área y porcentaje de la tierra usados para la producción de bioenergía donde se cultivan especies invasoras reconocidas nacionalmente, por categoría de riesgo.</li> <li>• Área y porcentaje de tierra usada para la producción de bioenergía donde se usan métodos de conservación reconocidos nacionalmente.</li> </ul>
USO DE LA TIERRA Y CAMBIO DE USO DE LA TIERRA RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN DE MATERIA PRIMA PARA BIOENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área total de tierra para la producción de materias primas para bioenergía y en comparación con la superficie nacional total y las áreas de tierras agrícolas y forestales gestionadas.</li> <li>• Porcentajes de bioenergía procedentes de incrementos del rendimiento, residuos, desechos y tierras degradadas o contaminadas.</li> <li>• Tasas anuales netas de conversión entre tipos de uso de tierra causada directamente por la producción de materia prima para bioenergía, incluyendo, entre otros, los siguientes:</li> </ul>

- tierra cultivable y cultivos perennes, prados y pastizales permanentes y bosques gestionados;
- bosques naturales y dehesas (incluyendo sabanas, excluyendo prados y pastizales permanentes) turberas y humedales.

## PILAR SOCIAL

### TEMAS

GBEP considera relevantes los siguientes temas, los cuales guiaron el desarrollo de los indicadores bajo este pilar: Precio y oferta de una canasta alimentaria nacional, acceso a la tierra, el agua y otros recursos naturales, condiciones laborales, desarrollo social y rural, acceso a la energía, salud y seguridad humanas.

NOMBRE DEL INDICADOR	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR
ASIGNACIÓN Y TENENCIA DE LA TIERRA PARA NUEVA PRODUCCIÓN DE	<p>Porcentaje de tierra -total y por tipo de uso de la tierra- usada para nueva producción de bioenergía, donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un instrumento legal o una autoridad nacional establece la propiedad de la tierra y los procedimientos para el cambio de propiedad; y</li> <li>• el actual sistema legal nacional y/o las prácticas socialmente aceptadas proporcionan el trámite preceptivo y se siguen los procedimientos establecidos para determinar la propiedad legal.</li> </ul>
PRECIO Y OFERTA DE UNA CANASTA ALIMENTARIA NACIONAL	<p>Efectos de la producción y uso de la bioenergía sobre el precio y oferta de una canasta alimentaria, que es un conjunto de alimentos representativos al nivel nacional, incluidos los principales cultivos básicos, medidos a nivel nacional, regional y/o de hogar, teniendo en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• los cambios en la demanda de productos alimenticios para alimentos de humanos y de animales y fibra;</li> </ul>
PRECIO Y OFERTA DE UNA CANASTA ALIMENTARIA NACIONAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• los cambios en la importación y exportación de productos alimentarios;</li> <li>• los cambios en la producción agrícola debido a las condiciones climáticas;</li> <li>• los cambios en los costes agrícolas derivados de los precios del petróleo y otras energías; y</li> <li>• el impacto de la volatilidad e inflación de los precios de los alimentos en el nivel de bienestar nacional, regional y/o doméstico, tal y como ha sido determinado en el país.</li> </ul>
CAMBIO EN INGRESOS	<p>Contribución de lo siguiente al cambio en ingresos debido a la producción de bioenergía:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• salarios pagados a empleados del sector bioenergético en relación con sectores comparables;</li> <li>• ingresos netos por la venta, intercambio y/o autoconsumo de productos bioenergéticos, incluyendo materias primas, realizados por hogares o personas autoempleadas.</li> </ul>
EMPLEOS EN EL SECTOR DE LA BIOENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de empleo neto como resultado de la producción y el uso de la bioenergía, total y desagregado (si es posible) de la manera siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• calificado/no calificado</li> <li>• temporal/indefinido</li> </ul> </li> <li>• Número total de empleos en el sector de la bioenergía y porcentaje que cumple con las normas laborales reconocidas nacionalmente, congruentes con los principios enumerados en la Declaración de la OIT sobre Principios y Derechos Fundamentales en el Trabajo, en relación con sectores comparables.</li> </ul>
CAMBIO EN LA MORTALIDAD Y TASAS DE ENFERMEDADES ATRIBUIBIBLES A HUMOS EN ESPACIOS CERRADOS	<p>Cambio en la mortalidad y en las tasas de enfermedades atribuibles a humos en espacios cerrados por el uso de combustibles sólidos, y cambios en estos como resultado del mayor despliegue de los servicios de bioenergía, incluyendo cocinas de biomasa mejoradas</p>
INCIDENCIA DE LESIONES, ENFERMEDADES Y MUERTES	<p>Incidencia en lesiones, enfermedades y muertes laborales en la producción de bioenergía en relación con sectores comparables</p>

## PILAR ECONÓMICO

## TEMAS

GBEP considera relevantes a los siguientes temas, los cuales guiaron el desarrollo de los indicadores bajo este pilar:

Disponibilidad de recursos y eficiencia de su utilización en la producción, la conversión, la distribución y el uso final de la bioenergía, desarrollo económico, viabilidad económica y competitividad de la bioenergía, acceso a la tecnología y a las capacidades tecnológicas, seguridad energética / diversificación de fuentes y suministro, seguridad energética / infraestructura y logística para distribución y uso.

NOMBRE DEL INDICADOR	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR
PRODUCTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productividad de las materias primas para bioenergía por materia prima o por granja/plantación.</li> <li>• Eficiencias de procesamiento por tecnología y materia prima.</li> <li>• Cantidad de producto final de bioenergía por masa, volumen o contenido energético por hectárea por año.</li> <li>• Coste de producción por unidad de bioenergía.</li> </ul>
BALANCE NETO DE ENERGÍA	Ratio de energía de la cadena de valor de bioenergía en comparación con otras fuentes de energía, incluyendo ratios de energía de producción de materia prima, procesamiento de la materia prima para la obtención de bioenergía, uso de la bioenergía; y/o análisis del ciclo de vida.
VALOR AGREGADO BRUTO	Valor agregado bruto por unidad de bioenergía producida y como porcentaje del producto interior bruto.
CAMBIO EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES Y EN EL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustitución de combustibles fósiles por bioenergía nacional medida en contenido energético y ahorros anuales de divisas convertibles debidos a la reducción de compras de combustibles fósiles.</li> <li>• Sustitución del uso tradicional de la biomasa por bioenergía moderna nacional, en contenido energético.</li> </ul>
FORMACIÓN Y RECALIFICACIÓN	Porcentaje de trabajadores formados en el sector de la bioenergía del total de la masa laboral y porcentaje de trabajadores re-calificados del número total de empleos perdidos en el sector de la bioenergía.
DIVERSIDAD ENERGÉTICA	Cambio en la diversidad del suministro total de energía primaria debido a la bioenergía.
INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA	Número y capacidad de rutas para los sistemas críticos de distribución, en conjunto con una evaluación de la proporción de bioenergía asociada con cada uno de ellos.
CAPACIDAD Y FLEXIBILIDAD DEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ratio de capacidad para el uso de bioenergía en comparación con el uso real por cada ruta significativa de utilización.</li> <li>• Ratio de la capacidad flexible que puede usar bioenergía u otras fuentes energéticas frente a la capacidad total.</li> </ul>

7 El Informe de la Comisión Mundial sobre Ambiente y desarrollo se puede ver en <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

8 La declaración del Milenio de la ONU señala que un buen gobierno tanto a nivel nacional como internacional es esencial para alcanzar los objetivos de desarrollo.

## Capítulo 3

### Hojas de metodología para los indicadores de sostenibilidad de GBEP

En la Parte II del presente informe se encuentran las hojas de metodología para los indicadores de sostenibilidad de GBEP, que contienen información relacionada con la relevancia, el sentido práctico y la base científica de los indicadores. Se desarrollan por medio de un esfuerzo transparente, conjunto, colaborativo y de base científica. Reflejan la pericia y experiencia combinadas de los Miembros y Observadores de GBEP.

#### Estructura y contenido de las hojas de metodología

El siguiente contenido se incluye para cada indicador.

##### Nombre del indicador:

Se utiliza un nombre corto para facilitar la comunicación.

##### Descripción:

Esto es lo que el indicador realmente mide.

##### Unidad(es) de medición:

Se sugieren unidades del SI, aunque algunos países pueden usar otras unidades, dependiendo de la información nacional disponible.

##### Aplicación del indicador:

Aquí se establece si el indicador es aplicable a la fase de producción y/o uso y si es aplicable a todas las materias primas, usos finales y rutas de bioenergía o simplemente a algunas categorías específicas.

##### Relación con los temas:

- Aquí se establece cómo se relaciona el indicador con los temas de sostenibilidad seleccionados por GBEP, tendencias en aspectos de las cuales se pretende que el indicador mida;
- obsérvese que un indicador puede informar sobre más de un tema y sobre más de un pilar de sostenibilidad.

##### El modo en el cual el indicador ayudará a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

Aquí se explica cómo deberían interpretarse los valores del indicador con el fin de evaluar la sostenibilidad de la bioenergía y aportar información para la toma de decisiones a nivel nacional.

##### Comparación con otras opciones de energía:

- Si bien los indicadores pueden utilizarse para evaluar la sostenibilidad de la bioenergía (que incluye a la comparación de diferentes tipos de bioenergía usados en un país) sin referencia a otras fuentes de energía, es de suma importancia poder relacionar la contribución (positiva o negativa) de la bioenergía para el desarrollo sostenible con aquella de los combustibles fósiles y otras fuentes de energía, que pueden desplazarla o competir con ella;
- en consecuencia, en esta sección se señala a qué otras fuentes de energía pueden aplicarse los indicadores;
- si el indicador no puede aplicarse a otras fuentes de energía, se sugieren medios alternativos de inclusión del tema en un análisis comparativo completo.

##### Enfoque metodológico:

• Esta sección incluye una descripción de cómo el enfoque metodológico permite determinar el impacto de la producción y/o el uso de la bioenergía, separado de otros efectos y construir un indicador agregado a nivel nacional.

• Se pretende que los indicadores midan los efectos de la bioenergía sobre varios elementos del medioambiente, la sostenibilidad social y económica y que presenten estos efectos, principalmente como promedios nacionales o valores agregados; sin embargo, puede resultar desafiante atribuir efectos específicamente a la bioenergía en el contexto general de la actividad agrícola y económica. Los efectos de la producción y el uso de la bioenergía dependerán básicamente de las ubicaciones geográficas de la producción y el procesamiento de la materia prima. Muchas de las hojas de metodología presentan opciones para atribuir los efectos del cultivo y del procesamiento de materias primas potenciales (por ejemplo, cultivos, maderas, residuos y desechos) a la producción y el uso de la bioenergía. La selección de métodos para la recopilación, agregación y análisis de datos dependerá de las circunstancias específicas de cada país y del conocimiento de los sectores bioenergéticos y agrícolas nacionales. Lo mismo se aplica a los métodos usados para la atribución a la bioenergía. Los datos para la producción de materia prima de bioenergía pueden recopilarse a nivel nacional (o regional) si se llevó a cabo un análisis de la práctica agrícola, o si se tomaron muestras (o realizaron encuestas) en el campo o en las instalaciones de procesamiento de bioenergía. Los datos sobre las fuentes y alcance de la producción y procesamiento de materia prima para la bioenergía permitirán la atribución a la bioenergía. En algunos casos la distancia que existe entre la producción de cultivos o el sitio de recolección de residuos/desechos y las instalaciones de procesamiento de bioenergía puede utilizarse para estimar si se destina un cultivo, un residuo o un desecho para bioenergía. De modo similar, la recopilación de datos para la fase de procesamiento puede llevarse a cabo a nivel nacional (o regional) si existen informes sobre las plantas de producción de biocombustible y sino, por medio de la recopilación de datos en la planta de procesamiento. Las estrategias para la recopilación de datos deberían tener en cuenta el nivel de variación geográfica de la producción de materia prima. En donde las cadenas de suministro sean más complejas, podría ser necesario adoptar aproximaciones más simples basadas en el porcentaje del cultivo producido en el país que se usa para la producción de bioenergía.

##### Limitaciones anticipadas:

Una parte central de la ciencia es el conocimiento de las principales fuentes de incertidumbres en una metodología (en algunos casos se sugieren también algunos medios posibles para reducir estas incertidumbres).

##### Requerimiento de datos:

- Se refiere a los datos básicos que se requieren para elaborar un indicador, de acuerdo con el enfoque metodológico descrito con anterioridad;
- se indican, además, tipos y escalas de medición.

##### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

Es una lista no exhaustiva de las fuentes disponibles de la información requerida para el indicador.

**Vacíos de información conocidos:**

Se destacan los vacíos de información conocidos y las estrategias sugeridas para llenar estos vacíos.

**Procesos internacionales relevantes:**

La existencia de procesos internacionales de mediciones similares podría indicar que se está recabando información o que nueva información serviría más que los indica-

dores GBEP y también podría implicar una relevancia política mayor.

**Referencias:**

Una lista no exhaustiva de referencias, algunas de las cuales podrían ser esenciales para la comprensión total del enfoque metodológico sugerido.

9 Obsérvese que "impactos", en este contexto, no tiene el mismo significado que en el contexto del indicador marco factor determinante-presión-estado-impacto-respuesta (DPSIR, por sus siglas en inglés). (Ver por ejemplo "Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting", Agencia Europea de Medio Ambiente, 2003: [http://eea.eionet.europa.eu/Public/irc/eionet-circle/core\\_set/library?l=/management\\_documentation/indicator\\_typology/\\_EN\\_1.0\\_&a=d](http://eea.eionet.europa.eu/Public/irc/eionet-circle/core_set/library?l=/management_documentation/indicator_typology/_EN_1.0_&a=d))

# PARTE 2

## Las hojas de metodología

A continuación se presentan los indicadores de sostenibilidad de GBEP y sus hojas de metodología. El orden en el cual se presentan los indicadores no tiene importancia. A continuación se presenta la tabla de resumen de pilares, temas y nombres del indicador, con los pilares medioambienta-

les, sociales y económicos de a uno, una tabla más detallada que muestra los temas, nombres del indicador y sus descripciones, y luego la hoja de metodología respectiva. Estas hojas de metodología presentan información de apoyo con relación a la relevancia, sentido práctico y base científica de cada indicador, incluyendo a los enfoques sugeridos para su medición.

PILARES		
El trabajo de GBEP sobre los indicadores de sostenibilidad se desarrolló bajo los siguientes tres pilares, observando las interrelaciones entre ellos: Económico		
Ambiental	Social	Económico
TEMAS		
GBEP considera los siguientes temas como relevantes, y estos guiaron el desarrollo de los indicadores bajo estos pilares:		
Emisiones de gases de efecto invernadero. Capacidad productiva de la tierra y los ecosistemas. Calidad del aire. Disponibilidad, eficiencia en el uso y calidad del agua. Diversidad biológica. Cambio en el uso de la tierra, incluyendo a los efectos indirectos.	Precio y oferta de una canasta alimentaria nacional. Acceso a la tierra, el agua y otros recursos naturales. Condiciones laborales. Desarrollo social y rural. Acceso a la energía. Salud y seguridad humanas.	Disponibilidad de recursos y eficiencias de uso en la producción, conversión, distribución y uso final de la bioenergía. Desarrollo económico. Viabilidad económica y competitividad de la bioenergía. Acceso a la tecnología y las capacidades tecnológicas. Seguridad energética. Diversificación de fuentes y de suministro. Seguridad energética. Infraestructura y logísticas de distribución y uso.
INDICADORES		
1. Emisiones de GEI en todo el ciclo de vida	9. Asignación y tenencia de la tierra para nueva producción de bioenergía	17. Productividad
2. Calidad del suelo	10. Precio y oferta de una canasta alimentaria nacional	18. Balance neto de energía
3. Niveles de cosecha	11. Cambio en ingresos	19. Valor agregado bruto
4. Emisiones de contaminantes del aire que no son GEI, incluyendo sustancias tóxicas del aire	12. Empleos en el sector de la bioenergía	20. Cambio en el consumo de combustibles fósiles y en el uso tradicional de biomasa
5. Uso y eficiencia del agua	13. Cambio en tiempo no pagado invertido por mujeres y niños en la recolección de biomasa	21. Formación y recalificación de los trabajadores
6. Calidad del agua	14. Bioenergía usada para ampliar el acceso a servicios modernos de energía	22. Diversidad energética
7. Diversidad biológica en el paisaje natural	15. Cambio en la mortalidad y tasas de enfermedades atribuibles a humos en espacios cerrados	23. Infraestructura y logística para la distribución de bioenergía

8. Uso de la tierra y cambio del uso de la tierra con la producción de materia prima para bioenergía

16. Incidencia de lesiones, enfermedades y muertes laborales

24. Capacidad y flexibilidad del uso de la bioenergía

## PILAR AMBIENTAL

### TEMAS

GBEP considera relevantes los siguientes temas, los cuales guiaron el desarrollo de los indicadores bajo este pilar: Emisiones de gases de efecto invernadero, capacidad productiva de la tierra y los ecosistemas, calidad del aire, disponibilidad, eficiencia y calidad del uso del agua, diversidad biológica, cambio del uso de la tierra, incluyendo los efectos indirectos.

NOMBRE DEL INDICADOR	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR
EMISIONES	Emisión de gases de efecto invernadero en todo el ciclo de vida de la producción y el uso de bioenergía, conforme a la metodología elegida a nivel nacional o comunitario y presentadas usando el Marco Metodológico Común de GBEP para el Análisis del Ciclo de Vida de los Gases de Efecto Invernadero procedentes de la Bioenergía 'Versión Uno'.
CALIDAD DEL SUELO	Porcentaje de la tierra en el cual la calidad del suelo, especialmente en términos de carbono orgánico del suelo, se mantiene o se mejora con respecto a la tierra total en la cual se cultivan o cosechan las materias primas para la bioenergía.
NIVELES DE COSECHA DE	Cosecha anual de los recursos madereros en volumen y como porcentaje de crecimiento neto o de rendimiento sostenido, y porcentaje de la cosecha anual usado para bioenergía.
EMISIONES DE CONTAMINANTES DEL AIRE QUE NO SON GEI, INCLUYENDO	Emisiones de contaminantes del aire que no son GEI, incluyendo sustancias tóxicas del aire, por la producción de materias primas, procesamiento, transporte de materias primas, productos intermedios y finales y uso de la bioenergía, en comparación con otras fuentes de energía.
USO Y EFICIENCIA DEL AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua extraída de cuencas hídricas determinadas a nivel nacional para la producción y procesamiento de materias primas para bioenergía, expresada como el porcentaje de recursos hídricos renovables reales totales (TARWR, por sus siglas en inglés) y como el porcentaje de las extracciones anuales de agua totales (TAWW, por sus siglas en inglés), desagregadas en fuentes de agua renovables y no renovables.</li> <li>• Volumen de agua extraído de cuencas hídricas determinadas a nivel nacional, usado para la producción y el procesamiento de materias primas para bioenergía por unidad de bioenergía producida, desagregado en fuentes de agua renovables y no renovables.</li> </ul>
CALIDAD DEL AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidades de contaminantes que entran en las vías fluviales y otras aguas, atribuibles a la aplicación de fertilizantes y pesticidas para el cultivo de materias primas para bioenergía, y expresadas como el porcentaje sobre las cantidades de contaminantes procedentes de los efluentes totales de la producción agrícola en la cuenca hídrica.</li> <li>• Cantidades de contaminantes que entran en las vías fluviales y otras aguas, atribuibles a los efluentes de procesamiento de bioenergía, y expresadas como porcentaje de cantidades de contaminantes totales de los efluentes del procesamiento agrícola en la cuenca.</li> </ul>
DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN EL PAISAJE NATURAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área y porcentaje de áreas reconocidas nacionalmente como de alto valor de biodiversidad o ecosistemas críticos convertidos a producción de bioenergía.</li> <li>• Área y porcentaje de la tierra usados para la producción de bioenergía donde se cultivan especies invasoras reconocidas nacionalmente, por categoría de riesgo.</li> <li>• Área y porcentaje de tierra usada para la producción de bioenergía donde se usan métodos de conservación reconocidos nacionalmente.</li> </ul>

USO DE LA TIERRA Y  
CAMBIO DE USO DE LA  
TIERRA RELACIONADOS  
CON LA PRODUCCIÓN  
DE MATERIA PRIMA  
PARA BIOENERGÍA

- Área total de tierra para la producción de materias primas para bioenergía y en comparación con la superficie nacional total y las áreas de tierras agrícolas y forestales gestionadas.
- Porcentajes de bioenergía procedentes de incrementos del rendimiento, residuos, desechos y tierras degradadas o contaminadas.
- Tasas anuales netas de conversión entre tipos de uso de tierra causada directamente por la producción de materia prima para bioenergía, incluyendo, entre otros, los siguientes:
  - tierra cultivable y cultivos perennes, prados y pastizales permanentes y bosques gestionados;
  - bosques naturales y dehesas (incluyendo sabanas, excluyendo prados y pastizales permanentes) turberas y humedales.

## Indicador 1

### Emisiones de GEI en todo el ciclo de vida

#### Descripción:

Emisiones de gases de efecto invernadero en todo el ciclo de vida de la producción y uso de bioenergía, conforme a la metodología elegida a nivel nacional o comunitario y presentadas usando el Marco Metodológico Común de GBEP para el Análisis del Ciclo de Vida de los Gases de Efecto Invernadero procedentes de la Bioenergía 'Versión Uno'.

#### Unidad(es) de medición:

Gramos de CO2 equivalentes por megajulio.

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

El indicador es aplicable a la producción y uso de la bioenergía y a todas las materias primas, usos finales y rutas de la bioenergía.

#### Relación con los temas:

El análisis de ciclo de vida (LCA, por sus siglas en inglés) brinda una estimación de los GEI emitidos por la producción y procesamiento de la materia prima, el transporte y la distribución de la bioenergía, de la materia prima y el biocombustible y el uso final de la bioenergía/biocombustible.

El enfoque metodológico desarrollado por el Grupo de Trabajo de GEI de GBEP pretende proveer una herramienta flexible para la comunicación y la comparación de metodologías usadas en el LCA de los GEI de los sistemas bioenergéticos.

Además del tema de los gases del efecto invernadero, este indicador se relaciona con la capacidad productiva de la tierra y los ecosistemas, la calidad del aire, los cambios en el uso de la tierra, incluyendo a los efectos indirectos, seguridad y salud humana, y disponibilidad de los recursos y eficiencias de uso en la producción, conversión, distribución y uso final de la bioenergía.

El modo en el cual el indicador ayudará a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

Uno de los motivos para perseguir el uso de la bioenergía a nivel mundial es su potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en comparación con los combustibles fósiles que la bioenergía puede reemplazar. El análisis del ciclo de vida es una herramienta importante para estimar las emisiones de los GEI y compararlas con aquellas de las diferentes fuentes de energía a nivel nacional.

Una explicación detallada de la metodología utilizada junto con el resultado de las mediciones y análisis por medio del Marco Metodológico Común de GBEP para el Análisis del Ciclo de Vida de los GEI de bioenergía, asegura resultados comparables y transparentes a la hora de realizar un análisis LCA de las emisiones GEI para las diferentes fuentes de energía.

El análisis LCA de las emisiones GEI que se agregó a nivel nacional es una métrica clara sobre el efecto de la bioenergía sobre las emisiones GEI. Este valor agregado podría ser más preciso y útil cuando se presenten las diferencias entre las emisiones locales o regionales en cada etapa del LCA, incluyendo el uso de los factores específicos de cada

región (si es apropiado). Además, las cifras agregadas por separado respecto a la bioenergía para el transporte, el calor y la electricidad podrían ser útiles para aportar información a la toma de decisiones a nivel nacional, como también lo podrían hacer las cifras promedio nacionales más específicas sobre biocombustibles, bioetanol, biogás, etc. Del mismo modo, podrían ser útiles las cifras sobre la cantidad de emisiones GEI reducida gracias a los programas nacionales tales como medidas de eficiencia de energía en el uso de la biomasa para calefacción y cocina.

En algunos casos, no será el uso de los combustibles fósiles sino el uso tradicional de la biomasa para energía (por ejemplo, combustión de madera en fuegos abiertos) lo que podría sustituirse por bioenergía moderna (ver Glosario). En estos casos, la equivalencia de las opciones comparadas en términos de los servicios energéticos que se proveen tienen que evaluarse con cuidadosa consideración (ver la sección de Enfoque metodológico más adelante).

#### Comparación con otras opciones de energía:

Pueden realizarse comparaciones con las emisiones GEI de los combustibles fósiles equivalentes y cualquier otra fuente de energía. Una comparación que compare el ciclo de vida de las emisiones GEI de la bioenergía como porcentaje del ciclo de vida de las emisiones GEI de los combustibles fósiles reemplazados, podría aportar información adicional.

#### Base científica

#### Enfoque metodológico:

El análisis de ciclo de vida de los GEI del enfoque bioenergético usando el Marco Metodológico Común de GBEP permite identificar el modo en el que las diferentes etapas contribuyeron a las emisiones totales. El marco consiste en 10 "etapas" de análisis. Las etapas 1 y 2 son simples casilleros en los cuales el usuario identifica los GEI que se incluyeron en el LCA y la fuente de la materia prima de biomasa. En los casos en donde la materia prima proviene de material de desecho, se necesita una explicación adicional. Las etapas 3 a la 9 conducen al usuario a través de un análisis de ciclo de vida completo y adecuado para la producción y el uso de la bioenergía, incluyendo a las emisiones generadas por cambios en el uso de la tierra, la producción de materia prima de biomasa, la fabricación y el uso de fertilizantes, coproductos y subproductos, el transporte de biomasa, el procesamiento para generar combustible, el transporte del combustible, y el uso del combustible (en donde sea aplicable y nacionalmente adecuado). El marco presenta una serie de preguntas y casilleros para respuestas de SÍ o NO para cada etapa, con solicitudes de explicación adicional en donde sea adecuado. La etapa 10 es la comparación con el combustible reemplazado. En esta etapa el marco incluye opciones para informar sobre análisis de ciclo de vida de los combustibles fósiles para el transporte y análisis de ciclo de vida del calor estacionario fósil y los sistemas de producción de electricidad.

Entonces, la descripción del enfoque metodológico utilizado para determinar el ciclo de vida de las emisiones de los GEI y para separarlas de otras fuentes de emisiones se genera luego de responder las preguntas en el Marco Metodológico.

En los casos en donde el uso tradicional de la biomasa para energía (por ejemplo, para la combustión de madera en fuegos abiertos) puede compararse con el uso de la bioenergía moderna (como las cocinas o la electricidad mejorada

das) las emisiones GEI por unidad de energía deberían realizarse por unidad de energía útil producida (ver Glosario), teniendo en cuenta la tecnología de uso final. Una comparación entre las emisiones GEI totales provenientes del uso tradicional de la biomasa y aquellas provenientes de la bioenergía moderna que reemplazaron este uso tradicional de la biomasa podrían también considerarse como parte de una evaluación holística de los dos escenarios, teniendo en cuenta el hecho de que las actividades hogareñas, como la cocina y la calefacción podrían alterar en ambos casos la calidad y la cantidad como consecuencia de tal cambio en el acceso a la energía. (El indicador 14, Bioenergía usada para expandir el acceso a servicios modernos de energía, mide algunos de estos cambios.) Los factores de emisión para fuego abierto, chimeneas y varias categorías de estufas están disponibles en Akagi et al. (2010) y actualizados en el sitio web de BAI, de IPCC (2000; 2006), la base de datos de factores de emisión del IPCC, Inventarios Nacionales de Gases del Efecto Invernadero (NGGIP, por sus siglas en inglés) and the US-EPA Recopilación de los factores de emisión de los contaminantes de aire de la EPA.

Podría generarse un valor de indicador a nivel nacional agregado clasificando a la producción de bioenergía (y al consumo en tanto se considere al uso final en el cálculo del análisis del ciclo de vida) del país en categorías de acuerdo con varios parámetros tales como materia prima, cambio en el uso de la tierra, tipo de suelo, práctica de cultivo, tecnología de conversión, distancia y métodos de transporte, uso final, etc; y determinar un valor representativo del ciclo de vida de las emisiones GEI por unidad de energía para cada categoría, de acuerdo con una metodología presentada por medio del Marco Metodológico Común de GBEP. En lo posible, deberían incluirse en los cálculos, factores de emisión para las diferentes regiones y tipos de procesos. Estos valores, junto con la cantidad de energía producida de acuerdo con cada categoría de producción y consumo podrían luego ser utilizados para crear un promedio nacional para las emisiones GEI por unidad de energía, así como valor absoluto total para las emisiones GEI provenientes de la producción y el uso de bioenergía en el país.

De manera alternativa, se le podría solicitar a los productores de bioenergía que aporten a una autoridad nacional, valores de GEI para su bioenergía, utilizando una metodología reconocida nacionalmente cada uno o utilizando el Marco Metodológico Común de GBEP para demostrar la metodología aplicada. Estos podrían agregarse luego como se desee, teniendo en cuenta cualquier variación en las metodologías empleadas.

### Limitaciones anticipadas:

Las incertidumbres en las estimaciones del LCA, especialmente con relación a los límites del LCA, y la carencia de datos en los inventarios de ciclo de vida son temas importantes a considerar. Se han llevado a cabo varios estudios a nivel mundial sobre biocombustibles, observando este tema con resultados diferentes que dependen fuertemente de las suposiciones hechas para los cálculos. En consecuencia, con el objetivo de mejorar la utilidad de los resultados de LCA en vías de una transparencia, el Equipo de Trabajo de GBEP de las Metodologías de los GEI desarrolló un marco metodológico común que podría aplicarse al análisis del ciclo de vida de la producción y uso de la bioenergía en comparación con el ciclo de vida entero de su combustible fósil equivalente. El marco se desarrolló con la expectativa de que sería continuamente actualizado y mejorado por las experiencias de los usuarios.

Las incertidumbres y elecciones metodológicas específicas que pueden afectar el indicador de manera significativa son:

- cambio indirecto en el uso de la tierra;
- año base para medir el cambio en el uso de la tierra;
- cultivos con múltiples propósitos;
- Emisiones N<sub>2</sub>O;
- Cómo tratar diferentes escalas cronológicas de las fuentes de emisión y la posible permanencia del carbono almacenado en los productos no quemados.

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

Un requerimiento de datos detallado dependerá de la metodología elegida, pero por lo general incluirá información sobre:

- los GEI incluidos;
- Fuente de la biomasa (materia prima);
- información sobre el cambio en el uso de la tierra (directo y/o indirecto);
- producción de materia prima de biomasa que incluye fuentes y sumideros de GEI;
- transporte de la biomasa como materia prima (método de cálculo, medios de transporte);
- procesamiento hacia combustible;
- subproductos y coproductos producidos;
- transporte del combustible (por ejemplo, método de cálculo, medios de transporte);
- información sobre el uso del combustible;
- comparación con el combustible reemplazado empleando el mismo marco.

Estos datos pueden reunirse por medio de las estadísticas nacionales o internacionales, cálculos o cómputos de los datos (existentes) o mediciones físicas, biológicas o químicas a nivel nacional, regional, de campo (agricultura) o sitio (planta de procesamiento).

#### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

Las posibles fuentes de información incluyen:

- valores por defecto de la legislación de biocombustibles alemana;
- ECOINVENT;
- ELCD;
- Administración de Información de Energía (Departamento de Energía de los Estados Unidos);
- GEMIS;
- Agencia Internacional de Energía (AIE)
- IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories;
- IPCC NGGIP Emissions Factor Database;
- JEC Well-to-Wheels Analyses (JRC, EUCAR and CONCAWE);
- National Center for Atmospheric Research Fire Emission Factors and Emission Inventories;
- UNEP-SETAC (Society for Environmental Toxicology and Chemistry) LCI Initiative;
- US EPA and California low-carbon fuel standard studies: Reglas para calcular el impacto de los GEI de biocombustibles, iolíquidos y sus combustibles fósiles comparables.
- US EPA: Agencia de Protección Ambiental de Estados

Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) Emission factors and AP 42, Compilation of Air Pollutant Emissions Factors; • Base de datos de Inventario de Ciclo de Vida de los Estados Unidos, Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL, por sus siglas en inglés), Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE, por sus siglas en inglés).

### Vacíos de información conocidos:

El contexto y los protocolos para la US DOE NREL Life Cycle Inventory database puede brindar algunos puntos de vista para superar los vacíos de información. La base de datos sobre el inventario de ciclo de vida de la Unión Europea (EU LCI Database, en inglés) también tiene un enfoque similar.

### Procesos internacionales relevantes:

- IPCC
- UNFCCC
- El Proceso de Montreal
- EU directives 2009/28/EC and 2009/30/EC
- UN Millennium Development Goals (MDGs) indicator 7.2 - CO<sub>2</sub> emissions, total, per capita and per \$1 GDP (PPP)<sup>14</sup>

### Referencias:

- Akagi, S. K., Yokelson, R. J., Wiedinmyer, C., Alvarado, M. J., Reid, J. S., Karl, T., Crounse, J.D. and Wennberg, P.O. 2010. Emission factors for open and domestic biomass burning for use in atmospheric models. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.* (10):27523–27602.
- Bauen, A. et al. 2006. Methodology and Guidance for Carbon Reporting under the Renewable Transport Fuel Obligation. Project Initiation Document. Noviembre.
- Bird, N., Cowie, A., Cherubini, F., Jungmeier, G. 2011. Using a Lifecycle Assessment Approach to Estimate the Net Greenhouse Gas Emissions of Bioenergy. IEA Bioenergy: ExCo:2011:03.
- EC. 2009. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council.
- IFEU. 2007. Greenhouse Gas Balances for the German Biofuels Quota Legislation - Methodological Guidance. Prepared for: Federal Environment Agency Germany. Diciembre.
- IPCC. 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Penman, J., Kruger, D., Galbally, I., Hiraishi, T., Nyenzi, B., Emmanuel, S., Buendia, L., Hoppaus, R., Martinsen, T., Meijer, J., Miwa, K., and Tanabe, K. (eds). Publicado: IGES, Japón.
- IPCC. 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. and Wagner, F. (eds). Publicado: IGES, Japón.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Publicado: IGES, Japón.
- ISO 14040. 2006. Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework. International Organisation for Standardisation. Geneve.

- ISO 14044. 2006. Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines. International Organisation for Standardisation. Geneve.
- JEC. 2011. Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context, Version 3c. Joint Research Centre, and CONCAWE collaboration.
- Lippke, B., Edmonds, L. 2006. Environmental Performance Improvement in Residential Construction: the impact of products, biofuels and processes. *Forest Products Journal* 56(10):58-63.
- NETL. 2008. Development of Baseline Data and Analysis of Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Petroleum-Based Fuels. DOE/NETL-2009/1346. Noviembre, 26
- TIAX LLC. 2007. Full fuel cycle assessment: well-to-wheels energy inputs, emissions and water impacts. Prepared for: California Energy Commission. Junio.
- Zah, R., Böni, H., Gauch, M., Hirschier, R., Lehmann, M. and Wäger, P. 2007. Life Cycle Assessment of Energy Products: Environmental Assessment of Biofuels. Empa.
- Zah, R., Böni, H., Gauch, M., Hirschier, R., Lehmann, M. and Wäger, P. 2007. Ökobilanz von Energieprodukten: ökologische Bewertung von Biotreibstoffen. Empa.

### Fuentes electrónicas:

- BAI. BAI (Interacciones entre biósfera-atmósfera) es un grupo de investigación dentro de la División Atmosférica Química Centro Nacional de Investigación Atmosférica. <http://bai.acd.ucar.edu/Data/fire/>
- BEES (Construcciones para el medioambiente y economía sostenibles) Manual técnico y otras publicaciones. <http://www.bfrl.nist.gov/oa/software/bees/buzz.html> [Consulta: septiembre 2011].
- Sitio Web Biograce. Coordinación de los cálculos de las emisiones GEI de biocombustibles a través de Europa. <http://www.biograce.net/> [Consulta: septiembre 2011].
- ECOINVENT. <http://www.ecoinvent.org/database/> [Consulta: septiembre 2011].
- ELCD. <http://lct.jrc.ec.europa.eu/assessment/data> [Consulta: septiembre 2011].
- GEMIS. <http://www.oeko.de/service/gemis/en/index.htm> [Consulta: septiembre 2011].
- IPCC NGGIP Emissions Factor Database. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php> [Consulta: septiembre 2011].
- Sitio Web de JEC. <http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/> [Consulta: septiembre 2011].
- National Center for Atmospheric Research Fire Emission Factors and Emission Inventories. <http://bai.acd.ucar.edu/Data/fire/> [Consulta: septiembre 2011].
- UK Biomass and Biogas Carbon Calculator. <http://www.ofgem.gov.uk/Sustainability/Environment/Renewable/FuelledStations/bbcc/Pages/bbcc.aspx>. [Consulta: septiembre 2011].
- UNEP-SETAC. <http://www.setac.org/>
- UN Millennium Development Goals Indicators. <http://www.un.org/millenniumgoals/>. [Consulta: septiembre 2011].
- EPA Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) Emission factors and AP 42, Compilation of Air Pollutant Emissions Factors. <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/> [Consulta: septiembre 2011].
- Base de datos de Inventario de Ciclo de Vida de los Estados Unidos, Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL, por sus siglas en inglés), Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE, por sus siglas en inglés). <http://www.nrel.gov/lci> [Consulta: septiembre 2011].

10 Véase la sección de fuentes electrónicas

11 Véase la sección de referencias y fuentes electrónicas

12 Véase la sección de referencias

## Indicator 2

### Calidad del Suelo

#### Descripción:

Porcentaje de tierra en la cual la calidad del suelo, especialmente en términos de carbono orgánico del suelo, se mantiene o se mejora con respecto a la tierra total en la cual se cultivan o cosechan las materias primas para la bioenergía.

#### Unidad(es) de medición:

Porcentaje

### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

El indicador es aplicable a la producción de bioenergía de todas las materias primas de bioenergía.

#### Relación con los temas:

El presente indicador se relaciona principalmente con el tema de la capacidad productiva de la tierra y los ecosistemas. Los suelos son un factor decisivo de la capacidad productiva de la tierra. La degradación del suelo, que puede ser consecuencia de factores climáticos, prácticas agrícolas inadecuadas y sus interacciones, puede disminuir la capacidad productiva de la tierra. Las prácticas adecuadas de la agricultura y el manejo adecuado del suelo pueden ayudar a mantener o mejorar la calidad del suelo y, por lo tanto, tener un efecto positivo en la capacidad productiva de la tierra. El desarrollo y el uso de tecnologías para la conservación y el manejo del suelo son también claves.

Para mantener o mejorar la calidad del suelo en la tierra que se usa para la producción de materia prima, es necesario abordar los efectos del manejo del suelo y del cultivo, y en algunos casos, el manejo de la vegetación forestal y maderera, en cinco factores clave que contribuyen a la degradación del suelo:

1. pérdida de la materia orgánica del suelo, produciendo disminución del carbono y de la fertilidad del suelo;
2. erosión del suelo, que conduce a su pérdida (especialmente de horizonte fértil);
3. acumulación de sales minerales en los suelos (salinización) proveniente de la irrigación de agua y/o el drenaje inadecuado, con posibilidad de efectos adversos sobre el crecimiento de las plantas;
4. compactación del suelo, disminuyendo el flujo y almacenamiento de agua, y limitando el crecimiento de raíces;
5. pérdida de nutrientes de las plantas, por ejemplo, a través de la cosecha desmedida.

Estos factores, con frecuencia se encuentran interconectados. Por ejemplo, la erosión remueve capas superficiales, la fracción del suelo en donde se encuentra la mayor parte de la materia orgánica, lo que afecta a la retención del agua del suelo. Asimismo, la compactación de las capas superficiales del suelo puede aumentar la escorrentía, por lo que se pierde más agua y más suelo.

La materia orgánica del suelo tiene varias funciones. Desde un punto de partida práctico de la agricultura, es importante especialmente para (i) mantener el nivel de nutrientes, aportando a las plantas, nutrientes tales como nitrógeno, fósforo, hierro y azufre; (ii) mejorar la estruc-

tura del suelo y minimizar la erosión; y (iii) ayudar al proceso de infiltración y retención del agua. En consecuencia, es un agente útil para otros aspectos de la calidad y productividad del suelo.

El carbono orgánico del suelo (COS) es el carbono orgánico total de un suelo excluyendo al carbono proveniente de las plantas no descompuestas y los residuos animales; además, es el mayor componente de la materia orgánica del suelo (MOS). La cantidad de MOS afecta directamente varios aspectos de la función del suelo, es por eso que el COS se usa para medir el contenido de materia orgánica en los suelos y también es un indicador para evaluar la calidad y productividad del suelo. El carbono orgánico del suelo es afectado por cambios en los sistemas de manejo de la producción. Por ejemplo, la eliminación o la quema de los residuos de las plantas que se dejan comúnmente en el suelo (silvicultura o agricultura) luego de la cosecha dejan al suelo sin la protección adecuada, causando la pérdida de la materia orgánica del suelo por medio de la erosión de la superficie por vientos o lluvias. Asimismo, los residuos de las plantas también contribuyen a la restauración de la materia orgánica del suelo por medio de la descomposición.

Este indicador también aporta información sobre los siguientes temas: Emisiones GEI; Disponibilidad del agua, eficiencia, uso y calidad; Diversidad biológica (si los cambios medidos en la calidad del suelo pueden revelar cambios en la biodiversidad del suelo); y Disponibilidad de los recursos y eficiencias en el uso en la producción, la conversión, la distribución y el uso final de la bioenergía.

El modo en el cual el indicador ayudará a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

El objetivo del presente indicador es monitorear la influencia de la producción de bioenergía sobre la calidad del suelo. Mientras más alto sea el porcentaje de tierra utilizada para la producción de materias primas bioenergéticas en donde se mantiene o aumenta la calidad del suelo, más sostenible será la producción. Si el porcentaje es bajo o disminuye, será necesario revisar la política y la práctica para hacer que la producción de materia prima bioenergética sea más sostenible. Por ejemplo, en caso de que disminuyan los niveles de carbono orgánico, podría ser útil investigar hasta qué punto la extracción de residuos agrícolas o forestales primarios para la producción de bioenergía pudo haber sido responsable.

#### Comparación con otras opciones de energía:

El mantenimiento de la calidad del suelo es un factor importante en el desarrollo sostenible. Sin embargo, la comparación directa de los impactos en la calidad del suelo con otras opciones de energía es relevante en algunos casos. Otras opciones de energía pueden ocupar tierra potencialmente productiva y afectar, en algunos casos, la productividad del suelo. La evaluación de los efectos en estos casos requeriría considerar la cantidad total de tierra involucrada así como el porcentaje donde la capacidad productiva se mantiene o se mejora. La producción de combustibles fósiles provoca la disminución de los recursos naturales por medio de la extracción del agua (en vez de degradación o mejora de la tierra). En consecuencia, una comparación significativa de la bioenergía y los combustibles fósiles bajo este criterio necesitaría usar una métrica que muestre la huella efectiva en el capital natural de un país de otras formas de energía. No obstante, no existe aún un alto grado de acuerdo sobre metodologías adecuadas para tal métrica.

Al evaluar el presente indicador será útil y relevante comparar los resultados para la producción de materias primas

bioenergéticas con evaluaciones similares para otro tipo de agricultura, o con promedios nacionales y/o regionales para tierras agrícolas. Al realizar tales comparaciones es importante considerar las diferencias entre los diferentes sistemas de producción de biomasa. Los diferentes tipos de sistemas agrícolas, silvícolas y de producción de biomasa acuática se basan en distintas prácticas que, a menudo requieren diferentes ingresos, y pueden tener impactos diferentes en la calidad del suelo.

## Base científica

### Enfoque metodológico:

Debido a las interrelaciones entre los factores clave que afectan a la calidad del suelo (disminución de la materia orgánica del suelo, erosión del suelo, salinización, compactación y pérdida de nutrientes), la evaluación de las tendencias en el carbono orgánico del suelo puede aportar mucha de la información que se necesita. Las disminuciones del contenido de carbono en el suelo pueden también ser un indicio de erosión en el suelo y, un suelo con bajo contenido de carbono orgánico, puede ser más vulnerable a la compactación. En consecuencia, se sugiere que el contenido del carbono orgánico del suelo es el parámetro principal para evaluar la calidad del suelo y capacidad productiva (pero puede ser menos relevante en suelos ricos en carbono, tales como turbas).

De manera ideal, recopilar el indicador requeriría mediciones reiteradas del contenido de carbono orgánico del suelo de cada área de producción, siguiendo métodos establecidos, tales como El Protocolo de Muestreo de Suelo para Materia Orgánica de Suelo de la UE o el Manual de Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos (USDA 2004), y asegurándose de que los métodos y los muestreos sean consistentes al correr el tiempo.

De acuerdo con la base de datos de sitios para el Control del Ecosistema Terrestre (TEMS por sus siglas en inglés) del Sistema Mundial de Observación Terrestre (GTOS, por sus siglas en inglés) de FAO pueden utilizarse métodos de laboratorio e in situ para medir los niveles de carbono orgánico en el suelo (ver Soil Survey Staff, 2009):

- Métodos de laboratorio: análisis de combustión en seco, por lo general usado con método de combustión húmeda cumpliendo un rol menos importante. La Organización de Estándares Internacionales (ISO, por sus siglas en inglés) señala un método para determinar el contenido total de carbono en el suelo luego de la combustión en seco en ISO-10694 cuya presentación detallada puede verse en 15 webpage. El contenido de carbono orgánico se calcula de este contenido luego de quitar los carbonatos presentes en la muestra. Si los carbonatos se quitan de antemano, luego se mide el contenido de carbono orgánico directamente. También puede encontrarse una descripción de la metodología analítica en USDA (2004). Las mediciones también pueden obtenerse de laboratorios usando espectroscopía infrarroja (ver Detección de la Calidad del Suelo).

- Métodos in situ: por lo general se estima el contenido de materia orgánica usando tablas de colores y luego se calcula el carbono como un porcentaje (comúnmente 58%) de materia orgánica. El "FAO Visual Soil Assessment (FAO, 2008, 2010)", por ejemplo, se utilizaba para llevar a cabo la evalua-

ción de la degradación de la tierra a nivel local en tierras secas (ver LADA). Aquí se usa un test de campo para evaluar el carbono lábil del suelo en el cual una solución diluida de permanganato de potasio (KMnO<sub>4</sub>) se usa para oxidar el carbono orgánico y la cantidad de pérdida de color (absorbancia) indica la cantidad de carbono oxidable del suelo. El FAO Visual Soil Assessment utiliza el Índice de Carbono en el Suelo y un compuesto Índice de Calidad de Suelo, que pueden aportar una base útil para la recopilación de datos relevantes.

Para determinar si se mantiene o no la calidad del suelo (o se mejora) se requiere una referencia con la cual se pueden comparar mediciones sucesivas. La medición de la referencia para cada área de producción de bioenergía debería incluir una medición del contenido de carbono en el suelo en un muestreo intenso adecuado tanto para los recursos disponibles como para la variabilidad in situ de COS. Deberían tomarse mediciones sucesivas a intervalos que sean relevantes para el ciclo de del cultivo bioenergético, por ejemplo, rotaciones con cultivos anuales o forestales. Debido a la variabilidad natural de COS en tiempo y espacio y a las limitaciones en la precisión de las técnicas de medición, será necesario definir "mantenimiento" de COS para circunstancias nacionales, es decir, cuán grande debería ser una diferencia en el contenido de carbono en el suelo entre las mediciones sucesivas para que se la considere un cambio "real".

La información que se necesita para el presente indicador podría reunirse ya sea directamente por la agencia nacional responsable o por los productores, a quienes se requeriría que informen sobre los hallazgos al gobierno nacional. A escala nacional, las áreas totales de tierra usadas para la producción de bioenergía en las cuales se mantiene la calidad del suelo o está mejorando, serán divididas por el área de tierra total utilizada para la producción de bioenergía, a fin de calcular el porcentaje del área de producción de bioenergía total en donde se mantiene o se mejora la calidad del suelo. Esta información también puede agregarse por la materia prima y/o práctica de manejo de la tierra.

La variabilidad natural del COS significa que para una medición in situ efectiva se necesita un diseño de muestreo intenso y cuidadoso, lo que podría no ser viable debido a las limitaciones en la capacidad y los recursos disponibles. Se pueden utilizar al menos dos enfoques para aliviar las mediciones: (a) limitar el control a áreas con alto riesgo de disminución de la calidad del suelo, y (b) concentrarse en el uso de prácticas que ayuden a mantener o mejorar la calidad del suelo en el lugar.

Para focalizarse en áreas de alto riesgo de disminución de la calidad del suelo, el control puede limitarse potencialmente a las áreas con mayor producción intensiva (en donde las pérdidas de nutrientes podrían ser un problema) y a aquellas identificadas mediante el uso de una evaluación de riesgo simple, basada en la evaluación de las condiciones que conducen al riesgo en cada área de producción. Por ejemplo:

- si el cultivo de materias primas para bioenergía se hace en tierras con inclinaciones mayores a 5% o con exposición abierta o vientos constantes, hay un riesgo particular de erosión de suelo;
- si el cultivo de materias primas para bioenergía implica cambios de pasturas de tierra seca a cultivos de irrigación, y/o se utiliza una calidad de agua pobre para la irrigación, existe entonces riesgo de salinización;
- en donde el proceso de producción del cultivo se mecaniza

casi por completo o el movimiento de la maquinaria pesada es un factor importante, existe riesgo de compactación del suelo.

Estas evaluaciones pueden basarse potencialmente en conjuntos de datos disponibles en escalas geográficas amplias (nacionales/regionales/globales) que indicarán en dónde se necesitan estudios y muestreos más profundos.

Se pueden encontrar enfoques adicionales para evaluaciones de riesgo en Stocking and Murnaghan (2001). Un enfoque alternativo para la disminución de la carga del monitoreo y, potencialmente un indicador complementario que también ayudaría a evaluar si los suelos se están manejando de modo adecuado antes de que ocurra la degradación, sería recopilar información del porcentaje de tierra utilizada para la producción de bioenergía en donde las prácticas que ayudan a mantener o mejorar la calidad del suelo se llevan a cabo.

Las prácticas relevantes variarán entre los países y los diferentes sistemas de producción y, pueden incluir siembra de poco laboreo o siembra directa, varios medios para limitar la erosión, manejo de los residuos de cultivo y compost; uso de abonos verdes y cultivos de cobertura, y cosecha menos intensa de cultivos energéticos perennes, entre otros. Se podría requerir a los productores de bioenergía que brinden información sobre las medidas empleadas para mantener o mejorar la calidad del suelo en su producción de materia prima bioenergética y en el área sobre la cual se implementaron estas medidas.

Esto permitiría la recolección (utilizando un enfoque similar al recomendado en el indicador 7.3) para producir un estimado del porcentaje de producción bioenergética en donde se emplean tales prácticas.

Bajo algunas circunstancias, en donde existen ciertos riesgos involucrados, pueden necesitarse medidas adicionales para evaluar el mantenimiento de la calidad del suelo de un modo más efectivo. Una simple evaluación de condiciones en cada área de producción, como se describió anteriormente, podría ayudar a identificar tales riesgos y las áreas en donde se requiere un control adicional. En un principio, el monitoreo debería incluir referencia y medidas repetidas de parámetros relevantes a riesgos específicos, por ejemplo:

- De manera ideal, en donde hay un riesgo particular de erosión de suelo, debería medirse la pérdida de suelo, pero no sería práctico medir directamente la pérdida de suelo real proveniente de la erosión. El diseño de modelos basado en conjuntos de datos a una escala mayor podría ser útil, como también lo serían otros enfoques proporcionados por Stocking & Murnaghan (2001). La Universidad de Michigan mantiene una versión en línea de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (RUSLE, por sus siglas en inglés), que puede utilizarse para predecir los efectos de la producción de bioenergía y la eliminación de residuos (USDA y NRCS, 2006). En consecuencia, se sugiere que la información sobre la estabilización del suelo en el lugar (por ejemplo, aquellos enumerados en el Departamento de Ecología del Estado de Washington sitio web) se utilicen como una indicación sobre dónde la erosión tiende a minimizarse (ver lista indicativa más adelante).

- En los lugares en donde la salinización del suelo es un riesgo, debería medirse la conductividad eléctrica del suelo (CE), por ejemplo, de acuerdo con el test de conductividad eléctrica de USDA (USDA, 2001; capítulo 5).

- En los lugares en donde existe un riesgo particular de compactación del suelo, debería medirse la densidad aparente, por ejemplo de acuerdo con el Ensayo de Densidad Aparente de USDA (USDA, 2001; capítulo 4).

Para describir el equilibrio de los nutrientes del suelo, los ingresos provenientes de la meteorización, las precipitaciones y la fertilización (incluyendo el reciclaje de cenizas) deberían compararse con las salidas tales como las cosechas y las lixiviaciones. Una estimación más simple del equilibrio puede realizarse comparando las pérdidas por cosechas con los ingresos por fertilización. Esta estimación simple podría ser suficiente en muchos casos.

El indicador de calidad de suelo debería ser re-medido en intervalos apropiados (por ejemplo de 1 a 5 años, a determinarse de acuerdo con el tipo de suelo, los cultivos que crecen, los efectos posibles y las tasas de efectos) y comparado con la referencia y/o mediciones previas para identificar aquellas áreas de producción de bioenergía en donde estén estables o mejorando.

En los casos en donde algunos parámetros estén estables o mejorando mientras otros disminuyen (por ejemplo, el contenido de la materia orgánica del suelo se mantiene o mejora mientras la compactación del suelo disminuye), se recomienda realizar un análisis adicional de las tendencias en la productividad total de la tierra.

Por ejemplo, esto puede realizarse comparando el aporte agrícola necesario para el mantenimiento de la productividad agrícola (mientras se considera el impacto potencial de factores externos adicionales).

### Limitaciones anticipadas:

La capacidad y los recursos para llevar a cabo evaluaciones de riesgo y mediciones subsiguientes pueden no estar siempre disponibles. En lo que respecta a los indicadores, puede ser difícil distinguir aquellas áreas usadas para la producción de bioenergía de aquellas en donde crecen los mismos cultivos para otros propósitos.

Las rotaciones de cultivo también pueden dificultar la identificación de las tendencias que necesitan control y la atribución de patrones emergentes al cultivo bioenergético.

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

Para que el presente indicador aporte información sobre la sostenibilidad de la producción de bioenergía, debería compararse a la información recopilada de las mediciones repetidas durante varios años con la información de partida (idealmente también recopilada durante varios años) indicando que se necesitan mediciones desde diferentes puntos a lo largo del tiempo. Los años de punto de partida pueden ser el año en el cual el área de producción se utilizó por primera vez para el cultivo de materia prima bioenergética, o el año anterior al cual comenzó la producción de materia prima bioenergética actual, o, si la información de aquellos años no existe, el primer año en donde se encuentre disponible.

Los requisitos de la información específica son los siguientes:

- Total de tierra en la cual se cultiva o cosecha la materia prima bioenergética (en hectáreas o kilómetros cuadrados);

- el contenido de carbono orgánico en el suelo para cada sitio de producción bioenergética (mg de carbono orgánico por cada g de muestra de suelo);
- para los casos en donde la atención debe concentrarse en aquellas áreas con alto riesgo de disminución en la calidad del suelo, se necesita información sobre los factores de riesgo de la pérdida de nutrientes, erosión, compactación del suelo o salinización basados en evaluación in situ y/o información seleccionada. Lo que se puede resumir de manera útil por área (por ejemplo, "X km<sup>2</sup> del área de producción se encuentran en inclinaciones mayores a 5 grados");
- Dependiendo de la evaluación del riesgo:
  - en caso de incremento en el riesgo de erosión: información sobre medidas para la estabilización de suelo en el lugar por sitio de producción;
  - en caso de incremento en el riesgo de salinización: información sobre la conductividad eléctrica del suelo por sitio de producción;
  - en caso de incremento en el riesgo de compactación: información sobre la densidad aparente del suelo por sitio de producción.

En los casos en donde no es posible una medición adecuada del contenido de carbono en campo y otros parámetros del suelo (por ejemplo, debido a la falta de recursos), puede ser posible desarrollar un enfoque análogo a aquél utilizado en el Indicador 7.3 (Diversidad biológica en el paisaje), en el cual la mejora posible en la calidad del suelo está indicada por el área en donde emplean medidas para el mantenimiento o mejora de la calidad del suelo. Algunas de las medidas incluidas bajo el Indicador 7.3 son relevantes para mantener la calidad del suelo, pero es necesario incluir otras que abordan propiedades específicas del suelo aquí mencionadas.

Debido al rol central de las prácticas de manejo de suelo para mantener su calidad, es también importante para la evaluación de la sostenibilidad bioenergética tener en cuenta los esfuerzos para fomentar la implementación de mejores prácticas en el manejo del suelo (incluso a través de cursos de capacitación, asistencia técnica, inversiones en investigación, etc).

Identificar y compartir mejores prácticas y la información sobre las técnicas de manejo orientadas a mantener o mejorar el carbono orgánico del suelo y otros aspectos de la calidad del suelo pueden contribuir a la sostenibilidad. Mejores prácticas en el manejo de la calidad del suelo podrían ser fomentadas evaluando el presente indicador por medio de la evaluación del área de producción de bioenergía en el cual se implementan estas prácticas en relación con el área total que se utiliza para la producción de bioenergía.

### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

El presente indicador requiere mediciones de campo dentro de las áreas de producción de bioenergía. El legado de datos de suelo (perfiles de suelo y mapas) se encuentra disponibles en muchos países (en departamentos de agricultura de gobiernos nacionales e instituciones de investigación nacional) y en instituciones como FAO y pueden ser fuentes útiles de información.

Se está creando una Alianza Mundial por el Suelo (GSP, por sus siglas en inglés) para movilizar esa información sobre el suelo, en la cual los países sean participantes activos. El legado de datos de suelo y los conjuntos de información internacionales tienden a ser especialmente relevantes para

la evaluación de riesgos y posiblemente para establecer puntos de partida. Otras fuentes relevantes potencialmente incluyen:

- el proyecto Mapa Mundial de Suelos generará capas digitales temáticas a nivel mundial usando análisis multiespectrales satelitales y el legado de datos de suelo (verificación de datos de campo), incluyendo el carbono del suelo, para generar información sobre las propiedades del suelo en una resolución de 90 x 90 m. El trabajo inicial se está concentrando en África subsahariana, la información se encuentra disponible en el sitio Web del Mapa Mundial de Suelos;
- En los Estados Unidos, el carbono del suelo y otras propiedades del suelo están comenzando a ser recopiladas bajo el esfuerzo de colección de datos de "Propiedades Dinámicas de los Suelos" (DSP, por sus siglas en inglés). Esto se hace principalmente en conjunto con encuestas de suelos y la recolección de datos de la Descripción de Sitios Ecológicos. Sin ser un proyecto de monitoreo, las DSP, incluyendo al carbono, se están recolectando en las grandes superficies (punto de referencia), en diferentes sistemas de manejo/uso de la tierra usando un concepto de "sustitución de espacio por tiempo" que permita la comparación de las propiedades tales como carbono del suelo de acuerdo con la práctica de manejo/uso de la tierra en el futuro cercano;
- Archivo Europeo Digital sobre Mapas de Suelos (EuDASM, por sus siglas en inglés);
- Contenido de carbono orgánico del suelo en Europa (Fuentes del "EU-JRC" Centro de Investigación Común de la UE); y
- mapa de la susceptibilidad natural del suelo a la compactación en Europa.

### Vacíos de información conocidos:

Debido a los suficientemente rápidos y altamente variables cambios que pueden ocurrir en la superficie del suelo como resultado del uso de la tierra y de las prácticas de manejo del suelo, el presente indicador depende en un principio, de los niveles de medición en el sitio, asociados con las áreas de producción de bioenergía individuales.

En consecuencia, la existencia de bases de datos nacionales o mundiales sobre, por ejemplo, el contenido de carbono orgánico del suelo no son, por lo general, útiles como punto de referencia, pero pueden ser bastante útiles como una base para la evaluación de riesgo y diseño de modelos.

Asimismo, la pérdida real del suelo provocada por la erosión no es fácil de medir, razón por la cual se sugiere informar sobre medidas de estabilización del suelo establecidas como un indicador agente para la erosión o prevención de la erosión.

Si bien es financiera y logísticamente desafiante tomar medidas como se recomienda de manera ideal y frecuente, la división del muestreo y el establecimiento de protocolos estándares podrían reducir la carga total de mantenimiento de los indicadores.

### Procesos internacionales relevantes

- Estrategia Temática para la Protección del Suelo de la Comisión Europea (Comunicación (COM(2006)231)
- Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible Principios y Criterios (RSPO, 2007): El criterio 4.2 requiere que "las prácticas de cultivo mantengan la fertilidad del suelo, o en lo posible la mejoren, a un nivel que asegure una producción óptima y sostenida" y, el criterio 4.3 requiere que las "prácticas minimicen y controlen la degradación y erosión de los suelos".
- Iniciativa para una Mejor Caña de Azúcar (Bonsucro, 2011):

El criterio 5.2 requiere prácticas “para mejorar continuamente el estado de los recursos del agua y del suelo”, lo que incluye “asegurar la mejora continua del carbono orgánico del suelo”.

- Mesa Redonda sobre Biocombustibles Sostenibles (RSB, 2010): el principio 8 pide operaciones de biocombustibles para “implementar prácticas que reviertan la degradación del suelo y/o mantengan su salud”. Los Criterios e Indicadores para la Conservación y el Manejo Forestal Sostenible de los Bosques Templados y Boreales (Proceso de Montreal, 2007).
- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.
- Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. La Subdivisión de Productos Químicos del PNUMA está desarrollando una guía mundial para el análisis de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (POP's, por sus siglas en inglés) y está realizando capacitaciones para laboratorios, gobiernos y otras instituciones con el fin de aportar información de alta calidad sobre la presencia de los POPs en todos los medios (Trabajo del PNUMA sobre POPs).
- Tema de la OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos): la calidad del suelo proporciona estadísticas sobre la calidad del suelo para los países de la OECD (Compendio de datos de la OECD).
- Indicadores de Desarrollo Sostenible relacionados con el tema de la Tierra: degradación de la tierra, tierra afectada por la desertificación (UN-DESA, 2007).

## Referencias:

- Corwin, D. L., Lesch, S. M. 2005. *Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture*. *Computers and Electronics in Agriculture*. 46, p.11–43.
- EEE and JRC. 2010. *Land Management & Natural Hazards Unit, Soil Organic Carbon Content*. European Soil Portal. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-9213-157-9.
- FAO. 2005. *The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food production*. *Fao Soils Bulletin* 80. Roma.
- FAO. 2008, 2010. *Visual Soil Assessment. Field Guides*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia. ISBN 978-92-5-105937-1. (Partes 1 a 9 disponibles en <http://www.fao.org/docrep/010/i0007e/i0007e00.htm>)
- LADA. 2011. *Local Assessment: Tools and Methods for Fieldwork*. LADA-L Part 2. *Field Manual for Local Level Land Degradation Assessment in Drylands*.
- Montréal Process. 2007. *Criteria and Indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests*. Third Edition. Diciembre. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/8777/en/> [Consulta: septiembre 2011].
- Rajan, K. et al. 2010. *Soil organic carbon – the most reliable indicator for monitoring land degradation by soil erosion*. *Current Science* vol. 99 [6] 823–827. Septiembre.
- RSB. 2010. *RSB Principles & Criteria for Sustainable Biofuel Production*. Version 2.0, Noviembre. <http://rsb.epfl.ch/files/content/sites/rsb2/files/Biofuels/Version%20PCs%20V2/10-11-12%20RSB%20PCs%20Version%20.pdf>
- RSPO. 2007. *Principles and Criteria for Sustainable Palm Oil Production*. Including Indicators and Guidance. Octubre.
- Soil Survey Staff. 2009. *Soil Survey Field and Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigations Report No. 51, Version 1.0. R. Burt (ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington, D.C., USA. (Nótese que las referencias técnicas adicionales se encuentran disponibles en <http://soils.usda.gov/technical/>).
- Stocking, M. A., Murnaghan, N. 2001. *A Handbook for the Field Assessment of Land Degradation*. Earthscan.
- UN-DESA. 2007. *Indicators of Sustainable Development: guidelines and methodologies*. Third Edition. Octubre.
- University of Minnesota. 2002. *Soil Scientist. Organic Matter Management*. Disponible en [http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/components/7402\\_02.html](http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/components/7402_02.html) [Consulta: septiembre 2011].
- USDA. 2001. *Soil Quality Test Kit Guide*. Julio. Disponible en: [http://soils.usda.gov/sqi/assessment/test\\_kit.html](http://soils.usda.gov/sqi/assessment/test_kit.html) [Consulta: septiembre 2011].
- USDA. 2004. *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigations Report No. 42 Version 4.0. Noviembre. Disponible en [ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Lab\\_Methods\\_Manual/SSIR42\\_2004\\_view.pdf](ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Lab_Methods_Manual/SSIR42_2004_view.pdf) [Consulta: septiembre 2011].
- USDA, NRCS. 2006. *Crop Residue Removal for Biomass Energy Production: Effects*

## Fuentes electrónicas:

- AFSIS: *The Africa Soil Information Service website*. <http://www.africa-soils.net/> [Consulta: septiembre 2011].
- Bonsucro. 2011. *Bonsucro Production Standard*. Version 3.0. Including Bonsucro EU Bonsucro Production Standard. Marzo. [http://www.bonsucro.com/assets/Bonsucro\\_Production\\_Standard\\_March\\_2011\\_3.pdf](http://www.bonsucro.com/assets/Bonsucro_Production_Standard_March_2011_3.pdf) [Consulta: septiembre 2011].
- COM(2006)231. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52006DC0231:EN:NOT>
- ENVASSO. *Environmental Assessment of Soil for Monitoring – Resource pool of EU-JRC website*. [www.envasso.com](http://www.envasso.com) [Consulta: septiembre 2011].
- EU-JRC resources. [http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB\\_Archive/octop/octop\\_download.html](http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/octop/octop_download.html).
- EUSDAM. *The European Digital Archive on Soil Maps of the World translates soil information from paper maps and reports into digital format developing a digital information system on soil and terrain*. [http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/esdb\\_archive/eudasm/EUDASM.htm](http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/esdb_archive/eudasm/EUDASM.htm) [Consulta: septiembre 2011].
- Department of Ecology. State of Washington. <http://www.ecy.wa.gov/programs/sea/pubs/93-30/table1.html> [Consulta: septiembre 2011].
- FAO Global Terrestrial Observing System website. *Terrestrial Ecosystem Monitoring Sites database*. [http://www.fao.org/sd/2001/EN0501\\_en.htm](http://www.fao.org/sd/2001/EN0501_en.htm).
- Global Soil Map. <http://www.globalsoilmap.net/>
- GSP. *The Global Soil Partnership's mission is to support and facilitate joint efforts towards sustainable management of soil resources for food security and climate change adaptation and mitigation*. <http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/InternationalCooperation/GSP/> [Consulta: septiembre 2011].
- ISO catalogue. *Soil quality – Determination of organic and total carbon after dry combustion*. [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=1878](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=1878)
- ISRIC. *International Soil Reference and Information Centre webpage*. <http://www.isric.org/> [Consulta: septiembre 2011].
- LADA. *The Land Degradation Assessment in Drylands project started with the general purpose of creating the basis for informed policy advice on land degradation at global, national and local level*. [www.fao.org/nr/lada/](http://www.fao.org/nr/lada/) [Consulta: septiembre 2011].
- OECD data compendium. [http://www.oecd.org/document/49/0,3746,en\\_2649\\_34283\\_39011377\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/49/0,3746,en_2649_34283_39011377_1_1_1_1,00.html)
- Sensing Soil Quality. *Sensing Soil Quality has developed a scheme for development and use of soil spectral libraries for rapid non-destructive estimation of soil properties based on analysis of diffuse reflectance spectroscopy, using a commercially available, portable spectrometer*. <http://www.worldagroforestry.org/newwebsite/sites/program1/Projects%20links/Specweb/Sensing%20Soil.htm> [Consulta: septiembre 2011].
- Soil Compaction. *The Institute for Environment and Sustainability calculate the probability that soil becomes compacted when exposed to compaction risk for European Countries*. <http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/library/themes/compaction/> [Consulta: septiembre 2011].
- Soil Organic Carbon Content. *The Soil Portal makes available the Maps of Organic carbon content (%) in the surface horizon of soils in*

Europe.[http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB\\_Archive/octop/octop\\_download.html](http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/octop/octop_download.html) [Consulta: septiembre 2011].

• Soil Organic Matter. The Government of Alberta website provides information on Soil Organic Matter. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex890](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex890) [Consulta: septiembre 2011].

• Soil Sampling Protocol. 2011. The Soil Sampling Protocol to Certify the Changes of Organic Carbon Stock in Mineral Soils of European Union is complied to support implementation of the Kyoto Proto-

col in EU. <http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/som/som.cfm>. [Consulta: septiembre 2011].

• Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. [www.pops.int](http://www.pops.int) [Consulta: septiembre 2011]. UN Convention to Combat Desertification. [www.pops.int](http://www.pops.int) [Consulta: septiembre 2011].

• UNEP on POPs. <http://www.chem.unep.ch/pops/>

• Washington State Department of Ecology. The department of Ecology provides information on soil stabilising measures in place. <http://www.ecy.wa.gov/programs/sea/pubs/93-30/table1.html>

---

13 Véase sección de fuentes electrónicas

14 Véase sección de fuentes electrónicas

15 Véase la sección de fuentes electrónicas

16 Véase la sección de referencias y fuentes electrónicas

17 Véase la sección de referencias y fuentes electrónicas

## Indicador 3

### Niveles de cosecha de recursos madereros

#### Descripción:

Cosecha anual de recursos madereros en volumen y como porcentaje de crecimiento neto o de rendimiento sostenido, y porcentaje de la cosecha anual usado para bioenergía.

#### Unidad(es) de medición:

Porcentaje, m<sup>3</sup>/ha/año, toneladas/ha/año, m<sup>3</sup>/año o toneladas/año

### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

El indicador es aplicable a la producción de bioenergía proveniente de los recursos madereros y de los residuos de la silvicultura de acuerdo con el tipo de bosque nacionalmente definido.

#### Relación con los temas:

El presente indicador se relaciona principalmente con el tema de la capacidad productiva de la tierra y de los ecosistemas. El objetivo del presente indicador es monitorear la cosecha de árboles, recursos madereros y la eliminación de los desechos de la cosecha de los bosques para la bioenergía. La práctica no sostenible de la silvicultura puede interrumpir el ciclo de nutrientes y quitarle al suelo su materia orgánica, lo que podría tener efectos negativos en la producción maderera continua y para la capacidad de conservación de humedad del suelo y la función hidrológica de la tierra en general. De este modo es que el presente indicador se relaciona con el Indicador 1 (Emisiones GEI en todo el ciclo de vida), con el Indicador 2 (Calidad del suelo), con el Indicador 5 (Uso y eficiencia del agua) y con el Indicador 6 (Calidad del agua).

La dendroenergía es la fuente de energía que predomina sobre dos mil millones de personas, particularmente en los hogares de los países en vías de desarrollo (FAO, 2011). El uso tradicional de la biomasa, en especial del biocombustible y de la leña carbón, en la actualidad aporta casi el 10% de la energía primaria total mundial (IPCC, 2011). Los escenarios económicos y sociales indican un crecimiento constante en la demanda de dendrocombustibles, crecimiento que se pronostica que siga en aumento por varias décadas. En los países en vías de desarrollo, la dependencia de esos combustibles es mucho mayor, ya que proveen alrededor de un tercio de la energía total y tanto como un 80% de la energía deriva de la biomasa en algunas subregiones de África. Particularmente, en los hogares rurales y urbanos pobres, la leña y el carbón de madera, por lo general, son los combustibles más utilizados. Además de ser utilizados para cocinar y calefaccionar el hogar, estos combustibles son a menudo esenciales en las industrias de procesamiento de alimentos para la cocción, la destilación, el proceso de ahumado, el proceso de curado y la producción de electricidad.

En África subsahariana y otras partes del mundo en vías de desarrollo, la deforestación es una preocupación mayor. La recolección de madera para cocinar contribuye a este problema. La transición de este tipo de biomasa tradicional hacia la bioenergía sostenible moderna tiene el potencial de reducir la deforestación. La información recabada en

evaluación de este indicador puede utilizarse para entender el rol potencialmente beneficioso que el mismo tiene para reducir la demanda de biomasa maderera y como tal, reducir la presión sobre los bosques. La evaluación del presente indicador, junto con el Indicador 8 (Uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra relacionado con la producción de materia prima para bioenergía) y el Indicador 20 (Cambio en el consumo de combustibles fósiles y en el uso tradicional de biomasa) puede aportar datos que destaquen los beneficios potenciales que el uso de la bioenergía moderna puede tener sobre los ecosistemas forestales y las prácticas del manejo forestal.

Hasta el punto en donde la productividad forestal se reduzca o que los residuos sean normalmente usados para otros fines (por ejemplo, combustible y alimento para uso local), puede relacionarse con los temas de Acceso a la tierra, el agua y otros recursos naturales y la Disponibilidad de los recursos y eficiencias en el uso en la producción de bioenergía. La evaluación de la extracción intensiva con relación a las estimaciones sobre el crecimiento o la producción sostenible debería aportar un indicio de la sostenibilidad de la práctica.

El modo en el cual el indicador ayudará a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

El Indicador 3 de GBEP se basa en el criterio 2 del Proceso de Montreal (Mantenimiento de la Capacidad Productiva de los Ecosistemas Forestales), Indicador 2.d: Cosecha anual de productos de madera en volumen y como porcentaje del crecimiento neto o rendimiento sostenido (Montréal Process, 2007). Este indicador pretende evaluar si los bosques se están cosechando más allá de su habilidad para renovarse y qué cantidad de la madera y de los residuos cosechados se utiliza con fines energéticos. El monitoreo del volumen de productos forestales maderables y no maderables removidos anualmente con relación a la cantidad que podría removerse de manera sostenible indica la habilidad de los bosques para proveer un suministro constante de productos forestales, junto con oportunidades económicas y de manejo de los bosques y, en consecuencia, provee una base para identificar el grado de participación de la producción de bioenergía en un manejo sólido de los bosques. El uso de biomasa para bioenergía crea una demanda de residuos de cosecha maderera, tales como árboles de baja calidad, ramas, y tocones, que podría aumentar la cantidad de nutrientes que contribuirían, de otro modo, al ciclo de nutrientes del suelo de los bosques. Mientras que el Indicador 2 (Calidad del suelo), se abarca el impacto de la producción de bioenergía en la calidad del suelo, en el presente indicador, también se tienen en cuenta los temas que surgen debido a la remoción de los residuos de cosecha maderera.

#### Comparación con otras opciones de energía:

La bioenergía que se produce de la cosecha de recursos madereros puede compararse con aquella que proviene de los combustibles fósiles u otra fuente de energía, incluyendo la eólica y la solar.

### Base científica

#### Enfoque metodológico:

El presente indicador requiere del análisis y medición de los niveles de extracción así como de los niveles sostenibles de extracción, incluyendo crecimiento neto y/o rendimiento sostenido. Estos datos pueden evaluarse más fácilmente por tipo de producto maderero (trozas para aserrar,

madera combustible, residuos, etc) de acuerdo con la escala geográfica del país o región. El indicador debería evaluarse sobre escalas de tiempo definidas a nivel nacional relevantes para la Unidad de Manejo de los Bosques (FMU, por sus siglas en inglés) de interés. Mientras que el indicador especifica que los niveles de madera deberían evaluarse anualmente, el indicador debería también evaluarse por períodos más largos de tiempo para controlar las fluctuaciones en los niveles de cosecha anual provenientes de caídas temporarias en la productividad forestal, debido a fenómenos naturales tales como mal tiempo y brote de plagas. Las escalas de tiempo relevantes deberían establecerse teniendo en cuenta las características y condiciones forestales nacionales, regionales y locales.

Los factores que determinan (y son usados en los cálculos) los niveles de cosecha sostenible incluyen el tipo de bosque, el clima y los suelos así como también el régimen de manejo, y los métodos son específicos de cada país. Pueden calcularlos las autoridades de manejo de los bosques y propietarios privados para el manejo de áreas particulares y tipos de bosques, usando las funciones del crecimiento y la simulación de modelos, más comúnmente en términos de la madera industrial. Se encuentran disponibles pocos modelos que abarquen la cosecha de madera para carbón y la extracción a pequeña escala o el uso de residuos; una vez más, aquí puede ser necesario utilizar modelos o factores que calculen esto como una función de la cosecha de madera. Se necesita información similar para calcular la biomasa no renovable (BNR) con relación a proyectar intervenciones a escala de acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM, 2009) o las metodologías del Estándar Verificado de Carbono (VCS, 2010, 2011).

Los niveles de extracción, en teoría, deberían estar disponibles en los registros de cosechas, pero por lo general no son efectivos en los lugares en donde se realizan cosechas informales, por ejemplo de leña, o se extrae ilegalmente, lo cual es un factor mayor. La Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales de FAO (FRA, por sus siglas en inglés) creó una red de Corresponsales Nacionales que informaron sobre el manejo de los recursos forestales en sus países. Además, la FRA mantiene un archivo electrónico de la Serie de Documentos de Trabajo (Lista de los Documentos de Trabajo de la FRA)20 que proporciona numerosos estudios de casos sobre el manejo forestal efectivo y las mejores prácticas para la recopilación y análisis de datos. Los datos forestales se están recopilando mediante una combinación de sensores remotos que utilizan satélites y muestreo de suelo, también conocido como "ground truthing" [muestreo que se realiza a la par del satélite para comprobar su exactitud] (FRA, 2010). En el manejo formal de los bosques o en el manejo de la cosecha existen requisitos para medir la producción de cosecha por volumen o peso; sin embargo, en varios lugares existe cosecha legal como ilegal de la madera, la fibra y el combustible, en donde no hay registros disponibles. Será un desafío, entonces, llevar un registro para este tipo de cosecha. Un objetivo de GBEP es fomentar la transición del consumo y uso de la biomasa tradicional hacia la producción y uso de bioenergía moderna. La adopción de bioenergía moderna podría contribuir a una disminución en la cosecha informal de los recursos madereros.

En un principio, será posible identificar a escala nacional la extracción total de recursos madereros con relación al crecimiento neto o rendimiento sostenido. Esto lo llevan a cabo

varios países para aportar información de acuerdo con el Proceso de Montreal, pero se incluye en niveles variables a los recursos extraídos para el uso, más que para la madera (véase por ejemplo Forestry Agency of Japan [Agencia Forestal de Japón], 2009; Montréal Process Implementation Group for Australia [Grupo de Implementación del Proceso de Montreal para Australia], 2008; USDA, 2010). Para las áreas en donde se encuentran disponibles los valores de los datos de extracción y crecimiento neto o rendimiento sostenido, la comparación de los niveles de cosecha con relación al crecimiento neto o rendimiento sostenido estimado harán posible la determinación de los niveles relativos de cosecha utilizados. Mediante la identificación de la proporción de los recursos madereros extraídos y utilizados para bioenergía será posible identificar la cantidad/porcentaje de madera cosechada y utilizada para bioenergía. Esto es un desafío de por sí, aunque será posible recurrir a recursos tales como el método de Mapeo de Oferta y Demanda Integrada de Dendrocombustibles (WISDOM, por sus siglas en inglés) un método para mapear la oferta y demanda de biocombustible, además de los datos de inventario y uso de los bosques nacionales.

El impacto posible de la extracción de recursos madereros para bioenergía será de importancia en donde la extracción total exceda el crecimiento neto o el rendimiento sostenido y, especialmente, en donde la porción de extracción destinada a bioenergía sea igual o mayor a cualquier sobreutilización del bosque. El método de extracción de los recursos madereros es también de gran importancia. Los niveles de cosecha menores al crecimiento neto o rendimiento sostenido no garantizan una actividad forestal sostenible. Si la cosecha total de recursos madereros excede el crecimiento neto, entonces deberá tenerse cuidado al atribuirle el exceso a la bioenergía. Por ejemplo, si la extracción total de productos madereros representa un 125% del crecimiento neto o el rendimiento sostenido de un bosque, y la extracción para el uso de bioenergía es responsable de un 25% del crecimiento neto o rendimiento sostenido, entonces sería necesario un análisis más profundo para determinar cómo el nivel de extracción de los recursos madereros podría llevarse al mismo nivel del rendimiento sostenido, teniendo en cuenta las demandas de prioridad para la extracción de madera de este bosque, incluyendo a la bioenergía (un análisis de este tipo podría considerar los beneficios netos de las demandas competitivas y la posibilidad de sustituir la demanda de madera con otras materias primas). Estos volúmenes pueden detectarse con el tiempo para determinar las relaciones entre los niveles de crecimiento neto y los niveles de cosecha maderera, incluso para el uso de bioenergía.

Por último, debería ser posible identificar las tendencias en las porciones de los recursos madereros usados para bioenergía. Los estudios de FAO "Dendroenergía Hoy para Mañana" (WETT, por sus siglas en inglés) constituyeron un mecanismo importante para la recopilación de datos sobre combustibles provenientes de la madera y aspectos de la energía relacionados a nivel nacional, incluyendo la producción, consumo y comercio de diferentes combustibles provenientes de la madera. Las series cubrieron África, Asia y el pacífico, Latinoamérica y el Caribe, el cercano Oriente y el Este Europeo, así como también a los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Se generó información adicional por país por parte de los expertos nacionales en dendroenergía en el marco del Programa de la Asociación FAO-CE sobre la Gestión Forestal Sostenible en África. Estos estudios identificaron deficiencias y brechas

en las bases de datos principales de dendrología y ayudaron a diagnosticar las principales limitaciones en la planificación de la dendroenergía nacional. Se puede usar el análisis en las circunstancias específicas de un país para determinar la efectividad de las políticas existentes e informar sobre cualquier cambio potencial en las políticas sobre bioenergía proveniente de la madera derivada de los bosques en donde la extracción de los recursos (incluso para bioenergía) se encuentra dentro de los niveles sostenibles. De manera ideal, la porción de bosques con prácticas sostenibles se incrementaría con el tiempo. Un aspecto importante de la cosecha de recursos para bioenergía y materia prima bioenergética es la remoción de los residuos de la cosecha maderera. Potencialmente, la recolección de los residuos podría estimarse e informarse como una función de la cosecha y como la remoción conocida de los rollizos para aserrar. La contabilización de la cantidad de residuos en caso de una cosecha ilegal o informal será particularmente difícil. Para comprender verdaderamente el impacto que tendrá en el suelo la eliminación de los residuos de la cosecha maderera, será necesario monitorear directamente la calidad del suelo usando los métodos que se describe en el Indicador 2 (Calidad del suelo).

### Limitaciones anticipadas:

Se necesita de la recopilación de datos y de la investigación para mantener una base de datos del crecimiento neto o rendimiento sostenido forestal para aquellos países que no tienen un sistema de inventario forestal.

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

Se necesitan los siguientes datos a nivel país:

- toneladas totales de recursos madereros cosechados, incluyendo a los dendrocombustibles y a los residuos forestales recolectados por año;
- estimaciones del crecimiento neto o rendimientos sostenidos. Estos pueden ponerse a disposición en los inventarios forestales nacionales, o recopilados en los planes de gestión forestal. En donde no existen tales cálculos, puede ser posible derivar estimaciones grotescas provenientes de referencias estándares sobre el crecimiento forestal e inventario (véase por ejemplo la colección de referencias relacionadas con las observaciones y mediciones en FAO-IUFRO-SLU);
- toneladas totales de productos madereros cosechados y residuos forestales usados para la producción de bioenergía por año;
- análisis del suelo forestal (véase Indicador 2, Calidad del suelo).

#### Fuentes de información

##### (nacionales e internacionales):

- inventarios forestales nacionales;
- FAO Forestal, por ej., tendencias en la remoción de la madera (diferenciando en rollizos industriales y dendrocombustibles), de la Evaluación Mundial de los Recursos Forestales 2010.

#### Vacíos de información conocidos:

Algunos de los inventarios forestales nacionales están desactualizados. Para resolverlo, deberían actualizarse los inventarios. Como alternativa, los niveles de cosecha podrían calcularse de las estadísticas nacionales. De manera similar, para muchos de los países, los datos disponibles sobre creci-

miento neto (o incremento anual) o rendimiento sostenido serán limitados. Como se indicó anteriormente, será posible obtener una estimación informal usando los métodos que hay en FAO y otra documentación de inventario forestal.

#### Procesos internacionales relevantes:22

- Proceso de Montreal, indicador 2.d (cosecha anual de productos madereros en volumen y como porcentaje del crecimiento neto o rendimiento sostenido);
- Criterios e Indicadores para una Ordenación Forestal Sostenible paneuropeos, indicador 3.1 (balance entre el crecimiento y la eliminación de madera en los últimos 10 años);
- Organización Internacional de las Maderas Tropicales: la Reseña Anual y Evaluación de la Situación Mundial de las Maderas de la OIMT brinda información sobre las tendencias registradas en las superficies boscosas, prácticas de manejo forestal y las economías de los países miembros de la OIMT;
- Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques (FNUB): la Supervisión, Evaluación y Presentación de Informes (MAR, por sus siglas en inglés) apoya la producción de información en progreso en la implementación de programas nacionales de bosques, el progreso hacia la gestión sostenible de todo tipo de bosques de acuerdo con los criterios del FNUB;
- FAO Forestal proporciona las estadísticas anuales de productos forestales (importación, exportación, producción, cantidad y valores);
- FAO Evaluación y Supervisión de los Bosques Nacionales: a pedido, FAO apoya a los países en sus esfuerzos por achicar las brechas de conocimiento por medio de la implementación de inventarios de campo y la creación de servicios de información forestal.

#### Referencias:

- CDM. 2009. *Energy efficiency measures in thermal applications of non-renewable biomass*. Disponible en <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/HVLUZ94B86UAM25MUWSLT2O98PBVAR> [Consulta: septiembre 2011].
- CSBP. 2010. *Draft provisional standard for sustainable production of agricultural biomass*. Council on Sustainable Biomasa Production. Abril.
- FAO. 2011. *State of the World's Forests*. Roma.
- FAO. *Global Forest Resource Assessment 2010. Main Report*. FAO Forestry Paper 163. Roma.
- Forestry Agency of Japan. 2009. *State of Japan's Forests and Forest Management. 2nd Country Report of Japan to the Montreal Process. Criterion 2 (p.26)*. Octubre.
- IEA. 2002. *Sustainable Production of Woody Biomasa for Energy. A Position Paper Prepared by IEA Bioenergy*
- IPCC. 2011. *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation 2011. Capítulo 2: Bioenergy*. Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- Montréal Process. 2007. *Criteria and indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests. Third Edition, Diciembre*. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/8777/en/> [Consulta: septiembre 2011].
- Montréal Process Implementation Group for Australia. 2008. *Australia's State of the Forests Report. Five-yearly Report 2008. Criterion 2*. [http://adl.brs.gov.au/forestsaustralia/\\_pubs/criterion2.pdf](http://adl.brs.gov.au/forestsaustralia/_pubs/criterion2.pdf) [Consulta: septiembre 2011].
- Montréal Process Working Group 2009. *Montréal Process Criteria and indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests. Technical notes on implementation of the Montréal Process Criteria and indicators. Criteria 1-7. Third Edition. June*.
- Schlag, N., Zuzarte, F. 2008. *Market barriers to clean cooking fuels in sub-Saharan Africa: A review of literature*. Stockholm Environment Institute Working Paper.
- USDA. 2010. *National Report on Sustainable Forests – 2010*. <http://www.fs.fed.us/research/sustain/> [Consulta: septiembre 2011].

- VCS. 2010. *REDD Methodological Module: Estimation of emissions from displacement of leña carbón extraction (LK-DFW)*. Approved VCS Module VMD0012 Version 1.0. Sectoral Scope 14. Disponible en <http://www.v-c-s.org/methodologies/VMD0012> [Consulta: septiembre 2011].
- VCS. 2011. *Fuel Switch to Renewable biomasa for Thermal Applications*. VM00XX, Version 1.0 Sectoral Scope 4. Manufacturing industries. Disponible en <http://www.v-c-s.org/methodologies/methodology-fuel-switch-renewable-biomasa-thermal-applications> [Consulta: septiembre 2011].

### Fuentes electrónicas:

- FAO Forestry. [www.fao.org/forestry/](http://www.fao.org/forestry/). [Consulta: septiembre 2011].
- FAO-IUFRO-SLU. <http://www.fao.org/forestry/8777/en/> [Consulta: septiembre 2011].
- The FAO-IUFRO-SLU National Forest Assessments Knowledge Reference website proposes a collection of references relating to observations and measurements on forest growth. <http://www.fao.org/forestry/8777/en> [Consulta: septiembre 2011].
- FRA Working Paper List. [www.fao.org/forestry/fra/2560/en/](http://www.fao.org/forestry/fra/2560/en/) FRA provides numerous case studies in effective forestry management and best practices for the collection and analysis of forest management data. [Consulta: septiembre 2011].
- FRA 2010 [www.fao.org/forestry/fra/remotesensingsurvey/en/](http://www.fao.org/forestry/fra/remotesensingsurvey/en/) [Consulta: septiembre 2011].
- The FRA 2010 Remote Sensing Survey collects data on Forest. [Consulta: septiembre 2011].
- Evaluación Mundial de los Recursos Forestales. <http://www.fao.org/forestry/fra/62219/en/> [Consulta: septiembre 2011].
- IEA Bioenergy website. [www.ieabioenergy.com](http://www.ieabioenergy.com). [Consulta: septiembre 2011].
- ITTO. <http://www.itto.int> [Consulta: septiembre 2011].
- UNFF. <http://www.un.org/esa/forests/about.html>. [Consulta: septiembre 2011].
- US Department of Energy. Biomasa Program. [www.eere.energy.gov/topics/biomasa.html](http://www.eere.energy.gov/topics/biomasa.html) [Consulta: septiembre 2011].
- USDA Forest Service. Forest Inventory and Analysis National Program. [www.fia.fs.fed.us/](http://www.fia.fs.fed.us/) [Consulta: septiembre 2011].
- USDA. [www.fs.fed.us/woodybiomasa/aboutus.shtml](http://www.fs.fed.us/woodybiomasa/aboutus.shtml) Woody biomasa Utilization Team. [Consulta: septiembre 2011].
- WISDOM. <http://www.wisdomprojects.net/global/index.asp> [Consulta: septiembre 2011].

18 Véase sección de fuentes electrónicas

19 Véase sección de fuentes electrónicas

20 Véase la sección de referencias y fuentes electrónicas

## Indicador 4

### Emisiones de contaminantes del aire que no son GEI, incluyendo sustancias tóxicas del aire

#### Descripción:

Emisiones de contaminantes del aire que no son GEI, incluyendo sustancias tóxicas del aire, por

- (4.1) producción de materias primas,
- (4.2) procesamiento,
- (4.3) transporte de materias primas, productos intermedios y productos finales, y
- (4.4) uso de la bioenergía; en comparación con otras fuentes de energía.

#### Unidad(es) de medición:

Emisiones de PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y otros contaminantes que pueden medirse e informarse de los modos que se indican a continuación como es más relevante para la materia prima, modo de procesamiento, transporte y uso.

- 1.1. mg/ha, mg/MJ, y como porcentaje
- 1.2. mg/m<sup>3</sup> o ppm
- 1.3. mg/MJ
- 1.4. mg/MJ

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

El presente indicador es aplicable al uso y la producción de bioenergía. En general es aplicable a todas las materias primas, los usos finales y otras trayectorias. Si la materia prima no deriva del cultivo de la tierra, entonces la parte 4.1 que informa sobre las emisiones provenientes del cultivo, limpieza de la tierra y quema de cultivos tendrá por definición, valor cero.

#### Relación con los temas

El presente indicador se relaciona en un principio, con los temas de la calidad del aire y la salud y la seguridad de los seres humanos. Los cuatro componentes del indicador se refieren a aspectos diferentes de la calidad del aire.

1.1. El uso de equipamiento agrícola en la producción de materia prima bioenergética emite gases contaminantes que no son GEI. Además, la quema, si se realiza, puede ser un componente significativo de los contaminantes que afectan la calidad del aire dentro del ciclo de vida de la producción de bioenergía. En particular, la quema de campo genera cantidades significativas de partículas que se informan como micro partículas, es decir PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>.

1.2. Las plantas de procesamiento de bioenergía pueden contribuir significativamente al equilibrio de todo el ciclo de vida de los contaminantes que no son GEI. Además, tales instalaciones pueden tener un impacto significativo en las cuencas atmosféricas locales, dependiendo del tamaño de la planta y la ubicación.

1.3. El transporte es uno de los sectores clave de emisión de contaminantes del aire (Gorham, 2002). Debido a que las materias primas bioenergéticas tienen poca densidad, las condiciones para transportarlas hacia las plantas de procesamiento podrían resultar en un gran incremento en el transporte.

Es así que, el transporte de la materia prima y de los productos bioenergéticos tiene un impacto potencial en la calidad del aire.

1.4. El uso de la bioenergía es una fase importante en el equilibrio total del ciclo de vida de los contaminantes que no son GEI. En la mayoría de los países, el transporte y el uso de la bioenergía representan la porción principal de los inventarios de contaminación nacionales. La contaminación proveniente de los caños de escape del transporte es el factor dominante que afecta la calidad del aire en la mayoría de las ciudades del mundo.

El uso de biocombustibles puede reducir la contaminación del aire proveniente de gases que no son GEI con relación a los combustibles fósiles con una reducción de partículas, bastante significativa (US EPA, 2002).

De modo similar, la bioenergía tradicional de baja eficiencia (por ejemplo los dendrocombustibles) conduce a una contaminación atmosférica significativa en muchas áreas rurales, especialmente en los países en vías de desarrollo.

El modo en el cual el indicador ayudará a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

El indicador ayudará a identificar si la producción, conversión y uso de la bioenergía son fuertes o débiles contribuyentes de la contaminación atmosférica. Si se lo aplica en comparación con los combustibles fósiles se expresarán ventajas o desventajas específicas por unidad de energía.

1.1. La práctica de la limpieza de la tierra mediante la quema en un país puede considerarse como información sobre la práctica de la producción de biomasa en el país con relación a la calidad del aire. Mientras más bajo sea el nivel de limpieza de la tierra y quema de cultivo, más bajo será el impacto negativo en la calidad del aire y, mejor será la toma de acción contra este criterio.

1.2. La producción y el procesamiento de bioenergía puede involucrar la emisión de contaminantes atmosféricos. La conversión hacia una baja emisión excluye este potencial impacto negativo de la producción de bioenergía. El control de las emisiones provenientes de la producción y el procesamiento de la bioenergía, pueden apoyar la adquisición de las tecnologías disponibles más adecuadas.

1.3. Las distancias cortas de transporte reducen potencialmente los impactos negativos de la producción de bioenergía. La medición de las emisiones en esta fase del ciclo de vida podría ayudar a la toma de decisiones sobre la ubicación de las plantas de procesamiento y la elección de la metodología de transporte y uso de combustibles.

1.4. Un cambio significativo de combustible fósil a biocombustible tiene una tendencia a provocar cambios en los que respecta a la calidad del aire urbano. Algunos cambios pueden ser positivos, otros pueden resultar desfavorables. El presente indicador describirá esos cambios.

La evaluación de los componentes 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 debería proporcionar un análisis comprensivo de las áreas de concentración de contaminantes atmosféricos que no son GEI con relación a la producción y uso de la bioenergía. La detección de las áreas de concentración fomentará la supervisión de las tendencias en la producción y uso de la bioenergía a nivel nacional y a la comparación con otras fuentes de energía.

#### Comparación con otras opciones de energía:

El presente indicador puede utilizarse para hacer comparaciones de emisiones contaminantes con otros tipos de energía, tanto para la conversión, el transporte y el uso de

las diferentes fuentes de energía. Con toda la información recopilada, es posible realizar una evaluación de todo el ciclo de vida de las emisiones.

## **Base científica**

### **Enfoque metodológico:**

4.1: Los métodos para evaluar las emisiones de los gases que no son GEI como consecuencia de la producción de materia prima bioenergética variarán como una función del contaminante de interés. Los datos de las emisiones provenientes del equipamiento agrario, tales como las partículas, NOx, y SO2, pueden generarse siguiendo las evaluaciones estándares de la agricultura moderna (véase USDA Natural Resources Conservation Service Agricultural Air Quality Task Force for data sources and best practices ). La información sobre la contaminación proveniente del equipamiento agrario puede informarse como la masa de contaminación por área de tierra cultivada (mg/ha) y la masa de emisión por energía producida (mg/MJ).

Una gran fuente de contaminantes atmosféricos que no son GEI, es la quema de biomasa asociada con la limpieza de la tierra y la quema de residuos. Las emisiones asociadas con estas prácticas podrían representarse como emisiones de masa por área cultivada o por unidad de energía producida.

Una representación alternativa podría ser el porcentaje de tierra quemada por área de tierra usada para bioenergía. Debería medirse el área de tierra (en ha) usada para el cultivo de materia prima bioenergética en donde se llevó a cabo la limpieza de la tierra mediante la quema y (por separado) la quema de los residuos de cultivo de materia prima bioenergética; y el indicador debería expresarse como un porcentaje del área total de tierra usada para la producción de materia prima bioenergética del país.

Por lo general, habrá información nacional sobre la producción de cultivo y la producción de cultivo basada en la quema de campo, y a nivel agrario, la información de quema o no quema estará disponible y puede recopilarse y agregarse.

Las estimaciones de la masa de las emisiones de los contaminantes atmosféricos que no son GEI puede generarse mediante la medición de la masa de la biomasa quemada y utilizando factores de emisiones para la quema de biomasa (por ejemplo, factores estándares del IPCC para CO y NOx).

1.2. Procesamiento: necesitará de más descripciones como una función de la ubicación, materia prima procesada y tecnología utilizada para la elaboración que guiará hacia diferentes enfoques metodológicos:

- Emisiones de contaminantes por unidad de energía útil en términos absolutos. Esta es una medición estándar (en el peor de los casos, podrían utilizarse los niveles de emisión permitidos) para la comparación con el combustible fósil reemplazado. Se necesita una referencia fósil comparativa y límites claros de sistema.

- Cambio en las concentraciones de contaminantes del ambiente por unidad de energía útil. Esto necesita de un modelo de dispersión estándar y antecedentes de la calidad del aire del ambiente para medirse (o estimarse), para la comparación con el combustible fósil reemplazado.

Aquí se necesita la misma base de datos requerida en b) también para el sistema fósil. No sería conveniente trabajar sin el gran conocimiento y la revisión intensiva de terceras partes.

Las estimaciones son posibles: varias bases de datos (véase más adelante) podrían aportar puntos de partida (por ejemplo para un escenario no bioenergético o para antecedentes sobre la calidad del aire en el ambiente) para plantas específicas además de agregar al nivel nacional.

1.3. Transporte: este sub-indicador abarca sólo procesos de transporte dentro de la cadena de producción de la bioenergía. Estos procesos de transporte podrían evaluarse por separado (por ejemplo, del mismo modo que en 4.2a) o agregarse con conversión.

Las estimaciones son posibles: varias bases de datos (véase más adelante) podrían aportar puntos de partida (por ejemplo para un escenario no bioenergético o para antecedentes sobre la calidad del aire en el ambiente) para plantas específicas además de agregar al nivel nacional.

1.4. Uso de la bioenergía: primero, debe realizarse un análisis de los combustibles de sistemas/transportes de energía sustituidos, por ejemplo, describiendo la situación con bioenergía moderna y tradicional, respectivamente, y un caso referencial sin bioenergía. En el caso de los biocombustibles para transporte, las fuentes de emisiones se referirán a áreas urbanas, y la diferencia total entre el caso de referencia y el escenario de biocombustibles puede expresarse como un cambio. En el caso de otro uso de la bioenergía, las áreas rurales pueden ser más relevantes (el ámbito debe sostenerse caso por caso). En ambos casos, la referencia a un porcentaje de mejoramiento (o de empeoramiento) puede no informar sobre la relevancia y la efectividad.

Los valores de emisión estándares que se refieren a "estándares técnicos típicos" parecen ser apropiados pueden definirse dentro de un país determinado.

Categorización de los contaminantes: es útil hacer una distinción entre (véase, por ejemplo, el "Final Rulemaking to Establish Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards" de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US, EPA, por sus siglas en inglés)):

- Criterios (o clásicos) contaminantes del aire que incluyen CO, PM2,5, PM10, NOx, SOx y VOC
- Contaminantes atmosféricos (es decir, contaminantes peligrosos del aire que incluyen 1-3 butadieno, acetaldehído, acroleína benceno, formaldehído).

Cuando sea posible, debería realizarse un análisis completo de ciclo de vida para calcular las emisiones de los contaminantes no GEI que integran las etapas de los números (4.1 al 4.4) y analizar los parámetros más significativos.

### **Limitaciones anticipadas:**

#### **1.1. Quema de campos:**

- deberían conocerse las necesidades específicas de los agricultores para quemar cultivos (o utilizar residuos con propósitos energéticos).

#### **1.2. Procesamiento:**

- la medición de los contaminantes atmosféricos puede no estar siempre disponible;
- es necesario limitar el número de contaminantes para aquellos que tienen la información disponible;
- las evaluaciones de los impactos en el aire del ambiente será compleja y las probabilidades indican que funcionará a nivel abstracto.

**1.3. Transporte:** la asignación de información modelo a la situación de transporte actual requiere de suposiciones y generalizaciones.

#### 1.4. Uso de la bioenergía:

- los factores de emisión de los caños de escape generalizados para biocombustible y combustible fósil son cruciales ya que los anchos de banda reales son muy grandes y se superponen. Estos dependen fuertemente de la calidad del combustible, el tipo de vehículo y la manera de manejar;
- establecer el sistema correcto de referencias requerirá de una buena base de datos de las evaluaciones existentes.

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

- las hectáreas de tierra en las cuales se lleva a cabo la quema de cultivo y la limpieza de la tierra (de los inventarios nacionales de uso espacial y territorial, sensores remotos en lo posible);
- factores de emisión provenientes de la quema de biomasa (por ejemplo factores estándares de IPCC para CO y NOx);
- factores de emisión de las plantas de conversión y de las plantas de suministro de energía para los procesos de conversión;
- factores de emisión para los procesos de transporte (tipos de vehículo) y las distancias;
- emisión de gas específica de los caños de escape de los vehículos una vez que se los cargó con biocombustible y una vez que se los cargó con combustible fósil;
- emisión de gas específica de las plantas de energía una vez que se las cargó con biocombustible y una vez que se las cargó con combustible fósil;

Estos datos pueden reunirse por medio de la medición estadística (nacional/internacional), cálculos/cómputos de los datos (existentes), mediciones físicas, biológicas o químicas y, entrevistas y encuestas a nivel nacional, regional, de campo, de sitio y urbano.

#### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

- bases de datos internacionales que se usan en LCA;
- US EPA Compilation of Air Pollutant Emission Factors;
- UNECE emission data;
- German TREMOD base de datos;
- GEMIS;
- European Reference Life Cycle base de datos (ELCD); se encuentran disponibles bases de datos generales adicionales sobre emisiones de gases de caños de escape específicos y emisiones de chimeneas.

#### Vacios de información conocidos:

Debido al gran número de bases de datos existentes, la mayoría de los datos requeridos deberían estar disponibles.

Sin embargo, la información sin cobertura puede ocurrir cuando las evaluaciones se concentran en casos específicos que representan estándares técnicos específicos (por ejemplo, motores, maquinaria) o condiciones secundarias locales (por ejemplo, quema de campos). Local Authority and Environmental Agency Permitting Data puede utilizarse para llenar los vacíos claves en la información disponible.

#### Procesos internacionales relevantes:

- UNFCCC CDM calculation method Disponible en el sitio Wen de CDM
- Bonsucro: Better Sugarcane Initiative

#### Referencias:

- Gorham, R. 2002. *Air Pollution From Ground Transportation. An Assessment of Strategies and Tactics and Proposed Actions for the International Community. The Global Initiative on Transport Emission. Division for Sustainable Development. UN Department of Economic and Social Affairs.*
- EMEP/CORINAIR. 2007. *Emission Inventory Guidebook. European Environment Agency. Diciembre.*
- EMEP/EEA. 2009. *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook. European Environment Agency.*
- IFEU. 2010. *TREMOD: Transport Emission Estimation Model.*
- US EPA. 2002. *A comprehensive analysis of biodiesel impacts on exhaust emissions. Draft Technical Report. US EPA 420-P-02-001.*

#### Fuentes electrónicas:

- Bonsucro. *Better sugarcane Initiative.* <http://www.bonsucro.com/> [Consulta: septiembre 2011].
- CDM. <http://cdm.unfccc.int/>. [Consulta: noviembre 2011].
- ELCD. *ELCD core base de datos versión II;* <http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/datasetArea.vm> [Consulta: noviembre 2011].
- Quema de campos: Better Sugarcane Initiative, <http://www.bonsucro.com/> [Consulta: noviembre 2011].
- GEMIS: <http://www.oeko.de/service/gemis/> [Consulta: noviembre 2011].
- Handbook of Emission Factors <http://www.hbefa.net/d/index.html> [Consulta: noviembre 2011].
- TREMOD. [http://ifeu.de/english/index.php?bereich=ver&seite=projekt\\_tremod](http://ifeu.de/english/index.php?bereich=ver&seite=projekt_tremod). [Consulta: Noviembre 2011].
- UNECE. <http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html>. [Consulta: noviembre 2011].
- US EPA *Compilation of Air Pollutant Emission Factors.* <http://www.epa.gov/oms/ap42.htm> [Consulta: noviembre 2011].
- US EPA. 2010. *Final Rulemaking to Establish Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards, Regulatory Impact Assessment.* <http://www.epa.gov/otaq/climate/regulations/420r10009.pdf>, and its *Joint Technical Support Document*, <http://www.epa.gov/oms/climate/regulations/420r10901.pdf>. [Consulta: noviembre 2011].
- USDA *Natural Resource Conservation Service Agricultural Air Quality Task Force* [http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/?ss=16&navtype=BROWSEBYSUBJECT&cid=nrcs143\\_009012&navid=1600000000000000&pnavid=null&position=Welcome.html&ttype=detail&pname=USDA-NRCS%20Air%20Quality%20and%20Atmospheric%20Change%20%20NRCS](http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/?ss=16&navtype=BROWSEBYSUBJECT&cid=nrcs143_009012&navid=1600000000000000&pnavid=null&position=Welcome.html&ttype=detail&pname=USDA-NRCS%20Air%20Quality%20and%20Atmospheric%20Change%20%20NRCS) [Consulta: septiembre 2011].

21 Véase la sección de referencias y fuentes electrónicas

22 Véase sección de fuentes electrónicas

23 Véase la sección de referencias y fuentes electrónicas

24 Véase sección de fuentes electrónicas

## Indicador 5

### Uso y eficiencia del agua

#### Descripción:

(5.1) Agua extraída de cuencas hídricas determinadas a nivel nacional para la producción y procesamiento de materias primas bioenergéticas, expresada

(5.1a) como el porcentaje de recursos hídricos renovables reales totales (TARWR, por sus siglas en inglés) y

(5.1b) como el porcentaje de las extracciones de agua anuales totales (TAWW, por sus siglas en inglés) desagregadas en fuentes de agua renovables y no renovables.

(5.2) Volumen de agua extraída de cuencas hídricas determinadas a nivel nacional, usada para la producción y procesamiento de materias primas para bioenergía por unidad de bioenergía producida, desagregado en fuentes de agua renovables y no renovables.

#### Unidad(es) de medición:

(5.1a) porcentaje

(5.1b) porcentaje

(5.2) m<sup>3</sup>/MJ o m<sup>3</sup>/kWh; m<sup>3</sup>/ha o m<sup>3</sup>/toneladas para la etapa de producción de materia prima si se considera por separado

#### Relevancia

##### Aplicación del indicador:

El presente indicador es aplicable a la producción de bioenergía y a todas las materias primas bioenergéticas, usos finales y rutas.

##### Relación con los temas:

El presente indicador se relaciona principalmente con el tema de la disponibilidad, uso y eficiencia, y calidad del agua. La producción y el procesamiento de las materias primas bioenergéticas pueden requerir cantidades significativas de agua. En las regiones que se enfrentan a demandas competitivas de agua subterránea y superficial, el cambio en las extracciones para materia prima y combustible o producción energética puede alterar el uso de los recursos hídricos disponibles.

Entre los impactos potenciales del uso incrementado del agua en una cuenca hidrográfica se encuentran la degradación de la calidad del agua, la disminución del agua subterránea y la modificación de la geoquímica de la subsuperficie, la reducción temporal de las corrientes internas, y efectos en la fiabilidad del suministro de agua con un rango de impactos adversos, incluyendo los rendimientos en la agricultura y en la disponibilidad del agua para uso doméstico. El acceso a suministros de agua suficientes es clave para asegurar una capacidad de producción y procesamiento de bioenergía a largo plazo.

1.1. El desarrollo de la bioenergía requiere del uso del agua. Para aquellas áreas en donde la producción agrícola no cambia, es probable que tampoco cambie el uso del agua. Sin embargo, algunos desarrollos de bioenergía pueden conducir a demandas de agua adicionales que pueden presionar a los recursos hídricos existentes. El presente indicador mide la cantidad de agua utilizada para las dos etapas de producción de bioenergía que requieren más agua y ubica esta cantidad en el contexto de agua disponible

dentro de una o más cuencas hidrográficas, dadas las demandas acumulativas de recursos hídricos; desagregando en agua renovable y no renovable.

1.2. El presente indicador busca aportar información en la eficiencia del uso del agua en la producción de bioenergía: es decir, el volumen de agua usado para producir una unidad de energía, diferenciando agua renovable de no renovable.

El indicador también informará sobre los siguientes temas: Emisiones GEI, ya que, por ejemplo, algunas emisiones GEI de la producción bioenergética se deben al uso del agua en la producción de materia prima bioenergética (por ejemplo, energía usada para puesta en marcha del equipamiento de riego); Capacidad productiva de la tierra y los ecosistemas, ya que la sobreextracción de agua puede afectar la calidad del suelo y de la tierra; Diversidad biológica, ya que, por ejemplo, la agricultura puede competir por agua con vegetación natural en una cuenca hidrográfica; Precio y oferta de una canasta alimentaria nacional, ya que la bioenergía puede competir con la producción alimentaria por el uso del agua; Disponibilidad de recursos y eficiencias de uso en la producción, conversión, distribución y uso final de la bioenergía, ya que el agua es un recurso natural importante, cuya disponibilidad y eficiencia de uso debería considerarse en conjunto con aquellas de otros recursos, tales como la tierra; Viabilidad económica y competitividad de la bioenergía, ya que la producción de bioenergía no será viable si los requerimientos de agua no pueden reunirse económicamente; y Seguridad energética/Diversificación de fuentes y suministro, ya que la escasez de agua podría interrumpir el suministro de energía si existe una dependencia fuerte en la materia prima bioenergética con grandes requerimientos de agua.

El modo en el cual el indicador ayudará a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

La escala apropiada para evaluar este indicador es a nivel de cuenca hidrográfica, y se sugiere que, en lo posible, los legisladores nacionales y descentralizados, en lo que respecta a la bioenergía, se informen en base a una evaluación del uso del agua a nivel de cuenca hidrográfica (por ejemplo, captación o cuenca fluvial), la unidad más comúnmente usada para la gestión del recurso hídrico, más que un promedio nacional solo. No obstante, en algunos casos, otras unidades de análisis pueden ser más apropiadas (por ejemplo, pódere o acuíferos). En los casos en que los países comparten una cuenca hidrográfica, será necesaria la cooperación entre esos países, para evaluar este indicador de manera adecuada. Si un país o una región manejan sus recursos hídricos (y datos) dentro de unidades administrativas y no a nivel de la cuenca hidrográfica, entonces será más práctico medir este indicador de acuerdo con unidades de gestión. Es necesario considerar tanto las cuencas fluviales grandes como también las subcuentas para comprender cómo afectan los cambios de una parte de la cuenca en la disponibilidad del agua y en la salud medioambiental de las otras partes de la cuenca.

1.1. El presente indicador aporta información sobre la cantidad de demanda de agua del sector bioenergético y cómo esto se compara con la disponibilidad del agua y otros usos de competencia. Si se está extrayendo agua para la producción y procesamiento de materias primas bioenergéticas de una cuenca hidrográfica (u otra unidad de gestión) en un estado de estrés por déficit hídrico medio-alto o alto (véase Tabla 1 en la sección de Enfoque Metodológico), luego se garantiza un análisis más detallado que tiene en cuenta: 1) los diferentes usos competitivos para los recursos hídricos,

2) la prioridad que se les da a nivel local, y 3) la existencia de problemas respecto al acceso al agua para ciertos sectores de la población. Es importante recordar que el uso de menos del 100% de los recursos hídricos renovables reales totales (TARWR) no indica sostenibilidad desde la perspectiva del uso del agua, incluso si toda el agua utilizada proviene de una fuente renovable.

Obsérvese que la relación entre el porcentaje de extracciones de agua totales anuales (TAWW) y TARWR que indica un problema de escasez de agua dependerá de cada país y, en muchos casos, los recursos hídricos potencialmente utilizables representan sólo una pequeña porción de los recursos hídricos renovables reales totales. Asimismo, para los países o regiones que dependen de las fuentes de agua no renovables, una evaluación del uso de estos recursos para la producción bioenergética requeriría tener en cuenta la relación de su agotamiento -los TARWR no son un concepto aplicable en tales casos. Si las proyecciones sobre cambios futuros en la demanda del agua (por ejemplo, debido al crecimiento de la población, cambio climático y cambios en los patrones de consumo) se consideran como factor, el indicador puede informar la determinación de la sostenibilidad de los planes nacionales con respecto a la bioenergía.

1.2. El presente indicador está especialmente destinado al uso eficiente del agua en la producción y procesamiento de biomasa. Aporta una herramienta para monitorear la eficiencia del uso actual del agua y la compara con los datos de la mejor práctica, a fin de optimizar el uso de los recursos hídricos en la producción bioenergética. Será también útil evaluar la eficiencia en el uso del agua de la producción bioenergética, independientemente de la etapa de procesamiento de materia prima. Esto es de especial relevancia en aquellos casos en los cuales sólo una etapa se lleva a cabo en la cuenca hidrográfica, y debería ser claro porque los datos sobre la producción y procesamiento se recopilan de manera individual. Esto conduciría a tres métricas posibles:

5.2a uso del agua para la producción de materia prima en la cuenca hidrográfica por tonelada de materia prima producida en la cuenca hidrográfica;

5.2b uso del agua para el procesamiento de materia prima en la cuenca hidrográfica por unidad de bioenergía producida; y

5.2c uso del agua para la producción y procesamiento de materia prima en la cuenca hidrográfica por unidad de bioenergía producida, donde tanto la producción de materia prima como el procesamiento ocurren en la cuenca hidrográfica determinada.

En este caso, la unidad de medida para la etapa de producción de materia prima podría ser m<sup>3</sup>/ha o m<sup>3</sup>/tonelada de materia prima (con un contenido específico de humedad), y sería posible la comparación con el promedio de uso eficiente del agua en la agricultura en la cuenca hidrográfica. El cálculo de la unidad, de este modo, requiere datos sobre la producción total de materia prima en la cuenca hidrográfica, que se recopilan para la evaluación en el Indicador 17 (Productividad). El uso del agua por cantidad de producción descrita aquí demuestra la importancia de tratar a los 24 indicadores como un conjunto coherente y holístico y argumenta para coordinar los datos recopilados dentro del conjunto de indicadores.

El presente indicador y el análisis transversal del uso del agua por unidad de producción pueden utilizarse como

herramientas para identificar las maneras más eficientes del agua para producir bioenergía entre un conjunto de opciones dado. En las regiones y naciones con déficit de agua, el indicador podría utilizarse para evaluar cuán apropiadas son determinadas materias primas o para fomentar el desarrollo de estrategias alternativas de gestión del agua.

Si se observan los puntos 5.1 y 5.2 simultáneamente, es importante destacar que el 5.1 aporta información más útil para la comprensión del impacto de la escasez de agua local debido a la bioenergía, mientras que el 5.2 aporta información más útil respecto a la eficiencia en el uso del agua con tecnologías específicas o trayectorias de la producción bioenergética. Debido a que los impactos acumulativos a través del tiempo y de los proyectos, son cruciales para el uso del agua en el desarrollo de la bioenergía, se requiere de especial cuidado al usar el 5.2 para informar a los legisladores. Por ejemplo, un uso más eficiente del agua para el riego de las materias primas bioenergéticas, puede resultar en que los agricultores rieguen más tierra, o en menos agua disponible para la recarga de acuíferos o para los usuarios de agua de corriente. Del mismo modo, en el caso de una planta de procesamiento muy grande, por más que exista un valor muy bajo de agua procesada por unidad de biocombustible producido, puede aún generar estrés en los recursos hídricos dentro de una cuenca hidrográfica. En consecuencia, la eficiencia en el uso del agua alta o mejorada (es decir, valores bajos de 5.2) no debería interpretarse como indicadora de una disponibilidad del agua adecuada (o mejorada) dentro de una cuenca hidrográfica. Es por eso que los valores aportados por la parte del indicador que incluye la eficiencia en el uso del agua (5.2) debería interpretarse en el contexto de la parte de uso y disponibilidad del agua del indicador (5.1), y otros usos del agua deberían también considerarse como parte de este contexto.

#### Comparación con otras opciones de energía:

El presente indicador puede compararse con el uso total de agua en la extracción y procesamiento de cualquier combustible fósil o fuente de energía alternativa. Puede hacerse una comparación con petróleo convencional, aceite pesado, carbón a líquido (CTL, por sus siglas en inglés), carbón, además de equivalentes no fósiles (tales como solares, eólicos, geotérmicos, entre otros), dependiendo de las bases de datos disponibles o los métodos de estimación. Sin embargo, debe tenerse cuidado al aplicar el mismo sistema de límites y metodología al análisis del ciclo de vida del uso del agua a lo largo de las diferentes fuentes de energía. Esto es de especial importancia, ya que la métrica que se utiliza en la metodología es de extracción y no de consumo. El agua extraída para la producción hidroeléctrica, por ejemplo, consume sólo una pequeña fracción de la extracción y la gran mayoría de agua que se saca se regresa a la cuenca fluvial. Cuando se evalúe este indicador puede ser útil y relevante comparar los resultados de producción de materia prima bioenergética con evaluaciones similares para otros tipos de agricultura, o con promedios nacionales y/o regionales para las tierras agrícolas.

Al realizar tales comparaciones es importante considerar las diferencias entre los distintos sistemas de producción de biomasa. Sistemas diferentes de agricultura, sistemas forestales y sistemas de producción de biomasa acuática se basan en diferentes prácticas, que a menudo requieren diferentes ingresos, y pueden tener diferentes impactos en el uso y eficiencia del agua.

## Base científica

### Enfoque metodológico:

Los indicadores se basan en las siguientes definiciones:

- Uso del agua: extracción de agua con propósitos sectoriales específicos, es decir, industriales, agrícolas o domésticos (Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo).

- Extracción de agua: abstracción de agua de la superficie o agua subterránea, para consumo (Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo).

- Consumo de agua: proporción de agua que se extrae, que no se regresa a las aguas superficiales luego de su uso, ya que se pierde por evaporación, o que se incorpora dentro de un producto industrial terminado, subproductos o desechos sólidos (Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo). (Nótese que el consumo de agua no se mide en este indicador, aunque se trata del tema en la sección de "limitaciones anticipadas").

- Recursos hídricos no renovables: masas de aguas subterráneas (acuíferos profundos) cuya tasa de reposición es insignificante desde el punto de vista temporal de los seres humanos y que, por lo tanto, se consideran no renovables. Los recursos hídricos renovables se expresan en caudales, mientras que los recursos hídricos no renovables se expresan en cantidad (existencias). (Sistema estadístico sobre el agua en la agricultura; AQUASTAT, FAO).

- Recursos hídricos renovables: recursos hídricos que, tras su explotación, pueden volver a su nivel de existencias previo mediante procesos naturales de reposición. (Sistema estadístico sobre el agua en la agricultura; AQUASTAT, FAO).

5.1: El objetivo de este componente del indicador es evaluar el agua utilizada para la producción y procesamiento de materias primas bioenergéticas, expresado como el porcentaje de los recursos hídricos renovables reales totales (TARWR) y como el porcentaje de extracciones de agua totales anuales (TAWW). Si el agua puede desagregarse en fuentes renovables y no renovables en 5.1a, entonces sería preferible comparar el uso renovable del agua con los TARWR (que no incluyen a los recursos hídricos no renovables) y comparar el uso no renovable del agua con las existencias de agua no renovables/fósiles disponibles en las masas de agua subterráneas (acuíferos profundos), ya que es el promedio de agotamiento de estas existencias lo que es más relevante.

El aspecto del uso del agua del presente indicador puede expresarse matemáticamente como:

$$5.1a \text{ \% de TARWR} = (\text{Abioenergía}_{\text{ren}}/\text{TARWR}) \times 100\%$$

1.1. b \% de TAWW = (Abioenergía/TAWW) x 100%, en el cual, para toda la producción bioenergética dentro de una o más cuencas hidrográficas determinadas nacionalmente,

$$\text{Abioenergía}_{\text{ren}} = \text{Amateria prima}_{\text{ren}} + \text{Aprocesamiento}_{\text{ren}}, \text{ y}$$
$$\text{Abioenergía} = (\text{Amateria prima}_{\text{ren}} + \text{Amateria prima}_{\text{noren}}) + (\text{Aprocesamiento}_{\text{ren}} + \text{Aprocesamiento}_{\text{noren}}),$$

Donde

- Amateria prima<sub>ren</sub> es el agua renovable que se usa para la producción de materia prima energética (por ejemplo, riego de cultivos)

- Amateria prima<sub>noren</sub> es el agua no renovable que se usa para la producción de materia prima energética (por ejemplo, riego de cultivos)

- Aprocesamiento<sub>ren</sub> es el agua renovable que se usa para el procesamiento de bioenergía

- Aprocesamiento<sub>noren</sub> es el agua no renovable que se usa para el procesamiento de bioenergía

TARWR es la cantidad máxima teórica de agua renovable realmente disponible para un país (cuencas hidrográficas), la cual se calcula de:

- fuentes de agua dentro de un país (cuenca hidrográfica);
- caudal de agua que ingresa a un país (cuenca hidrográfica); y
- caudal de agua que sale de un país (cuenca hidrográfica) (teniendo en cuenta los compromisos por tratado).

TAWW es la cantidad total de extracción de agua, la cual se calcula de todos los usos humanos del agua incluyendo el industrial, el agrícola y el doméstico. Puede ser informativo observar separadamente al agua usada en las etapas de producción y procesamiento de materia prima para permitir una comparación de extracción de agua para la producción de materia prima con el agua extraída para la producción agrícola en general en la cuenca hidrográfica:

i) la extracción de agua para la producción de materia prima en la cuenca hidrográfica (Amateria prima) como un porcentaje de TARWR y TAWW; y

ii) la extracción de agua para el procesamiento de materia prima en la cuenca hidrográfica (Aprocesamiento) como un porcentaje de TARWR y TAWW,

Donde:

Amateria prima = Amateria prima<sub>ren</sub> + Amateria prima<sub>noren</sub>; y Aprocesamiento = Aprocesamiento<sub>ren</sub> + Aprocesamiento<sub>noren</sub>.

Debido a que los datos de producción y procesamiento se recopilarán separadamente, la división del análisis de acuerdo a cómo se usa el agua es simple. TARWR y TAWW se evalúan por organizaciones nacionales e internacionales. Por ejemplo, FAO, a través de su sistema mundial de información sobre agua y agricultura, AQUASTAT recopila, analiza y distribuye información sobre recursos hídricos, usos del agua, y gestión del agua en la agricultura con énfasis en países de África, Asia, América Latina y el Caribe.

En muchas instancias, las prácticas agrícolas para la producción de materias primas bioenergéticas no serán diferentes a las prácticas agrícolas en general, caso en el cual calcular el agua utilizada para el riego de las materias primas bioenergéticas puede calcularse en base a la fracción de egresos agrícolas que se usan para la producción de bioenergía. En algunos casos tendrá que generarse información específica para la producción de materia prima bioenergética. Estudios sobre el uso de agua para la producción de bioenergía a nivel agrícola podrían utilizarse para crear niveles totales de requerimientos de agua en el nivel de la cuenca hidrográfica. Los datos sobre la extracción del agua, recopilados a través de agencias del estado o locales podrían utilizarse para determinar el valor del presente indicador. Además, el uso del agua para el procesamiento de biomasa podría calcularse del conocimiento del uso típico del agua de una biorrefinería y su extrapolación posterior con el número de biorrefinerías en la cuenca hidrográfica.

La recopilación de datos podría reducirse estableciendo valores representativos para categorías de la trayectoria de la producción bioenergética utilizada en un país o región. Parti-

cularmente, para los grandes países que contienen grandes cuencas fluviales y muchas cuencas hidrográficas con variaciones significativas en el clima, el suelo y los recursos hídricos, no será apropiado agregar a un único valor nacional. Por el contrario, los datos deberían agregarse en la escala espacial más cercana a la cuenca hidrográfica teniendo en cuenta los datos disponibles. Los legisladores a nivel nacional podrían informarse de manera útil mediante el detalle de los números de cuencas hidrográficas en un país en donde se lleva a cabo la producción de bioenergía, dividiendo el detalle en por categorías según el estrés por déficit hídrico bajo, moderado, medio-alto y alto, que se menciona anteriormente o estableciendo el porcentaje de TARWR y TAWW usados para la producción de bioenergía en cuencas hidrográficas con un gran estrés por déficit hídrico (véase Tabla 1 debajo). Brinda esta información en forma de mapa puede ser también útil.

**Tabla 1:** “UN Definitions of Water Stress Levels” [Definiciones de los niveles de estrés por déficit hídrico de las Naciones Unidas] (UN, 1997; Raskin et al., 1997; Alcamo et al., 2003); estos umbrales pueden aplicarse tanto en los niveles de cuencas hidrográficas como también en los niveles nacionales.

TAWW CON RELACIÓN A TARWR.	ESTRÉS POR DÉFICIT HÍDRICO
<10%	Bajo
10-20%	Moderado
20-40%	Medio-alto
20-40%	Alto

La escasez de agua o estrés por déficit hídrico puede también medirse en términos de la disponibilidad de agua anual per capita. De acuerdo con este enfoque, las áreas con estrés por déficit hídrico y escasez del agua (o altamente estresadas por déficit hídrico) se definieron como aquellas áreas en donde la disponibilidad de agua es menor a los 1700 mm y 1000 m<sup>3</sup> por año per capita, respectivamente. Con respecto a esto, véase Falkenmark y Widstrand (1992), Hinrichsen et al. (1998) y UNEP (1999); véase además IPCC (2007) y Algamal (2011), aunque para estos autores el estrés por déficit hídrico es menos de 1000 m<sup>3</sup> per capita por año. La disponibilidad física del agua es sólo un aspecto sobre la escasez del agua. Las múltiples dimensiones sobre la escasez del agua se describen en “UN Water (2007)”, en donde se define a la escasez del agua como “el punto en el que el impacto agregado de todos los usuarios afecta al suministro o a la calidad del agua bajo las disposiciones institucionales existentes hasta tal punto de que la demanda por parte de todos los sectores, incluyendo el medioambiental, no puede satisfacerse completamente”.

1.1. El presente indicador pretende evaluar la eficiencia en el uso del agua en la producción y procesamiento de biomasa con propósitos energéticos. Aporta una herramienta para monitorear la eficiencia actual en uso del agua y la compara con la mejor práctica de los datos, como para optimizar el uso de los recursos hídricos para la producción bioenergética.

Uso del agua por unidad de bioenergía =  $\frac{\text{Abioenergía}}{\text{Etotal}}$ ,

Donde

$\text{Abioenergía} = (\text{Amateria prima}_{\text{ren}} + \text{Amateria prima}_{\text{noren}}) + (\text{Aprocesamiento}_{\text{ren}} + \text{Aprocesamiento}_{\text{noren}})$  y

- $\text{Amateria prima}_{\text{ren}}$  es el agua renovable que se usa para la producción de materia prima energética (por ejemplo, riego de cultivos)
- $\text{Amateria prima}_{\text{noren}}$  es el agua no renovable que se usa para la producción de materia prima energética (por ejemplo, riego de cultivos)
- $\text{Aprocesamiento}_{\text{ren}}$  es el agua renovable que se usa para el procesamiento de bioenergía
- $\text{Aprocesamiento}_{\text{noren}}$  es el agua no renovable que se usa para el procesamiento de bioenergía
- $\text{Etotal}$  es la cantidad total de bioenergía producida

En caso de que sea necesario, los datos sobre la eficiencia en el uso del agua para diferentes cultivos, regiones y procesos recolectados en el campo o a nivel de la cuenca hidrográfica pueden agregarse a una base de datos nacional. Se sugiere que puede resultar informativo agregar resultados al nivel de las diferentes trayectorias de producción bioenergética, las cuales podrían separarse en materia prima, práctica agrícola, tecnología de procesamiento y región subnacional (por ejemplo, zona agroecológica). Si se desea, podría agregarse una cifra promedio para un país utilizando estos promedios o valores típicos para las diferentes trayectorias para obtener una media ponderada representativa de la producción bioenergética del país. Debería tenerse en cuenta que mientras que el punto 5.1 mide la extracción de agua para todas las actividades de procesamiento y producción de bioenergía (ya sea que estén relacionadas o no) dentro de una o más cuencas hidrográficas (o el país como un todo), el punto 5.2 mide la eficiencia en el uso del agua para estas dos etapas del ciclo de vida de producción bioenergética y en consecuencia, la producción y el procesamiento de materia prima deben ser parte de la misma trayectoria de producción bioenergética. Si un país produce materia prima energética y exporta una parte no procesada, o importa materia prima energética y la procesa, entonces se obtendrá un valor confuso sobre la eficiencia en el uso del agua, a menos que el agua que se utiliza para la producción y el procesamiento de materia prima bioenergética en un grupo particular (significativo) de biocombustibles producidos en parte, en el país, sean tanto incluidos como excluidos. En otras palabras, cualquier valor, ya sea el de agua de producción, en los países donde la materia prima importada es producida, o el agua de proceso, en los países donde la materia prima exportada se procesa, deberían incluirse los valores de uso de agua solo en las etapas que se llevan a cabo en el país, y excluirse del promedio nacional. El cálculo de las cifras del promedio nacional para la producción de materia prima (en m<sup>3</sup>/ha) y para el procesamiento (en m<sup>3</sup>/MJ o m<sup>3</sup>/kWh) por separado sería informativo en estos casos:

5.2a un uso del agua para la producción de materia prima en la cuenca hidrográfica por tonelada de materia prima producida en la cuenca hidrográfica;

5.2b uso del agua para el procesamiento de materia prima en la cuenca hidrográfica por unidad de bioenergía producida; y

5.2c eficiencia en el uso del agua para la producción y procesamiento de materia prima en la cuenca hidrográfica por unidad de bioenergía producida, donde tanto la producción como el procesamiento de materia prima ocurren en una cuenca hidrográfica determinada.

En este caso una comparación de la eficiencia en el uso del agua de la etapa de producción con el promedio de la eficiencia en el uso del agua en la agricultura en la cuenca hidrográfica sería posible. En el caso de que tanto la producción como el procesamiento de materia prima se lleven a cabo en la misma cuenca hidrográfica u otras áreas empleadas en el punto 5.1 para toda la producción de bioenergía en esa área, el valor de Abioenergía calculada para 5.1 será el mismo valor que aquel requerido para el punto 5.2, y el promedio de la eficiencia en el uso del agua para esa área está simplemente dado por  $Abioenergía/E_{total}$ , donde  $E_{total}$  es la cantidad de bioenergía producida en el área.

La cantidad de agua extraída por unidad de bioenergía producida podría convertirse en la cantidad de agua extraída por unidad de bioenergía resultante (véase glosario), si la información sobre la tecnología para el uso final de la bioenergía está disponible o se puede calcular. En tal caso, el último valor podría obtenerse dividiendo el anterior por la fracción de bioenergía realmente disponible para el consumidor después de la conversión final de la bioenergía en su forma útil (por ejemplo, luz, energía mecánica o calor).

### Limitaciones anticipadas:

5.1 y 5.2:

### Análisis del ciclo de vida:

El presente indicador no implica un análisis completo del ciclo de vida del uso del agua, sino que se centra en las etapas de producción y procesamiento de materia prima. En consecuencia, si el uso del agua para otras etapas del ciclo de vida tales como el transporte de combustible y materia prima es significativo para una trayectoria de producción de combustible particular, esto podría tenerse en cuenta en cualquier análisis, incluyendo las comparaciones. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la gran mayoría del agua usada para la producción bioenergética (o combustible fósil) será usada en las etapas de producción (extracción) de materia prima y procesamiento (refinería).

### Uso del agua vs. consumo:

El presente indicador mide el uso del agua (es decir, extracción) para la producción bioenergética, no mide el consumo del agua. Al observar la cantidad de agua extraída para la producción de materias primas bioenergéticas, el indicador no brinda una imagen completamente precisa del efecto del uso del agua para la producción de materia prima bioenergética sobre la disponibilidad de agua para otros usuarios en la cuenca hidrográfica. Por ejemplo, muchos sistemas de riego devuelven una gran cantidad de agua al sistema luego de su uso. Algunos países, en consecuencia, pueden desear identificar cuánta agua se consume para materia prima energética – además de medir las extracciones de agua. El agua consumida de la superficie local o los recursos hídricos subterráneos durante la etapa de producción de materia prima se limita a la porción de agua que se evapotranspira o que se incorpora al cultivo. El consumo del agua no incluye al agua vertida en la tierra o de la superficie. El consumo del agua puede medirse. La información sobre el uso consumitivo del agua para la agricultura puede calcularse de diferen-

tes maneras. El uso de los datos de las temporadas de cultivo y rendimientos para varios cultivos en diferentes ubicaciones o regiones agroclimáticas podría utilizarse con los datos de precipitación para calcular el consumo del agua. Esto también podría llevarse a cabo mediante el uso de modelos que incorporan el método Penman Montith para parámetros establecidos de cultivo y materia prima. FAO establece parámetros de cultivo para varias regiones del mundo. Sin embargo, los parámetros de cultivo en la base de datos actual de FAO son agregados a grandes regiones, que podrían no ser lo suficientemente representativos de una cuenca hidrográfica o cuenca fluvial específica. El uso inapropiado de los parámetros de cultivo podría desviar las estimaciones sobre el uso del agua. En consecuencia, los parámetros específicos de cuenca hidrográfica deberían utilizarse en donde sea que estén disponibles para mejorar la precisión de la estimación. Los datos recopilados sobre la extracción de agua por medio del estado o agencias locales es, a menudo, una buena fuente para la validación de modelos. Si no existen datos disponibles sobre las áreas potenciales de producción de materia prima, se recomienda evaluar estos parámetros para asegurar el uso de parámetros de cultivo apropiados. Un enfoque que elimina la necesidad de una recopilación de datos estadísticos detallada emplea sensores remotos (por ejemplo, Sistemas de Información Geográfica (SIG) [GIS, por sus siglas en inglés]). Este enfoque ha demostrado evaluar fehacientemente el consumo de agua de los cultivos (Perry, 2007). Con el fin de utilizar esta información para evaluar los impactos del uso de agua para bioenergía en el nivel de la cuenca hidrográfica, sería necesaria una evaluación complementaria in situ.

Asimismo, el Atlas Mundial de Agua y Clima del Instituto Internacional de Gestión de Recursos Hídricos (IWMI, por sus siglas en inglés) brinda acceso inmediato a datos precisos sobre la disponibilidad de la humedad y del clima para la agricultura a los planificadores de riego y agricultura. El Atlas incluye resúmenes mensuales y semanales sobre precipitación, temperatura, humedad, horas de sol, estimaciones de evaporación, velocidad del viento, número total de días con y sin lluvias, días sin heladas e índices de referencia de evapotranspiración de Penman-Montith. Si se contara con una base de datos que brinde información sobre las estaciones de las cosechas y rendimientos para varios cultivos en diferentes ubicaciones o, aún mejor, regiones agroclimáticas, alrededor del mundo, podría utilizarse junto con el atlas de clima para calcular el consumo de agua por cultivo y ubicación.

### Requerimiento de agua para las especies exóticas de secano:

No es recomendable que el agua utilizada para la producción en secanos de materia prima bioenergética se considere en el presente indicador, ya que la lluvia no está normalmente sujeta a competencia con otros sectores y, en la mayoría de los casos, la cantidad de evapotranspiración proveniente de la agricultura de secano será similar o menor a la de la vegetación natural, y tendrá impactos insignificantes sobre la recarga de agua subterránea y la disponibilidad de agua corriente. Sin embargo, cuando las especies exóticas que no están adaptadas a las condiciones locales se usan para materias primas bioenergéticas, debería prestarse atención a la posibilidad de que extraigan cantidades significativamente más altas de agua de lluvia del suelo que vegetación natural o los cultivos nativos. El conocimiento de los niveles relativos de evapotranspiración para la produc-

ción de secano de varios cultivos de materias primas bioenergéticas podría informar sobre las comparaciones de la aptitud de la tierra para los diferentes cultivos.

### División entre recursos hídricos renovables y no renovables:

La división entre recursos hídricos renovables y no renovables puede ser difícil de implementar ya que este proceso depende de la disponibilidad y aceptabilidad de los datos espaciales sobre recursos hídricos.

Existen limitaciones anticipadas debido a la insuficiencia o inconsistencia de los datos disponibles sobre los requerimientos y precios del agua. En las bases de datos que sí existen, por ejemplo el Centro Internacional de los Recursos Hídricos de Aguas Subterráneas (IGRAC, por sus siglas en inglés) y AQUASTAT, existen limitaciones con respecto a la aplicabilidad para las producciones bioenergéticas. No todas las bases de datos relevantes incluyen cultivos bioenergéticos o dividen la porción de uso dual de cultivos, bioenergía/alimentos, de un modo que sea inmediatamente útil para analizar el uso del agua en la producción bioenergética.

Mientras que puede ser posible, particularmente para la producción de biocombustibles líquidos en las últimas etapas de la cadena de suministro, recopilar datos directamente en las plantas de procesamiento de bioenergía, conectar la producción de cultivos con algunas de las etapas iniciales de procesamiento a bioenergía puede ser desafiante en la práctica, debido a que el uso final de un cultivo determinado puede no conocerse en estas primeras etapas. Véase la sección del presente informe "Sobre la atribución impactos como consecuencia de la producción y uso de la bioenergía al utilizar los indicadores GBEP".

5.1:

### Cálculos de evapotranspiración (TARWR):

Los cálculos de evapotranspiración de la tierra natural y manejada para calcular los TARWR es difícil. Los sensores remotos por medio de satélites han avanzado, pero siempre será necesario el monitoreo terrestre y la confirmación de los datos provenientes de sensores remotos. La mayoría de los modelos de balances hídricos evalúan la evapotranspiración real comparando la evapotranspiración de referencia con la humedad disponible del suelo. En la actualidad, el método Penman Monteith de FAO es el método estándar para evaluar la evapotranspiración de referencia. Dada la fuerte relación que existe entre la producción de materia prima (por ejemplo, riego) y la pérdida de agua debido a la evaporación y evapotranspiración, debe tenerse cuidado al evaluar el indicador 5.1a.

### Conexión entre aguas superficiales y subterráneas:

La conexión entre aguas superficiales y subterráneas: (y el uso de aguas subterráneas en general) no se ha estudiado mucho y puede impactar en los cálculos sobre recursos hídricos renovables. Deberían realizarse esfuerzos para incorporar datos generados a nivel local para las fuentes de agua subterránea y superficial y las conexiones entre ellas.

De acuerdo con el Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo de la UNESCO (Segunda Edición), la supervisión del uso del agua subterránea a nivel nacional, subnacional y de acuífero es de particular importancia ya que la explotación, por ejemplo, de más del 50% de la recarga,

probablemente de lugar a un estrés particular en la sostenibilidad del acuífero de los sistemas de aguas subterráneas.

### Recursos Ambientales:

Los recursos ambientales - cantidad y flujos de agua requeridos para el manteniendo de las especies, funciones, y resiliencia de los ecosistemas de agua dulce y la subsistencia de las comunidades humanas que dependen de aquellos ecosistemas saludables - no son considerados aún. El conjunto de herramientas de "ELOHA" (Límites Ecológicos de Alteración Hidrológica) o ELOHA Toolbox, por sus siglas en inglés, puede ayudar en la determinación y gestión de flujos ambientales a lo largo de grandes regiones.

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

- extracción de agua para la producción y procesamiento de materias primas energéticas (en el nivel de la cuenca hidrográfica);
- cantidad de producción de materia prima (en el nivel de la cuenca hidrográfica);
- Recursos Hídricos Renovables Totales Reales (TARWR);
- Total de Extracciones Anuales de Agua (TAWW);
- datos/mapas sobre la cobertura de los recursos hídricos por ejemplo, ríos, límites de cuencas hidrográficas e identificación de las áreas de estrés por déficit hídrico.

Estos datos pueden conseguirse por medio de archivos estadísticos nacionales/internacionales, cálculo/cómputo de datos (existentes) a nivel regional o de la cuenca hidrográfica. Los TARWR pueden estimarse usando las imágenes de satélite (por ejemplo, el índice diferencial normalizado de vegetación) o la modelización (se requieren datos sobre por ejemplo, lluvias, índices de vaporación y evapotranspiración para cultivos y cubierta del suelo y escorrentía).

### Fuentes de información (nacionales e internacionales)

Las fuentes de información disponibles incluyen:

- "International Water Management Institute" [Instituto Internacional de Gestión de Agua]
  - Water scarcity map [Mapa de Escasez de Agua]
  - El Atlas de Agua y Clima (y el modelo WaterSim)
  - La IWMI es una guía galardonada liderada por el IWMI para proveer datos geoespaciales sobre bienes públicos mundiales de última generación (GPG) sobre los recursos hídricos y terrestres de cuencas fluviales, naciones, regiones, y del mundo.
- AQUASTAT
  - Sistema de información global sobre el agua y la agricultura de FAO
- Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo de la UNESCO
  - Geored de la FAO
  - Brinda información sobre los límites de las cuencas hidrográficas
- Sistema Mundial de Observación del Ciclo Hidrológico (WHYCOS, por sus siglas en inglés)
  - Brinda información sobre los niveles de agua superficial (ríos, lagos, etc)

- Centro Internacional de los Recursos Hídricos de Aguas Subterráneas (IGRAC, por sus siglas en inglés)  
-Brinda información sobre el agua subterránea
- Centro de Colaboración en materia de agua y medio ambiente PNUMA
- EUROSTAT
- Fuentes de información nacional para los Estados Unidos
- Sistema de Información Hídrica Nacional del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés)
- Base de datos hidrográfica nacional del USGS
- Base de Datos Hídricos del Servicio de Investigación Agrícola (ARS, por sus siglas en inglés) del USDA [Departamento de Agricultura de los Estados Unidos]
- Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas (NASS, por sus siglas en inglés) del USDA Encuesta sobre el riego para la agricultura y la hacienda

### Vacíos de información conocidos:

Como se discutió anteriormente, las fuentes de información sobre el uso y eficiencia del agua no son siempre completas, lo cual es especialmente verdadero en el mundo en vías de desarrollo. No obstante, existen numerosos esfuerzos internacionales en progreso y mejora con el transcurso del tiempo para la supervisión del agua.

TARWR y TAWW: los recursos de información sobre el uso del agua en el nivel de la cuenca hidrográfica son a menudo limitados. En algunos casos, la información sólo se encuentra disponible a nivel nacional o puede que no esté disponible directamente. TARWR no tiene una actualización regular salvo que se encuentre disponible la información nueva sobre un país. Es así que, TARWR es sólo apropiada actualmente para promediar sobre escalas de tiempo más grandes de múltiples años. Para los países en donde se encuentra disponible, TARWR es la fuente más completa disponible hoy en día y se actualiza cada cinco años, de manera ideal, aunque ocasionalmente pueden transcurrir hasta diez años entre las actualizaciones dependiendo de los recursos disponibles.

TARWR usa una hoja de balance genérica de los recursos hídricos que se creó en base a información disponible en el año 2003 a nivel país para el mundo. Desde ese entonces, la hoja de balance hídrico por país se envía a cada país con el cuestionario de AQUASTAT. Se solicita a los países que verifiquen la información y la corrijan en caso de que haya cambiado. La calidad de la información es una preocupación de "UN-Water (2006)" [Agua-NU (2006)], quien concluyó que la calidad de la información es y sigue siendo un tema de importancia al evaluar la fiabilidad de los sistemas de supervisión.

Algunos países, en especial los países en vías de desarrollo, pueden tener dificultades a la hora de medir su TARWR interno y las TAWW debido a la falta de información y mediciones uniformes que generan incertidumbres en las estimaciones.

### Procesos internacionales relevantes:

- El Instituto Internacional de Gestión de Agua desarrolló una metodología de evaluación de los recursos hídricos en el nivel de la cuenca fluvial (véase por ejemplo Agua para la alimentación-Agua para la vida "issue brief 4" [nota informativa 4];
- Usos del agua NU "Uso total (del agua) como una porción de los recursos hídricos renovables reales" que es un indicador hídrico de los MDG; disponible en: [http://webworld.unesco.org/water/wwap/wwdr/indicadors/pdf/WWDR3\\_appendix\\_1.pdf](http://webworld.unesco.org/water/wwap/wwdr/indicadors/pdf/WWDR3_appendix_1.pdf)

• Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo de la UNESCO (WWDR, por sus siglas en inglés); disponible en: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/>

- Mesa Redonda sobre Biocombustibles Sostenibles (RSB, por sus siglas en inglés) Principio 9. Las operaciones para la producción de biocombustibles optimizarán el uso de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, incluyendo la minimización de la contaminación o agotamiento de estos recursos, y respetarán los derechos al agua formales o consuetudinarios existentes." (RSB, 2011).

### Referencias:

- Alcamo, J., Döll, P., Henrichs, T., Kaspar, F., Lehner, B., Rösch, T. & Siebert, S. 2003. "Global estimates of water withdrawals and availability under current and future "business-as-usual" conditions." *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 48(3) Junio.
- Algamal, S. A. 2011. "An Assessment of Climate-Induced Conflict Risks Over Shared Water Resources in Africa". En: Leal Filho, W. 2011. "The Economic, Social and Political Elements of Climate Change". Series: "Climate Change Management. 1st Edition."
- Berndes, G. 2008. "Water demand for global bioenergy production: trends, risks and opportunities." WBGU. Berlin.
- *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture.* London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute.
- Falkenmark, M., Widstrand, C. 1992. *Population and Water Resources: A Delicate Balance.* *Population Bulletin* 47 (3): 1-36.
- Fraiture, C., Giordano, M., Liao, Y. 2008. *Biofuels and implications for agricultural water use: blue impacts of green energy, Water Policy*, 10, Supplement 1, 67-81.
- FAO. 1998. *Irrigation and Drainage Paper No. 56.* Disponible en [ftp://ext-ftp.fao.org/SD/Reserved/Agromet/PET/FAO\\_Irrigation\\_Drainage\\_Paper\\_56.pdf](ftp://ext-ftp.fao.org/SD/Reserved/Agromet/PET/FAO_Irrigation_Drainage_Paper_56.pdf). [Consulta: noviembre 2011].
- Gerbens-Leenes, P.W., Hoekstra, A.Y., Meer, van der Th.H. 2008. *The water footprint of energy from biomass: A quantitative assessment and consequences of an increasing share of bio-energy in energy supply.* *Ecological Economics* 68 (4). pp. 1052-1060. ISSN 0921-8009.
- Gopalakrishnan, G. et al. 2009. *Biofuels, Land, and Water: A Systems Approach to Sustainability.* Energy Systems Division and Environmental Science Division, Argonne National Laboratory, Environ. Sci. Technol. 43 (15), pp 6094-6100.
- Hellegers, P. J. G. J. 2009. *Combining remote sensing and economic analysis to support decisions that affect water productivity.* *Irrigation Science. Volume 27, Number 3, 243-251, DOI: 10.1007/s00271-008-0139-7.*
- Hinrichsen, D., Robey, B., Upadhyay, U. D. 1998. *Solutions for a Water-Short World.* *Population Reports, Series M, No. 14.* Baltimore, Maryland, U.S.A.: Johns Hopkins University School of Public Health, Population Information Program. Cited in: Revenga et al. 2000. *From Pilot Analysis of Global Ecosystems: Freshwater Systems.* World Resources Institute.
- ICID. 2005. *Water Supply, Water Demand and Agricultural Water Scarcity in China: A Basin Approach CPSP Report 11.*
- IPCC. 2007. *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 976 pp.
- National Research Council. 2008. *Water Implications of Biofuels Production in the United States.*
- Pacific Institute. 2007 *Corporate Reporting on Water. A Review of Eleven Global Industries.*
- Perry, C. 2007. *Water consumption and productivity of biofuels, native vegetation and other crops: Potential contribution of Remote Sensing,* International Water Management Institute.
- Raskin et al. 1997. *Water Futures. Assessment of Long-Range Patterns and Problems, Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World.* Stockholm Environment Institute. Stockholm.
- RSB. 2011. *RSB Water Assessment Guidelines.* Disponible en <http://rsb.epfl.ch/files/content/sites/rsb2/files/Biofuels/Version%202/Guidelines%20V2/11-01-07%20RSB-GUI-01-009-01%20%28RSB%20Water%20Assessment%20Guidelines%29.pdf>

- UNEP. 1999. *Global Environment Outlook 2000 (GEO 2000)*. Earthscan, Londres.
- UN. 1997. *Comprehensive Assessment of Freshwater Resources. Report of the Secretary-General. Commission on Sustainable Development. Fifth session 7-25 Abril 1997*.
- UN-WATER. 2006. *Water Monitoring. Mapping Existing Global Systems & Initiatives. Background Document. Prepared by FAO on behalf of the UN-Water Task Force on Monitoring*. Stockholm, 21 August 2006.
- UN-WATER. 2007. *Coping with water scarcity: challenge of the twenty-first century*. World Water Day 2007.
- IWMI *World Water and Climate Atlas*. <http://www.iwmi.cgiar.org/WAtlas/Default.aspx>. [Consulta: noviembre 2011].
- UNEP Collaborating Centre on Water and Environment. [www.ucc-water.org](http://www.ucc-water.org). [Consulta: noviembre 2011].
- UNESCO *World Water Development Report*. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/>. [Consulta: noviembre 2011].
- USDA Agricultural Research Service (ARS) *Water base de datos*. <http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?docid=9696>. [Consulta: noviembre 2011].
- USDA NASS *Farm and Ranch Irrigation Survey*. [http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Online\\_Highlights/Farm\\_and\\_Ranch\\_Irrigation\\_Survey/index.asp](http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Online_Highlights/Farm_and_Ranch_Irrigation_Survey/index.asp). [Consulta: noviembre 2011].
- USGS *National Hydrography Data Set*. <http://nhd.usgs.gov/>. [Consulta: noviembre 2011].
- USGS *National Water Information System*. <http://waterdata.usgs.gov/nwis>. [Consulta: noviembre 2011].
- *Water for Food, Water for Life issue brief 4*. [http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files\\_new/publications/Discussion%20Paper/CA\\_Is\\_sue\\_Brief-4.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/publications/Discussion%20Paper/CA_Is_sue_Brief-4.pdf). [Consulta: noviembre 2011].
- *Water scarcity map*. <http://maps.grida.no/go/graphic/areas-of-physical-and-economic-water-scarcity>. [Consulta: noviembre 2011].
- WHYCOS. [www.whycos.org/cms/](http://www.whycos.org/cms/). [Consulta: noviembre 2011].

## Fuentes electrónicas:

- ELOHA toolbox. <http://conserveonline.org/workspaces/eloha>. [Consulta: noviembre 2011].
- EUROSTAT. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>. [Consulta: noviembre 2011].
- FAO AQUASTAT. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>. [Consulta: noviembre 2011].
- FAO Geonetwork. [www.fao.org/geonetwork](http://www.fao.org/geonetwork). [Consulta: noviembre 2011].
- IGRAC. <http://www.un-igrac.org/>. [Consulta: noviembre 2011].
- IWMI. [www.iwmi.cgiar.org](http://www.iwmi.cgiar.org). [Consulta: noviembre 2011].
- IWMI. <http://www.iwmidsp.org>. [Consulta: noviembre 2011].

- 
- 25 Como promedio mundial, alrededor de 3.000 litros de agua se consumen en la producción de un litro de biocombustible pero la variación regional es amplia (Fraiture, et. al. 2008).
- 26 Véase la sección de fuentes electrónicas
- 27 Véase la sección de fuentes electrónicas
- 28 Véase la sección de fuentes electrónicas
- 29 Véase la sección de referencias y fuentes electrónicas
- 30 Véase la sección de referencias y fuentes electrónicas

## Indicador 6

### Calidad del Agua

#### Descripción:

(6.1) Cantidad de contaminantes que entran en las vías fluviales y otras aguas, atribuibles a la aplicación de fertilizantes y plaguicidas para el cultivo de materias primas para bioenergía, y expresadas como el porcentaje sobre las cantidades de contaminantes procedentes de los efluentes totales de la producción agrícola en la cuenca hidrológica.

(6.2) Cantidad de contaminantes que entran en las vías fluviales y otras aguas, atribuibles a los efluentes de procesamiento de bioenergía, y expresadas como porcentaje de cantidades de contaminantes totales de los efluentes del procesamiento agrícola en la cuenca hidrológica.

#### Unidad (es) de medición:

(6.1) Las cargas anuales de nitrógeno (N) y fósforo (P) provenientes de cargas de ingrediente activo de fertilizantes y plaguicidas atribuibles a la producción de materia prima bioenergética (por área de cuenca hidrológica):

- en kg de N, P e ingrediente activo por ha por año
- como porcentajes de las cargas totales de N, P y de ingrediente activo de plaguicida proveniente de la agricultura en la cuenca hidrológica

(6.2) Cantidades contaminantes atribuibles a los efluentes de procesamiento de bioenergía:

- Niveles de contaminante en los efluentes producto del procesamiento de bioenergía en mg/l (para las concentraciones de contaminantes y la demanda de oxígeno bioquímico y químico -DOB y DOQ), y (si también se mide) °C (para la temperatura),  $\mu\text{S}/\text{m}$  (para la conductividad eléctrica) y pH
- Cargas contaminantes totales anuales en kg/año o (por área de cuenca hidrológica) en kg/ha/año
- Como un porcentaje de las cargas contaminantes totales provenientes del procesamiento agrícola en la cuenca hidrológica

#### Relevancia

#### Aplicación del Indicador:

El indicador es aplicable a la producción de aquellas materias bioenergéticas que emplean fertilizantes (incluyendo al estiércol) y plaguicidas, y a los efluentes de las plantas de procesamiento para todas las materias primas bioenergéticas, usos finales y trayectorias.

#### Relación con los temas:

El presente indicador se relaciona principalmente con el tema de la Disponibilidad del Agua, uso eficiente y calidad. El presente indicador pretende medir y monitorear el impacto de la producción y el procesamiento de la materia prima bioenergética en la calidad del agua. Por ejemplo, fertilizantes de nitrógeno y fósforo y plaguicidas utilizados para la producción de materia prima bioenergética y los efluentes de las plantas de procesamiento de bioenergía podrían contribuir a la contaminación de las vías de navegación y cuerpos de agua, de manera tal que la calidad del agua pueda sufrir una reducción significativa.

El impacto más significativo que tiene la producción y procesamiento de materia prima sobre la calidad del agua, surge

del uso del N y el P en fertilizantes y plaguicidas. El nitrógeno es un nutriente esencial para las plantas y animales. Los ecosistemas terrestres y cuerpos de agua tienen una capacidad considerable para retenerlo (por medio de la fijación) y de reducirlo a gas  $\text{N}_2$  por medio del proceso de nitrificación y denitrificación. Por consiguiente, el ciclo y retención de nitrógeno es una de las funciones más importantes de los ecosistemas (Vitousek et al., 2002). Cuando las cargas de nitrógeno provenientes de fertilizantes, tanques sépticos, y deposición atmosférica exceden la capacidad de los ecosistemas terrestres (incluyendo a las tierras de cultivos) para mantenerlo y completar su ciclo, el exceso puede migrar a la superficie acuática, generando efectos "cascada", y siendo peligrosos, ya que se escurre hacia los ecosistemas costeros (Galloway and Cowling, 2002).

El fósforo es un nutriente esencial para todas las formas de vida, pero como el nitrógeno, el fósforo que ingresa al medioambiente puede exceder las necesidades y capacidades del ecosistema terrestre. Como resultado, el fósforo en exceso puede ingresar a los lagos y corrientes. Debido a que el fosfato es a menudo el nutriente limitante en estos caudales y cuerpos de agua, un exceso puede contribuir a la proliferación de algas y el crecimiento exponencial de cianobacterias, lo cual podría generar problemas de sabor y olor y agotar el oxígeno que necesitan los organismos acuáticos. En algunos casos, el exceso de fosfato puede combinarse con el exceso de nitratos para exacerbar las proliferaciones de algas (es decir, en situaciones en donde el crecimiento de las algas se encuentra co-limitado por ambos nutrientes), aunque los nitratos en exceso por lo general tienen un efecto de mayor dimensión en las aguas costeras. Las fuentes más comunes de P en los ríos son los fertilizantes y las aguas residuales, incluyendo las aguas de tormentas y las aguas tratadas que se descargan directamente en el río.

Los residuos plaguicidas llevados a los estanques, ríos y lagos mediante la escorrentía de la superficie, lixiviación o desviación de pulverizaciones de plaguicidas pueden provocar una contaminación grave (por ejemplo matanza de peces) e intoxicación crónica, cuando la vida salvaje está expuesta a niveles no inmediatamente letales de plaguicidas. Existen también riesgos de intoxicación secundaria cuando los depredadores consumen presas que contienen plaguicidas; lo que puede ser una preocupación particular con relación a los químicos persistentes que se acumulan y se mueven en las cadenas alimentarias. También pueden darse efectos indirectos cuando se modifican los hábitats o las cadenas alimentarias, por ejemplo cuando los insecticidas disminuyen a las poblaciones de insectos de las cuales se alimentan los peces y otros animales acuáticos. Sin embargo, debería resaltarse que las mejores prácticas de gestión adaptadas a las propiedades del suelo pueden reducir de manera significativa a la carga contaminante de aguas corrientes. Asimismo, el cultivo de energía perenne puede contribuir a una pérdida menor de nutrientes de las plantas provenientes del paisaje agrícola hacia las aguas corrientes. Además, algunos cultivos energéticos son capaces de eliminar a los metales pesados del suelo.

(6.1) Cargas de fertilizantes y plaguicidas: los fertilizantes N y P (incluyendo al estiércol) y los plaguicidas utilizados para aumentar el rendimiento agrícola pueden generar un exceso del flujo de nutrientes y plaguicidas en las vías de navegación y cuerpos de agua por medio de las escorrentías superficiales, infiltración de las aguas subterráneas además de la volatilización y el transporte de vapor. La contaminación

de nutrientes y de plaguicidas de las masas de agua fresca puede tener un impacto en la calidad del agua y, en consecuencia, en el funcionamiento del ecosistema acuático y la salud humana (en donde el agua se usa para consumo).

La cantidad de un nutriente fertilizante o plaguicida que un cultivo retiene depende del tipo de cultivo, la cantidad, el tiempo y el método de aplicación, los métodos de cultivo del suelo, y otras variables. Las aplicaciones de plaguicidas y fertilizantes que exceden la capacidad de retención de la planta y del suelo pueden conducir a la contaminación del agua. Inevitablemente, una cantidad particular de nutrientes fertilizantes y plaguicidas se mueven fuera de sitio por diferentes vías. Por ejemplo, el N en formas tales como nitrato (NO<sub>3</sub>) es altamente soluble, y junto con otros plaguicidas se infiltra en forma descendente hacia la capa freática. Desde allí, puede migrar hacia los pozos de agua apta para consumo, o lentamente encontrar su camino hacia ríos y caudales de agua. Otra vía es la escorrentía de la superficie que transporta N, P y plaguicidas a la superficie del agua ya sea por medio de una solución o arraigados a partículas que erosionan el suelo. Una tercera vía es la erosión por el viento o la volatilización a la atmósfera en el caso del N, seguido del transporte atmosférico y la deposición sobre un área potencialmente amplia viento abajo. Tanto las escorrentías de la superficie como las infiltraciones subterráneas pueden tener impactos significativos sobre la calidad del agua (Committee on Water Implications of Biofuels Production in the United States 2008, Bonnet et al. 2009). Los plaguicidas también pueden llegar a las masas de agua mediante la desviación de la pulverización (Strassemeyer et al., 2007).

Las comparaciones de las cargas de plaguicidas, N y P como consecuencia de la producción de materia prima bioenergética con las cargas totales de plaguicidas, N y P provenientes de la agricultura en las cuencas hidrológicas aportan información sobre la contribución relativa de la producción de materia prima bioenergética a las cargas contaminantes en las cuencas hidrológicas con respecto a todo el sector agrícola. (La comparación de las cargas de N, P y de plaguicidas para la producción de materia prima bioenergética con las cargas totales de plaguicidas, N y P provenientes de la agricultura en las cuencas hidrológicas puede facilitarse mediante la expresión de estos datos en una base por hectárea o por tonelada de biomasa (véase la sección de abajo sobre comparaciones).

(6.2) Efluentes de plantas de procesamiento: el agua residual proveniente de las instalaciones de producción de bioenergía tiene un contenido potencialmente alto de nitrógeno (N) y de fósforo (P) que contribuyen a la demanda de oxígeno bioquímico (DOB). La descarga de agua con alto contenido de DOB hacia los caudales y cuerpos de agua es problemática porque la descomposición puede consumir todo el oxígeno disuelto ahogando a los animales acuáticos (Committee on Water Implications of Biofuels Production in the United States, 2008). Los contaminantes adicionales de los efluentes de las plantas de procesamiento de bioenergía que podrían afectar la calidad del agua varían en función de la materia prima y del proceso. Por ejemplo, en el caso de los efluentes de las plantas procesadoras de aceite de palma (EPPAP), o POME, por sus siglas en inglés, la información sobre lo siguiente es relevante para la calidad del agua: temperatura, pH, DOB, DOQ, sólidos totales, sólidos suspendidos totales, sólidos volátiles totales, aceite y grasa, nitrato de amoníaco, nitrógeno Kjeldahl total (Rupani et al., 2010; Wu et al., 2010; Department of Industrial Works and GTZ, 1997).

Algunos efluentes de procesamiento pueden ser ácidos, mientras que otros pueden ser alcalinos (Rupani et al., 2010; Atadashi et al., 2011). Los cambios en el pH, tanto ácido como alcalino, pueden afectar de manera negativa la vida acuática y el uso del agua, pero los efectos de los efluentes dependerán de las propiedades de las cuencas hidrológicas. Por ejemplo, el amoníaco es mucho más tóxico en agua alcalina que en agua ácida. De modo muy importante para la salud humana, una disminución en el pH podría también disminuir la solubilidad de elementos esenciales, incluyendo al selenio, al mismo tiempo que aumentaría la solubilidad de elementos potencialmente peligrosos como el aluminio, el cadmio y el mercurio (Morrison et al., 2003).

Algunos efluentes pueden estar a altas temperaturas. Por lo general, en las refinerías de bioenergía existe contaminación térmica proveniente de los sistemas de refrigeración. Los cambios en la temperatura de las masas de agua como consecuencia de los efluentes puede afectar a las poblaciones de la vida acuática, incluyendo a los peces, los cuales tienen un rango de temperatura preferida. El agua cálida retiene menos oxígeno que el agua fría; podría entonces saturarse con oxígeno y aun así no ser suficiente para la supervivencia de la vida acuática.

Algunas plantas de procesamiento de bioenergía producen efluentes de agua salada. Por ejemplo, hay efluentes de agua salada que provienen de las plantas de etanol de la etapa inversa de ósmosis del proceso de refinería y agua residual proveniente de las operaciones de purgación periódica de sal llevadas a cabo en las torres de refrigeración. El aumento de las sales puede intervenir con el re-aprovechamiento del agua por las municipalidades, las industrias textiles, las industrias de papel y de productos alimenticios, y de la agricultura de riego. Las altas concentraciones de sal en las masas de agua pueden generar efectos adversos en la biota acuática, y una alta concentración de sal (alrededor de 1000 mg/l) le genera un sabor salobre, salado al agua y se descarta ya que representa una amenaza potencial para la salud (Morrison et al, 2003).

Los desechos de aguas residuales de las plantas de biocombustibles pueden contener también altas cantidades de grasas y aceites (Committee on Water Implications of Biofuels Production in the United States 2008), como también pueden contener otros desechos provenientes de otras plantas de procesamiento de materia prima bioenergética.

Debería remarcar que los efluentes cubiertos por el presente indicador incluyen al agua residual proveniente de las centrales eléctricas a biomasa y de las plantas que procesan materias primas a productos intermedios que luego se procesan a biocombustibles, además de aquellos que provienen de las plantas de procesamiento de biocombustible líquido. En los lugares en donde el agua residual proveniente de otras fuentes se trata con el fin de producir bioenergía (por ejemplo, a través de biogasificación, digestión anaeróbica, oxidación termal o secado termal) o se re-aprovecha para refrigeración en las plantas bioenergéticas, podría evaluarse el impacto neto en las cargas contaminantes de las masas de agua.

El presente indicador también aporta información sobre los siguientes temas: emisiones de los gases del efecto invernadero, capacidad productiva de la tierra y los ecosistemas, diversidad biológica, precio y oferta de una canasta nacional, salud y seguridad de los seres humanos y disponibilidad de los recursos y uso de eficiencias en la producción de bioenergía, conversión, distribución y uso final.

### El modo en el cual el indicador ayudará a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

El mantenimiento de la calidad del agua es un aspecto importante del desarrollo sostenible. El presente indicador pretende medir y monitorear el impacto de la producción y el procesamiento de materia prima bioenergética sobre la calidad del agua y aportará información para el desarrollo e implementación de políticas a nivel nacional.

(6.1) El seguimiento de las concentraciones de plaguicidas, de P y de N en los caudales y cuerpos de agua provenientes de la producción de materia prima bioenergética, junto con la información sobre la contribución relativa de la bioenergía a las cargas contaminantes totales provenientes de la producción agrícola permitirá a los legisladores entender el impacto que puede tener la producción bioenergética sobre la calidad del agua en el nivel de las cuencas hidrográficas.

(6.2) El seguimiento de las concentraciones contaminantes provenientes de los efluentes de las instalaciones de procesamiento de materia prima bioenergética, junto con la información sobre la contribución relativa de la bioenergía a las cargas contaminantes totales provenientes del procesamiento agrícola permitirá a los legisladores entender, a un nivel más amplio, el impacto que pueden tener las instalaciones de producción bioenergética sobre la calidad del agua.

El monitoreo de las concentraciones de los contaminantes en las masas de agua, le permitirá a los legisladores generar una visión de las consecuencias reales de las cargas contaminantes rastreadas para un sistema hídrico específico. El impacto de ciertos niveles de cargas contaminantes dependerá del tipo de masa de agua y de la interpretación de los valores de 6.1 y 6.2 se mejorará con la información contextual sobre la salud total de las masas de agua en la cuenca hidrológica.

### Comparación con otras fuentes de energía:

6.1 Al evaluar este componente del indicador podría ser de utilidad y relevancia comparar los resultados de la producción de materia prima bioenergética con evaluaciones similares para otros tipos de agricultura evaluadas como promedios nacionales y/o regionales para tierras agrícolas por ha de tierra cultivada o en base a biomasa producida por tonelada. Al realizar tales comparaciones, es importante tener en cuenta las diferencias entre varios sistemas de biomasa. Sistemas agrícolas diferentes, sistemas forestales y sistemas de producción de biomasa acuáticos se basan en prácticas diferentes y requieren diferentes insumos. Es así que la agricultura, incluyendo a la biomasa forestal y acuática, puede tener diferentes impactos en la calidad del suelo, en la calidad del agua y en la eficiencia y uso del agua, etc.

También sería posible una comparación en una base por MJ con otras opciones de energía cuya producción/extracción de materia prima pueda contaminar el agua (por ejemplo minas de carbón, perforación de pozos de petróleo). En caso de que las etapas de procesamiento y producción/extracción de la materia prima no puedan separarse, la contaminación hídrica medida en 6.1 y 6.2 no podría reunirse y compararse con la contaminación total del agua de otras fuentes de energía. Las métricas tales como el valor de los servicios perdidos del ecosistema o los costos de reparación podrían explorarse como medios para facilitar tales comparaciones.

6.2 Los efluentes provenientes de las plantas de procesamiento pueden compararse con las descargas de efluentes de las refinerías de petróleo y (térmicas y) centrales eléctricas

en una base por MJ de energía producida o con las descargas de efluentes provenientes de (promedio) procesamiento agrícola en una base de biomasa producida por tonelada.

### Base Científica

#### Enfoque metodológico:

En esta sección se describe un conjunto de opciones para medir los componentes del presente indicador. El enfoque que se tome dependerá de factores tales como la disponibilidad de datos, conocimiento técnico y tiempo, y la complejidad de la situación a analizar (por ejemplo, la diversidad de actividades en la cuenca hidrográfica que contribuyen a las cargas contaminantes y hasta qué punto varían las características del suelo, la hidrología y las prácticas de gestión a lo largo de las áreas en las cuales estas actividades se llevan a cabo). Es común calcular las concentraciones de plaguicidas, N y P por medio del uso de modelos. En los casos en donde esto no es posible, los balances de N y P pueden aportar una idea inicial de la presión sobre la contaminación del agua provocada por el uso de fertilizantes y plaguicidas para la producción de materia prima bioenergética.

6.1 Por lo general será necesario calcular las cargas anuales de principio activo de plaguicidas, N y P en las masas de agua como resultado de la producción de materia prima bioenergética y agrícola en la cuenca hidrológica por medio de modelos, debido a las complejas interacciones entre las prácticas de gestión agrícola, las características del suelo y del clima y el estado de los nutrientes del suelo. Sin embargo, en algunos casos los datos sobre el monitoreo de la calidad del agua o los valores tomados de literatura, pueden ser utilizados para calcular estas cargas, en partícula, donde el conjunto de actividades agrícolas en la cuenca hidrológica es limitado y se ha estudiado muy bien a la cuenca hidrológica. Además, en donde no es posible o no es accesible realizar un análisis detallado de las vías por donde los nutrientes y plaguicidas pueden llegar a las aguas subterráneas y superficiales, se desarrolló y aplicó un conjunto de indicadores de riesgo. Tales indicadores permiten que los países determinen las presiones de nutrientes y plaguicidas provenientes de la agricultura y combinar esta información con un subconjunto de factores restantes que determinan el punto hasta el cual estas presiones generan contaminación hídrica.

#### Técnicas modelo de la cuenca hidrológica para la contaminación diseminada de N, P y/o plaguicidas.

Pueden identificarse dos categorías diferentes de enfoques modelos de cuencas hidrológicas: aquellos que utilizan modelos hidrológicos con base física detallados, que predicen los cambios en la calidad del agua en tiempo real, y aquellos basados en modelos de exportación de coeficiente, que predicen la carga anual de nutrientes en cualquier sitio en la red de drenaje de agua superficial de una cuenca hidrológica, como una función de la exportación de nutrientes de cada fuente en la cuenca hidrológica por encima de ese sitio. La categoría anterior tiende a funcionar bien en la cuenca hidrológica en la cual se creó originalmente, pero (en particular para grandes cuencas) su construcción es por lo general cara y difícil de calibrar debido a la gran cantidad de datos que se requieren. Algunos de estos modelos pueden usarse para evaluar las cargas de nutrientes y plaguicidas, además de otros contaminantes tales como sedimentos y metales (Johnes, 1995; US EPA, 2008). Se aconseja verificar que este considerado el N amoniacal además del N en forma de nitrato (algunos modelos

sólo consideran a este último). En los ambientes con poco oxígeno, el amoníaco puede ser una causa significativa de la disminución de oxígeno disponible, proliferación de algas incrementada, eutrofización y en altas concentraciones es tóxico para algunos organismos acuáticos (Bell, 1998 and Antweiler, 1995).

Los modelos de coeficientes de exportación usados en la última categoría tienden a ser más simples de construir y de utilizar, pero dependen de la disponibilidad de coeficientes de exportación disponibles en la literatura que sean aplicables en la cuenca hidrológica bajo análisis. Por lo general, sólo aplican para las cargas de nutrientes. Se define a los coeficientes de exportación como el índice, en kilogramos por ha por año, en el cual se pierden los nutrientes de la tierra bajo un uso específico. Los modelos se utilizan para encontrar el valor más apropiado una cuenca hidrológica dada dentro de un rango encontrado en la literatura. Para más información sobre un enfoque de modelo de coeficiente de exportación, adaptado para ser más sensible a la heterogeneidad espacial del uso de la tierra y las prácticas de gestión que los enfoques tradicionales véase Johnes (1995). Cuando están disponibles en la literatura, los coeficientes de exportación pueden utilizarse además, de manera muy simple, multiplicando el área de tierra bajo cada tipo de uso por el coeficiente relevante y sumando las cargas resultantes. Véase US EPA (2008) para mayor información sobre este y otro modelo simple (el Método Simple) usando relaciones empíricas establecidas en la literatura. El Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones sobre Hidroambiente, Suelo y Agua de la Universidad del Estado de Carolina del Norte (WATER-SHEDSS73, por sus siglas en inglés) brinda un sistema de soporte de decisiones para ayudar a los ordenadores de tierras a evaluar la fuente de contaminación no localizada y utilizar los resultados para implementar un buen manejo de las prácticas de gestión agrícolas. Una herramienta para calcular las cargas usando coeficientes de exportación puede descargarse de [www.water.ncsu.edu/watershedss](http://www.water.ncsu.edu/watershedss).

Los modelos hidrológicos de contaminación difusa están diseñados para simular los movimientos del agua y de los contaminantes en las cuencas hidrológicas y así colaborar para evaluar la calidad del agua. Se propusieron y aplicaron varios modelos para predecir las concentraciones de nutrientes y plaguicidas en las aguas fluviales. Por ejemplo, el modelo SWAT se utiliza para calcular las cargas de N y de P en dos cuencas fluviales y la contribución de la agricultura al total de las cargas medidas en las desembocaduras de dos cuencas fluviales por Bouraoui (2003) y Schilling et al., (2003) aplican y comparan los tres modelos SWAT 2000, DIFGA 2000 y MONERIS. El programa de simulación hidrológica FORTRAN (HSPF, por sus siglas en inglés) (Johanson et al., 1983, 1997) es otro modelo comprensivo de la hidrología de la cuenca hidrológica y de la calidad del agua que permite simulaciones integradas de escorrentías, sedimentos, y transporte de nutrientes (Moore et al., 1988, Laroche et al., 1996, Dabrowski et al., 2002). Para más información sobre los modelos disponibles, cómo seleccionar el más adecuado, y una discusión detallada de siete modelos de cuencas hidrológicas (AGNPS, STEPL, GWLF, HSPF, SWMM, P8-UCM, y SWAT), véase US EPA (2008).

El riesgo de exceso en la carga de plaguicidas, N y P en las masas de agua puede mitigarse mediante las mejores prácticas de gestión que algunos modelos pueden tener en cuenta. Por ejemplo, Evans et al., (2003) describe una aplicación de software desarrollada para calcular el efecto de las siguientes mejores sistemas de práctica de gestión agrícolas para reducir tales cargas: cubierta vegetal permanente, cultivo en franjas y cultivo siguiendo curvas de nivel; terrazas y desviaciones; gestión de tierra de pastoreo, protección de la tierra de cultivo; conservación de la labranza; protección

de los arroyos; manejo de nutrientes. La utilización de estos modelos para predecir los movimientos de los plaguicidas y los nutrientes en las cuencas hidrológicas requiere del aporte preciso de datos agrícolas así como también hidrológicos, meteorológicos, y geográficos. Debería reunirse la información respecto a la aplicación de fertilizantes y plaguicidas para la materia prima bioenergética y otros cultivos cultivados en la cuenca hidrológica, producción ganadera y otras actividades que hacen que el N y el P lleguen al agua subterránea (por infiltración) o al agua superficial (por escorrentía), incluyendo a los desechos humanos. Estos datos pueden medirse directamente mediante cuestionarios (por ejemplo, aplicación de fertilizantes y plaguicidas) o calcularse posiblemente con el uso de valores estándares por cultivo, tipo de suelos, etc.

Los modelos se calibrarán mediante las mediciones de las concentraciones totales de principios activos de plaguicidas y de N y P en las masas de agua y otros puntos de interés en la cuenca hidrológica (algunas de esas técnicas de medición directa se describen en Inoue (2003)). Los datos de supervisión que registran las concentraciones de contaminantes en aguas no desviadas e índices de caudales con muestreos realizados en varios puntos de las masas de agua pueden utilizarse para calcular las cargas contaminantes totales en la cuenca hidrológica, y estos cálculos pueden mejorarse utilizando el análisis de regresión (US EPA, 2008; Evans and Miller, 2009).

Los datos sobre la proporción (y localización, en los modelos espacialmente sensibles) de los fertilizantes y los plaguicidas aplicados en la cuenca hidrológica para la producción de bioenergía, junto con una evaluación de la fijación de N por los cultivos y N y P de los desechos de la ganadería en la cuenca hidrológica se utilizarán para ayudar a determinar la cantidad de cargas contaminantes atribuibles a la producción de materia prima bioenergética y el porcentaje de cargas provenientes de la producción agrícola que estos representan.

**MODELOS PARA PLAGUICIDAS:** algunos de los modelos previos pueden utilizarse para calcular las cargas de plaguicidas, más las cargas de nutrientes. Sin embargo, se han hecho también trabajos que se concentraron únicamente en modelos para los caudales de plaguicidas en el medio ambiente. En Europa, el Foro para la Coordinación de Modelos de Plaguicidas y su Uso (FOCUS, por sus siglas en inglés) produjo una guía para calcular la lixiviación de los plaguicidas hacia las aguas subterráneas (FOCUS; 1995, 2000), para la permanencia de los plaguicidas en el suelo (FOCUS, 1996) y para la pérdida de plaguicidas hacia el agua superficial (FOCUS, 1997; indicador 20 IRENA de la UE ) Esto fue seguido por el proyecto de investigación sobre indicadores medioambientales armonizados para el riesgo de plaguicidas<sup>33</sup> (HAIR, por sus siglas en inglés), que desarrolló un conjunto extenso de indicadores para evaluar las tendencias en el riesgo agregado del uso agrícola de los plaguicidas, incluyendo a los indicadores acuáticos que tienen en cuenta las tres vías para las cargas de plaguicidas de desviaciones de pulverizaciones, la escorrentía superficial (tanto para ingredientes activos disueltos o absorbidos) y el drenaje hacia el agua de la superficie: para más información véase RIVM33, van der Linden et al., (2007) y Strassemeyer et al., (2007). En 2010, el Proyecto de Reparación de HAIR (HARP, por sus siglas en inglés) construyó una versión del instrumento nueva y amigable para el usuario con un conjunto restringido de indicadores de riesgo robusto y bien documentado. Esto dio lugar al paquete de software HAIR2010, el cual

se encuentra disponible para descargar en el sitio web de HAIR. Para las cuencas hidrológicas grandes, sin embargo, es imposible adquirir información precisa sobre la organización agrícola, incluyendo cantidades de fertilizantes y plaguicidas que se usan y las fechas de su aplicación. Los datos obtenidos invariablemente conllevan una incertidumbre sustancial. Asimismo, muchos factores afectan los procesos de absorción y descomposición de plaguicidas en el agua y en el suelo. Una falta de información sobre la reacción del medio ambiente, sin embargo, hace imposible cuantificar los índices de reacción específicos. Por lo general, los valores que se informan están sujetos a varias clases de incertidumbres y, dada esta incertidumbre, el método de Monte Carlo puede aplicarse para ayudar a evaluar concentraciones contaminantes posibles en los ríos como consecuencia de la agricultura (Matsui et al., 2003).

**BALANCES DE N Y DE P:** los balances brutos de N y de P estiman el superávit potencial de N y de P en las tierras agrícolas (kg/ha/año). Se estiman calculando la diferencia entre las cantidades de estos nutrientes que se agregan a un sistema agrícola y las cantidades que se sacan del sistema por hectárea por año. El balance bruto de N representa todos los insumos y todos los productos de la agricultura, e incluye a todas las emisiones residuales de nitrógeno de la agricultura al suelo, agua y aire. Por lo tanto, se incluye a la volatilización del amoníaco. Los insumos de nitrógeno incluyen i) insumos de nitrógeno como fertilizantes orgánicos y minerales, incluyendo al estiércol; ii) fijación biológica de nitrógeno por legumbres; iii) insumos de nitrógeno a través de la alimentación animal; y iv) deposición atmosférica (por ejemplo, a través de la lluvia). El componente de deposición atmosférica del balance también puede provenir de sectores no agrícolas. Los productos de nitrógeno incluyen i) el nitrógeno que se saca con la cosecha de cultivo y el pasto/forraje del que se alimenta el ganado; ii) el nitrógeno perdido a causa de la pérdida del carbono orgánico del suelo y la erosión; y iii) el nitrógeno que se emite como N<sub>2</sub>O (OECD, 2007a; indicador 18.1 IRENA UE; INTA; Defra, 2010; EEA balance de nitrógeno).

Los insumos de fósforo incluyen i) fertilizantes minerales y orgánicos de fósforo, incluyendo al estiércol; ii) otros insumos, tales como alimento suplementario para el ganado, semillas y materiales de plantación; iii) deposición atmosférica (por ejemplo, a través de la lluvia). Los productos de fósforo incluyen: i) el fósforo que se saca con la cosecha de cultivo y el pasto/forraje del que se alimenta el ganado; ii) el fósforo perdido a causa de la pérdida del carbono orgánico del suelo y la erosión; (OECD, 2007b; Defra, 2010; INTA). Las pérdidas de fósforo y nitrógeno a causa de la pérdida de carbono orgánico del suelo pueden estimarse asumiendo una relación constante de C:N:P.

**INDICADORES DE RIESGO AGROECOINDEX DE CONTAMINACIÓN POR NITRÓGENO Y FÓSFORO:** los balances de nitrógeno y fósforo se usan como insumos para calcular indicadores de riesgo de contaminación por nitrógeno y fósforo del modelo AgroEcoIndex del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de la Argentina (INTA). Estos indicadores requieren como insumos adicionales el balance entre las precipitaciones y las evaporaciones y la capacidad del suelo para retener agua. De acuerdo con McRae et al., (2000), se asume que existe riesgo de contaminación por nitrógeno o fósforo únicamente cuando los excesos de nitrógeno y/o fósforo coexisten (basándose en los balances de N y

P) con los excesos de agua. Existe exceso de agua cuando la diferencia entre los valores de las precipitaciones y la evapotranspiración exceden la capacidad de retención de agua del suelo. Si es este el caso, los nutrientes en exceso se diluyen en el exceso de agua, y los resultados se expresan en mg/l de escorrentía/infiltración de agua (INTA). Debe remarcarse que el valor de este indicador es relativo y que no permite una indicación por sí mismo de las cargas absolutas de ingrediente activo plaguicida en las masas de agua. En consecuencia, debería utilizarse para monitorear las tendencias en el desempeño, preferentemente junto con la supervisión de las tendencias en la salud general de las masas de agua que reciben las cargas de plaguicidas.

**EVALUACIÓN VISUAL DEL SUELO DE FAO, ÍNDICE DE LA PÉRDIDA POTENCIAL DE NUTRIENTES:** una evaluación relativamente simple sobre la susceptibilidad que tienen los suelos de cultivos de producción de bioenergía a perder nutrientes en las aguas subterráneas y los caudales de agua, puede llevarse a cabo mediante la siguiente guía de evaluación visual del suelo de FAO para calcular el índice de la pérdida potencial de nutrientes (FAO, 2011). Esto implica la asignación de puntajes visuales para la textura y estructura del suelo, profundidad potencial y desarrollo de las raíces y, combinarlos con un ranking de puntajes para la cantidad y solubilidad de fertilizantes y productos nitrogenados que se aplican anualmente. Se evaluará si la tierra es susceptible a lixiviación (es decir, tierra delgada con poca o ninguna escorrentía) o escorrentía (es decir, tierra gentilmente ondulada u ondulada). El resultado es un puntaje numérico para el índice, un puntaje menor a 11 indica un alto potencial a perder nutrientes, 11-20 indica un potencial moderado y un puntaje sobre 20 indica un potencial bajo. Este procedimiento podría combinarse con una evaluación del nivel total de la calidad del agua en los caudales de las cuencas hidrológicas (es decir, sin atribución a factores específicos de causalidad), con el fin de determinar la importancia de la pérdida de nutrientes proveniente de la producción de materia prima bioenergética en estos caudales.

Como se mencionó anteriormente en la descripción de enfoques de modelos, las mejores prácticas de gestión agrícola pueden mitigar el riesgo de que el exceso de nitrógeno y fósforo alcance las masas de agua. Los indicadores de riesgo anteriores podrían, entonces, complementarse con una evaluación del punto hasta el cual se implementan tales prácticas.

Las series temporales que utilicen cualquiera de los enfoques anteriores permitirán la detección de las tendencias en las cargas de nutrientes mientras cambia la producción bioenergética en un área determinada. El análisis nacional podría basarse en los resultados generados por las cuencas hidrológicas más grandes del país, o aquellas que se identifican como las más vulnerables a la contaminación por nutrientes y/o plaguicidas.

### Utilización de indicadores de riesgo para la contaminación de agua por plaguicidas

Entre los indicadores del proyecto IRENA de la UE se encuentra un indicador sobre los niveles de plaguicidas en el agua. Este indicador determina los niveles de plaguicidas en el agua midiendo las tendencias anuales de las concentraciones ( $\mu\text{g/l}$ ) de compuestos plaguicidas seleccionados en aguas subterráneas y superficiales (indicador IRENA UE 30.2). Existen menos fuentes potenciales de plaguicidas que de

nitrógeno y fósforo en las masas de agua, y estas fuentes potenciales pueden reducirse aún más considerando únicamente a los principios activos que se utilizan para la producción de materia prima bioenergética en una región o cuenca hidrológica. En consecuencia, las observaciones de supervisión directa de las concentraciones de principios activos en las masas de agua podrían evaluarse en conjunto con las encuestas sobre el uso de plaguicidas en las cuencas hidrológicas para determinar el impacto de la producción de materia prima bioenergética en la contaminación del agua por plaguicidas o, con mediciones apropiadas de los caudales, en las cargas anuales de plaguicidas atribuibles a la producción de materia prima bioenergética. Del otro lado de la escala se describen indicadores de riesgo que se basan en modelos complejos que se describen en los documentos HAIR mencionados anteriormente.

Indicador de riesgo de contaminación por plaguicida de AgroEcoIndex: una opción intermedia con respecto a los indicadores IRENA y HAIR, en términos de practicabilidad y precisión, es el indicador de riesgo de contaminación por plaguicida del modelo AgroEcoIndex del INTA, el cual depende del índice de aplicación de plaguicidas, formulación, características (solubilidad, absorción, vida media), y toxicidad (INTA). El riesgo de contaminación, RC, se determina de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$RC = \frac{1000}{DL50} \left( \frac{K_{sp} + R + K_{oc} + T_{1/2}}{2} \right) \times \text{Dosis} \times \text{Área}$$

En esta fórmula, para cualquier plaguicida dado, DL50 es la dosis oral letal para los roedores de plaguicidas comerciales,  $K_{sp}$  es un índice de solubilidad en agua,  $R$  es la capacidad de recarga de agua de los suelos (infiltración),  $K_{oc}$  es el coeficiente de absorción de un suelo, y  $T_{1/2}$  es la vida media.

Una opción adicional para indicadores de riesgo de plaguicidas es el enfoque sueco descrito por Bergkvist (2005).

En la evaluación del riesgo de las cargas de plaguicidas en las masas de agua y sus impactos en la vida acuática (incluyendo a las evaluaciones mediante indicadores basados en modelos, indicadores de riesgo tales como los anteriores, o evaluaciones más cualitativas), es útil distinguir entre las diferentes categorías de plaguicidas en base a su toxicidad, persistencia (medidos a través de la vida media o el promedio de vida) y tipo (fungicida, insecticida, herbicida, etc). La persistencia de los plaguicidas es particularmente importante con respecto a su acumulación en el fondo de las masas de agua. Debido a que diferentes tipos de plaguicidas tienen efectos sobre diferentes grupos funcionales en el ecosistema, la observación de diferentes grupos de organismos funcionales (haciendo cuentas y comparándolas con la referencia) podría complementar a otros enfoques sobre medición de la contaminación por plaguicidas, incluyendo a análisis químicos más costosos. La utilización de indicadores biológicos consume tiempo y, en consecuencia, no es siempre menos costosa. Sin embargo, este enfoque aporta más visión dentro de la presión sobre el ecosistema acuático durante un período prolongado. Los análisis químicos de la capa hídrica brindan información únicamente sobre la presión en el corto plazo (los plaguicidas pueden detectarse químicamente sólo por un período corto de tiempo), mientras que el "signo de contaminación" puede detectarse por períodos más prolongados en los organismos.

### Monitoreo de las prácticas de gestión

Podría valorarse la obtención de información sobre las tendencias en el sentido de saber si ciertas prácticas y regulaciones de gestión que restringen el uso de ciertos agroquímicos se implementan. Por ejemplo, el porcentaje de área terrestre usada para la producción de materia prima bioenergética en donde no se usan plaguicidas o en donde se adhiere a las regulaciones sobre el uso de plaguicidas podría informar a los legisladores, en especial en las cuencas hidrológicas vulnerables o ecosistemas críticos, determinados a nivel nacional, y en la ausencia de análisis más sofisticados, tales como los modelos de cuencas hidrológicas o los enfoques sobre indicadores de riesgo detallados anteriormente.

6.2 Una medida clave de las cargas contaminantes en las masas de agua, es la DOB, la cual es atribuible a los efluentes de procesamiento de bioenergía y cargas contaminantes provenientes del total de los efluentes de procesamiento agrícola en la cuenca hidrológica. Este parámetro mide la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos en la descomposición de la materia orgánica en los cuerpos de agua. Además, mide la oxidación química de la materia inorgánica (es decir, la extracción de oxígeno del agua por medio de reacción química). La DOB proveniente de los efluentes descargados de las biorrefinerías y otras plantas de procesamiento agrícola, se medirá directamente en los puntos de descarga. Los métodos para hacerlo se describen, por ejemplo, en la evaluación y supervisión del agua de EPA EEUU. Con el fin de aportar información para la toma de decisiones a nivel nacional, estos datos podrían presentarse como gráfico, con desviaciones estándares de la contaminación por unidad de energía producida por las diferentes plantas de procesamiento del país. El efecto de estos contaminantes en la cuenca hidrológica puede evaluarse mediante el muestro de la calidad del agua en varios puntos de bajada del punto de descarga, véase Morrison et al., (2003). Las cargas contaminantes diarias o anuales provenientes de una planta de procesamiento pueden calcularse multiplicando las concentraciones contaminantes en sus efluentes por su índice de caudal de descarga. Las cargas diarias podrían compararse con cualquiera de los valores totales máximos establecidos de carga diaria. Un valor anual para estas cargas contaminantes en kg/año puede sumarse sobre todas las cuencas hidrológicas en un país para generar un total nacional. De manera alternativa la carga contaminante anual de cada cuenca hidrológica puede dividirse por el área de la cuenca hidrológica para generar un valor en kg/ha/año que pueda usarse para formar la cifra promedio nacional para todas las cuencas hidrológicas analizadas. El mismo enfoque podría aplicarse para la medición de la DOQ (la cual mide el equivalente de esa porción de la materia orgánica en una muestra que es susceptible a oxidación por un químico oxidante muy fuerte) y los nutrientes N y P.

Como se discutió anteriormente en la sección de Relación con los temas otras mediciones de contaminantes podrían ser adecuadas en un contexto determinado. En algunos casos, podría agregarse temperatura y pH a las mediciones de la calidad del agua descritas anteriormente. En los casos en donde las plantas de procesamiento descargan efluentes de agua salada, la conductividad eléctrica, medida usando un metro de simple conductividad, puede servir como un indicador útil de la salinidad, cuando se lo considera con

otros factores y cuando no aplica un origen geológico natural en términos de la fuente de las sales disueltas (Morrison et al., 2001). En el caso de las plantas de procesamiento cuyas descargas contienen altas cantidades de grasas y aceites, las concentraciones de grasa y aceite podrían también monitorearse como indicadores de contaminación.

### Limitaciones anticipadas:

6.1:

El enfoque metodológico descrito anteriormente indica un rango de opciones, cuya selección dependerá de los datos y los recursos disponibles. La extensión de los datos que se requieren para los enfoques más complejos basados en modelos, se menciona anteriormente. Por otro lado, en caso de que se elijan indicadores de riesgo más simples, debería tenerse en cuenta que tales cálculos no miden el efecto de la bioenergía en la calidad del agua como tal. La contaminación del agua es difícil de atribuir precisamente a la producción de bioenergía, ya que los fertilizantes y plaguicidas de N y P se utilizan a lo largo de la producción agrícola y el punto hasta el cual entran en el agua superficial depende de una amplia gama de variables adicionales (métodos y tiempos de aplicación, pendientes, distancias desde las masas de agua receptoras, etc). La presencia de nitratos en el agua superficial proviene principalmente de la aplicación agrícola, pero también de las descargas de las comunidades y de las industrias. Inexactitudes en el relevamiento de datos respecto a las aplicaciones de N y P añadirán incertidumbre en cada etapa del análisis. Asimismo, la variación en los balances de N como una función de las diferencias en las prácticas agrícolas genera varios tipos de desafíos metodológicos que incluyen:

- dificultad para determinar el nitrógeno residual en los suelos debido a los cultivos anteriores; y
- sensibilidad a las heterogeneidades de los datos (por ejemplo, composición y profundidad del suelo) y variabilidad (por ejemplo, variabilidad del clima interanual).

Como un ejemplo de la importancia del contexto, como se remarcó anteriormente, por medio de la aplicación de las mejores prácticas de gestión adaptadas a las propiedades del suelo y el cultivo de cultivos de energía perennes, se pueden obtener índices más bajos de contaminación con índices más altos de aplicación, que en, por ejemplo, sistemas de producción menos sostenibles. Los efectos de algunas de estas prácticas sobre las cargas contaminantes puede estimarse por medio de la herramienta descrita en Evans et al., (2003), pero a nivel nacional tal análisis sería desafiante. Además, algunos cultivos energéticos son capaces de remover metales pesados del suelo, un efecto probable que no se aborda en este indicador; puede ser parcialmente abordado a través de la medición del uso de la tierra contaminada para la producción de materia prima bioenergética para el Indicador 8 (Uso de la tierra y uso de la tierra relacionado con la producción de materia prima bioenergética). Debido a que existen muchos principios activos diferentes que se usan en los plaguicidas, será difícil llegar a una cifra consensuada nacional de las cargas contaminantes atribuibles al uso de plaguicidas y comparar los valores obtenidos a lo largo de diferentes prácticas y, analizar las tendencias a lo largo del tiempo.

6.2:

A pesar de que las concentraciones de contaminantes y otras características contaminantes (tales como DOB, DOQ,

temperatura, conductividad eléctrica y pH) de la descarga de efluentes son relativamente simples de medir, calcular la carga total anual de contaminantes relevantes en las masas de agua de la cuenca hidrológica requiere de más datos y modelos. Sin embargo, como se describió anteriormente, el análisis de las descargas de los efluentes y de la calidad del agua mediante muestras tomadas en diferentes puntos de interés del punto de descarga en la cuenca hidrológica cuesta abajo puede a menudo aportar una indicación suficiente del rol de contribución del procesamiento de materia prima bioenergética en la contaminación hídrica. En donde existen varias fuentes de puntos y no puntos en la cuenca hidrológica de los contaminantes presentes en la descarga proveniente de las plantas de procesamiento bioenergético, puede que se requiera de modelos detallados para atribuir las cargas contaminantes a la bioenergía.

### Sentido Práctico

#### Requerimiento de datos:

El requerimiento de datos detallados dependerá en el enfoque metodológico adoptado (así como la elección del enfoque metodológico dependerá de la disponibilidad de los datos). Véase la sección de enfoque metodológico arriba y las referencias para más detalles.

6.1: Cantidades totales de fertilizantes de N y P y plaguicidas aplicadas por hectárea para la producción agrícola total en la cuenca hidrológica. Además de las cantidades de N y P aplicadas como fertilizantes por hectárea, por año, la solubilidad de los fertilizantes aplicados es también información útil. Se requiere información suficiente sobre los plaguicidas que se aplican para activar el principio activo, la toxicidad, la vida media, el coeficiente de la solubilidad y la absorción del suelo a ser identificado. El tiempo y el método de aplicación de los fertilizantes y los plaguicidas también se requieren para algunos enfoques de modelo.

6.1: Datos sobre la proporción de fertilizantes aplicados en la cuenca hidrológica para la producción bioenergética. Estos datos pueden derivar del conocimiento de la fracción de producto agrícola usado como materia prima bioenergética, si la práctica agrícola es relativamente homogénea dentro de la cuenca hidrológica. Sería preferible para cumplir con los requisitos de estos datos utilizar datos de referencia geoespacial (recopilados por medio de encuestas de agricultores) sobre la aplicación de fertilizantes y plaguicidas, ya que algunos modelos derivan cargas diferentes de contaminantes a las masas de agua dependiendo de la conexión de la zona agrícola con el sistema hidrológico.

6.1: Además de los insumos de N y P por medio de la aplicación de fertilizantes, los datos sobre todos los otros insumos y productos significantes son un requisito para calcular los balances de N y de P (véase arriba).

6.1: Los requisitos de datos previos incluyen los índices de precipitaciones. Los modelos de cuencas hidrológicas también tienen a requerir otros datos del clima y del suelo y puede también requerir información sobre las prácticas agrícolas (incluyendo cualquier práctica de gestión adoptada para mitigar el riesgo de exceso de nutrientes que llegan a las masas de agua).

6.1: Las concentraciones totales de N, P y plaguicidas en los caudales de agua y masas de agua.

6.1: El cálculo del Índice de Evaluación Visual del Suelo sobre Pérdida Potencial de Nutrientes, requiere de puntajes del

Índice de Pérdida Potencial de Nutrientes para una muestra adecuada de tierra sometida a cultivo bioenergético. Esto requiere una evaluación visual del suelo y de la tierra además de los datos mencionados anteriormente sobre la aplicación de fertilizantes.

6.1 y 6.2: Área de la cuenca hidrológica.

6.2: Las concentraciones de contaminantes (incluyendo a la DOB y otras en tanto se requieran (véase la sección de enfoque metodológico arriba) de los efluentes provenientes del procesamiento de materia prima bioenergética y otras plantas de procesamiento agrícola y sus índices de flujo de descarga.

6.2: Las cantidades de bioenergía producidas en las plantas de procesamiento de materia prima bioenergética, deberían requerirse en valores por MJ.

6.1 y 6.2: Área de tierra empleada para la producción agrícola/de materia prima bioenergética (o toneladas de biomasa producida), deberían requerirse en valores por hectárea (o por tonelada) para su comparación.

Estos datos pueden recopilarse por medio de los cuerpos nacionales e internacionales tales como ministerios de agricultura, ministerios de medioambiente, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el Programa Ambiental de las UN y FAO. Las mediciones físicas, biológicas y químicas además de las entrevistas y encuestas en la cuenca hidrológica, campo o planta de procesamiento pueden realizarse como sea necesario.

### Fuentes de datos (nacionales e internacionales)

- AQUASTAT
  - Sistema informativo mundial de FAO sobre el agua y la agricultura

- GEMS-AGUA
  - Sistema informativo mundial de PNUMA sobre el agua y la agricultura

- NAWQA
  - Programa de los Estados Unidos sobre la evaluación de la calidad del agua

6.1:

- Cantidades típicas de fertilizantes y plaguicidas aplicadas en función del cultivo, tipo de suelo y condiciones agroclimáticas;
- encuesta geológica de los Estados Unidos, modelo SPARROW;
- mediciones anuales de la calidad del agua a nivel local,

6.2:

- Supervisión rutinaria de la contaminación de los efluentes descargados por cualquier planta industrial que depende de la regulación nacional aplicable.

### Vacíos de información conocidos:

6.1:

- Estadísticas a nivel agropecuario sobre las aplicaciones de fertilizantes y plaguicidas por los cultivos y los campos. Un muestro representativo de tales estadísticas en un área determinada puede bastar para el modelo por ancho de área de las cantidades de fertilizantes y plaguicidas aplicados.

- Modelos o mediciones adicionales, particularmente en el área de estimación de la proporción de fertilizante atribuible a la producción bioenergética.

- Incertidumbres asociadas con la medición y los modelos producto de múltiples sistemas agrícolas, industrias y de desechos en un paisaje y dentro de una cuenca hidrológica.

6.2:

- DOB continua y supervisión del índice de flujo de los efluentes provenientes de las plantas de procesamiento bioenergéticas.

### Procesos internacionales relevantes:

- AGUA ONU

- Principio 4 Bonsucro

- AQUASTAT

- Sistema informativo mundial de FAO sobre el agua y la agricultura

- GEMS-AGUA

- Sistema informativo mundial de PNUMA sobre el agua y la agricultura

- Centro de información sobre la calidad del agua del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) (Librería de Agricultura Nacional)

- Base de datos de USDA con información sobre la calidad del agua y las pericias

- Resolución del Comité de Derechos Humanos de la ONU sobre los Derechos Humanos y el acceso a agua bebibible segura y sanidad, A/HRC/15/L.1 (ONU, 2010).

- Indicadores UE IRENA sobre plaguicidas en el suelo y el agua:

- Indicador UE IRENA 18.1

- Indicador UE IRENA 20

- Indicador UE IRENA 30.1

- Indicador UE IRENA 30.2

### Referencias:

• Akerblom, N. 2004. *Agricultural pesticide toxicity to aquatic organisms – a literature review. Rapport 2004:16. Department of Environmental Assessment, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.*

• Antweiler, R.C., Goolsby, D.A. and Taylor, H.E. 1995. *Nutrients in the Mississippi River. In Contaminants in the Mississippi River U.S. Geological Survey Circular 1133 Reston, Virginia. Edited by Robert H. Meade*

• Atadashi, I.M., Aroua, M.K., Abdul Aziz, A.R., Sulaiman, N.M.N. 2011. *Refining technologies for the purification of crude biodiesel. Applied Energy 88:4239-4251.*

• Aulenbach, B.T. 2006. *Annual dissolved nitrite plus nitrate and total phosphorus loads for Susquehanna, St. Lawrence, Mississippi-Atchafalaya, and Columbia River Basins, 1968- 2004. USGS Open File Report 06-1087. <http://pubs.usgs.gov/of/2006/1087/>*

• Bell, F.G. 1998. *Environmental geology: principles and practice. Blackwell.*

• Bergkvist, P. 2005. *Pesticide Risk Indicators at National Level and Farm Level – A Swedish Approach. PM 6/04, Swedish Chemicals Inspectorate, Jonköping, Sweden.*

• Bonnet, J.F., Lorne, D. 2009. *Water and Biofuels in 2030. Water impacts of French biofuel development at the 2030 time horizon. Le Club d'Ingénierie Prospective Energie et Environnement, Issue 19*

• Bouraoui, F. 2003. *Predicting Nutrient Loads in Two European Catchments. Diffuse Pollution Conference Dublin 2003 10C GIS: 10-48*

• Committee on Water Implications of Biofuels Production in the United States. 2008. *Water Implications of Biofuels Production in the United States.*

States 2008. <http://www.nap.edu/catalog/12039.html>

- Defra. 2010. Soil Nutrient Balances: 2010 update. Defra Agricultural Change and Environment Observatory Research Report No. 23
- Department of Industrial Works and GTZ. Environmental Management Guideline for the Palm Oil Industry. Thailand. PN 2000.2266.5-001.00. Septiembre
- US EPA. 2008. Handbook for developing watershed plans to restore and protect our waters. Chapter 8: Estimate Pollutant Loads. United States Environmental Protection Agency. Marzo
- Evans, B., Lehnig, D.W., Borisova, T., Corradini, K.J., and Sheeder, S.A. 2003. A Generic Tool for Evaluating the Utility of Selected Pollution Mitigation Strategies within a Watershed. Diffuse Pollution Conference, Dublin 2003. 10A GIS
- Evans, C.D., Jenkins, A. and R.F. Wright. 2000. Surface water acidification in the South Pennines I. Current status and spatial variability. *Environ. Pollut.* 109(1):11-20.
- Evans, S. and Miller, T. 2009. Watershed Based Plan. Clarks Run Watershed. Boyle County, Kentucky. Prepared for Kentucky Division of Water 200 Fair Oaks Lane Frankfort, KY 40601 Noviembre 2
- FAO. 1996. Control of water pollution from agriculture - FAO irrigation and drainage paper 55, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma., Italia.
- FAO. 2011. Visual Soil Assessment. Field Guides, Maize: Part 2. Visual indicators of environmental performance under cropping: A guide. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma., Italia
- FOCUS. 1995. Leaching Models and EU Registration. EC Document 4952/VI/95, 124pp.
- FOCUS, 1996. Soil Persistence Models and EU Registration. EC Document 7617/VI/96, 77pp.
- FOCUS. 1997. Surface Water Models and EU Registration of Plant Protection Products. EC Document 6476/VI/97, 231pp.
- FOCUS. 2000. FOCUS groundwater scenarios in the EU review of active substances. Report of the FOCUS Groundwater Scenarios Workgroup. EC Document Sanco/321/2000 rev.2, 202pp.
- Galloway, J. and Cowling, E. 2002. Reactive nitrogen and the world: 200 years of change. *Ambio* 31:64-71.
- Goolsby, D.A. et al. 1999. Flux and sources of nutrients in the Mississippi-Atchafalaya River Basin. Topic 3 report for the integrated assessment on hypoxia in the Gulf of Mexico. NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series No. 17.
- Heinz Center. 2005. The state of the nation's ecosystems: Measuring the lands, waters, and living resources of the United States. New York, NY: Cambridge University Press.
- Inoue T. et al. 2003. Estimation Of Organic Pollutant And Nutrient Loadings in a Rural River. Diffuse Pollution Conference Dublin 2003 5A Forestry 5-19
- Johnes, P.J. 1995. Evaluation and management of the impact of land use change on the nitrogen and phosphorus load delivered to surface waters: the export coefficient modelling approach. *Journal of Hydrology* 183(1996):323-349
- van der Linden, T., Tiktak, A., Boesten, Jos., Vanclooster, M. 2007. Harmonised environmental Indicators for pesticide Risk: Groundwater indicators. European Commission. SSPE-CT-2003-501997
- Matsui, Y. et al. 2003. Effect of uncertainties in agricultural working schedules and Monte-Carlo evaluation of the model input in basin-scale runoff model analysis of herbicides. Diffuse Pollution Conference Dublin 2003 10D GIS
- McRae, T., Smith, C.A.C., Gregorich, L.J. (ed.). 2000. Environmental Sustainability of Canadian Agriculture: Report of the Agri-Environmental Indicator Project. Agriculture and Agri-Food Canada. Ottawa, ON.
- Moore L. W. et al. 1988. Agricultural Runoff Modeling in a Small West Tennessee Watershed. Water Pollution Control Federation. Vol. 60, No. 2 (Feb. 1988), pp. 242-249
- Morrison, G., Fatoki, O.S., Persson, L. and Ekberg, A. 2003. Assessment of the impact of point source pollution from the Keiskammahoek Sewage Treatment Plant on the Keiskamma River – pH, electrical conductivity, oxygen-demanding substance (COD) and nutrients. *Water SA* 27(4). Octubre.
- OECD. 2007a. Gross Nitrogen Balances Handbook. OECD and Eurostat.
- OECD. 2007b. Gross Phosphorus Balances Handbook. OECD and Eurostat.
- OECD. 2008. Environmental Performance of Agriculture in OECD

- countries since 1990. Paris, France.
- Rabalais, N.N. and Turner R.E. 2001. Coastal hypoxia: Consequences for living resources and ecosystems. *Coastal and estuarine studies* 58. Washington, DC: American Geophysical Union.
- Rupani, P.F., Pratap Singh, R., Hakimi Ibrahim, M. and Esa, N. 2010. Review of Current Palm Oil Mill Effluent (POME) Treatment Methods: Vermicomposting as a Sustainable Practice. *World Applied Sciences Journal* 11 (1): 70-81.
- Schilling, C. Modelling Activities For Comprehensive Water And Nutrient Balances For Two Austrian Case Study Regions. Diffuse Pollution Conference Dublin 2003 10B GIS:10-29
- Skinner, J.A., Lewis, K.A., Bardon, K.S., Tucker, P., Catt, J.A. and Chambers B.J. 1997. An overview of the environmental impact of agriculture in the UK. *Journal of Environmental Management* 50:111-128
- Smith, S.V. et al. 2003. Humans, hydrology, and the distribution of inorganic nutrient loading to the ocean. *BioScience* 53:235-245.
- Strassmeyer, J., Gutsche, V., Brown, C., Liess, M., Schriever, C. 2007. HARmonised environmental Indicators for pesticide Risk: Aquatic indicators. European Commission. SSPE-CT-2003-501997. 2. UN. 2010. Human Rights Council Resolution on Human Rights and Access to Safe Drinking Water and Sanitation, A/HRC/15/L.1. 24 Septiembre 2010.
- USGS. 2007. Data provided to ERG (a US EPA contractor) by Nancy Baker, USGS. Septiembre 12, 2007.
- Wu, T.Y., Mohammad, A.W., Jahim, J.M., Anuar, N. 2010. Pollution control technologies for the treatment of palm oil mill effluent (POME) through end-of-pipe processes. *Journal of Environmental Management* 91(7): 1467-1490. Julio.

## Fuentes electrónicas:

- AQUASTAT. [www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm). [Consulta: noviembre 2011].
- Bonsucro principle 4. [http://www.bonsucro.com/standard/bio\\_diversity\\_eco\\_systems.html](http://www.bonsucro.com/standard/bio_diversity_eco_systems.html). [Consulta: noviembre 2011].
- EEA nitrogen balance. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/agriculture-nitrogen-balance> [Consulta: noviembre 2011].
- EU IRENA indicator 20. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agri\\_environmental\\_indicators/documents/IRENA%20IFS%2020%20-%20Pesticide%20soil%20contamination\\_FINAL.pdf](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agri_environmental_indicators/documents/IRENA%20IFS%2020%20-%20Pesticide%20soil%20contamination_FINAL.pdf) [Consulta: noviembre 2011].
- EU IRENA indicator 18.1. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agri\\_environmental\\_indicators/documents/IRENA%20IFS%2018.1%20-%20Gross%20nitrogen%20balance\\_FINAL.pdf](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agri_environmental_indicators/documents/IRENA%20IFS%2018.1%20-%20Gross%20nitrogen%20balance_FINAL.pdf). [Consulta: noviembre 2011].
- EU IRENA indicator 30.1. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agri\\_environmental\\_indicators/documents/IRENA%20IFS%2030%201%20-%20Nitrates%20in%20water\\_FINAL.pdf](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agri_environmental_indicators/documents/IRENA%20IFS%2030%201%20-%20Nitrates%20in%20water_FINAL.pdf). [Consulta: noviembre 2011].
- EU IRENA indicator 30.2. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agri\\_environmental\\_indicators/documents/IRENA%20IFS%2030.2%20-%20Pesticides%20in%20water\\_FINAL.pdf](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agri_environmental_indicators/documents/IRENA%20IFS%2030.2%20-%20Pesticides%20in%20water_FINAL.pdf). [Consulta: noviembre 2011].
- GEMS Water. [www.gemswater.org](http://www.gemswater.org). [Consulta: noviembre 2011].
- HAIR 2010. <http://www.hair.pesticidemodels.eu/home.shtml> [Consulta: noviembre 2011].
- INTA. <http://www.inta.gov.ar/anguil/info/agrocoindex.htm> [Consulta: noviembre 2011].
- NAWQA. U.S. water quality assessment program. <http://water.usgs.gov/nawqa/> [Consulta: noviembre 2011].
- RIVM. <http://www.rivm.nl/rvs/risbeoor/Modellen/HAIR.jsp> [Consulta: noviembre 2011].
- UN Water. <http://www.unwater.org/> [Consulta: noviembre 2011].
- US EPA water monitoring & assessment <http://water.epa.gov/type/rs/monitoring/vms52.cfm> [Consulta: noviembre 2011].
- U.S. Geological Survey SPARROW model. <http://water.usgs.gov/nawqa/sparrow/> [Consulta: noviembre 2011]. WATERSHEDSS. <http://www.water.ncsu.edu/watersheds/> [Consulta: noviembre 2011].

## Indicador 7

### Diversidad biológica en el paisaje natural

#### Descripción

(7.1) Área y porcentaje de las áreas reconocidas nacionalmente como de alto valor de biodiversidad o ecosistemas críticos convertidos a producción de bioenergía;

(7.2) Área y porcentaje de tierra usada para la producción de bioenergía donde se cultivan especies invasoras reconocidas nacionalmente, por categoría de riesgo;

(7.3) Área y porcentaje de tierra usada para la producción de bioenergía donde se usan métodos de conservación reconocidos nacionalmente.

#### Unidad(es) de medición:

Áreas absolutas en hectáreas o km<sup>2</sup> para cada componente y para el área total usada para la producción bioenergética. Los porcentajes del área de producción bioenergética pueden calcularse de estos, y darse a conocer por separado para cada categoría relevante (es decir, diferentes áreas de prioridad para 7.1 y métodos específicos para 7.3) o como un total combinado a lo largo de tales categorías.

#### Relevancia

##### Aplicación del indicador:

1. y 7.3 se aplican a la producción bioenergética y a todas las materias primas bioenergéticas.

2. Es aplicable a la producción bioenergética proveniente de esas materias primas que se conocen como potencialmente invasoras, tales como *Amelanchier canadensis* (Serviceberry), *Artocarpus communis* y *A. altilis* (Árbol del pan), *Arundo donax* (Caña común/hierba de elefante), *Azadirachta indica* (Neem), *Brassica napus* (Semilla de colza/canola), *Camelina sativa* (Lino falso), *Cocos nucifera* (coco), *Crataegus* spp. (Majuelo), *Diospyros virginiana* (Caqui), *Elaeis guineensis* (Aceite de palma africano), *Gleditsia triacanthos* (Robinia de la miel), *Jatropha curcas* (Jatrofa) y otros (véase lista de especies invasoras en diferentes regiones disponible en GISP (2008) (se citan más fuentes en "datos disponibles").

##### Relación con los temas:

El presente indicador se encuentra principalmente relacionado con el tema de la diversidad biológica. La producción bioenergética puede presentar varios riesgos diferentes en la diversidad biológica. La conversión de la tierra dentro de las áreas reconocidas a nivel nacional como importantes para la biodiversidad y los ecosistemas críticos para la producción de materia prima bioenergética puede producir efectos negativos en la biodiversidad. Otro riesgo es la posibilidad que tienen algunas especies que se cultivaron como materias primas bioenergéticas, de volverse invasoras y desplazar o afectar de manera desfavorable a las especies nativas. Algunas prácticas de gestión forestal y agrícola involucradas en la producción de materia prima bioenergética pueden tener efectos desfavorables en la biodiversidad, desde la mortalidad directa de los invertebrados y sus depredadores a causa del uso de plaguicidas hasta la disminución

de los recursos disponibles para polinizadores y la represión de la fauna del suelo, aunque otros pueden limitar los efectos desfavorables y pueden tener efectos positivos en la biodiversidad.

La identificación y la supervisión de las áreas convertidas para la producción bioenergética y con especies potencialmente invasoras usadas como materias primas bioenergéticas son las primeras etapas hacia la prevención de la pérdida de la biodiversidad. El empleo de métodos de conservación reconocidos a nivel nacional (destinados a limitar los efectos desfavorables en la biodiversidad provenientes de la agricultura y la silvicultura) tanto en las áreas de producción de biocombustible como en las áreas que la rodean puede ayudar a reducir los efectos negativos y a fomentar los positivos, de la biodiversidad, con relación al cultivo de materias primas para biocombustibles.

Los tres componentes del presente indicador engloban al área de conversión, al cultivo de especies invasoras reconocidas a nivel nacional y a la aplicación de métodos de conservación reconocidos a nivel nacional y, en consecuencia, encierran un conjunto de efectos potencialmente negativos y positivos de la producción bioenergética sobre la diversidad biológica.

El indicador, además aportará información para los temas de cambio en el uso de la tierra, incluyendo a los efectos indirectos, capacidad productiva de la tierra y los ecosistemas, disponibilidad del agua, eficiencia de uso y calidad, además de Salud y seguridad humanas, y desarrollo económico.

##### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

El mantenimiento de los servicios de la diversidad biológica y los ecosistemas es crucial para alcanzar un desarrollo sostenible. Esto se refleja en los Objetivos de Desarrollo del Milenio así como también en los resultados de la iniciativa La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB, por sus siglas en inglés). La producción bioenergética puede afectar de manera desfavorable a la diversidad biológica y, en consecuencia, interferir el desarrollo de un modo sostenible. El Convenio sobre la Diversidad Biológica reconoció estas asociaciones en la decisión X/37 Biocombustibles y Biodiversidad de su Conferencia de las Partes (COP 10, 2010), en la cual "se invita a las partes a (a) Elaborar inventarios nacionales a fin de identificar zonas de alto valor en diversidad biológica, ecosistemas críticos, y zonas importantes para las comunidades indígenas y locales; y b) Evaluar e identificar zonas y, donde proceda, ecosistemas que podrían utilizarse en la producción de biocombustibles o que podrían excluirse de la producción de biocombustibles; con el fin de asistir a los legisladores a la hora de aplicar medidas de conservación adecuadas y de identificar las áreas que se considerarán inapropiadas para la producción de materia prima de biocombustibles para fomentar los efectos positivos y evitar los efectos negativos o minimizarlos de la producción y uso de biocombustibles en la biodiversidad.

Asimismo, la diversidad biológica cumple un rol fundamental en la producción agrícola sostenible, es por eso que minimizar los efectos desfavorables en la biodiversidad es también importante para asegurarnos de que la producción de bioenergía, sea en sí misma, sostenible.

7.1: El cambio en el uso de la tierra, incluyendo a la deforestación, es una causa importante de la pérdida de diversi-

dad biológica y, en la mayoría de los casos se relaciona con la expansión de la agricultura. Se espera que las áreas agrícolas se expandan aún más en el futuro como respuesta a la demanda mundial de alimentos que va en aumento, y el cultivo de materias primas bioenergéticas representa una demanda adicional de tierra apropiada para la agricultura.

Debido a que la biodiversidad está distribuida de manera desigual en el espacio, los efectos en la biodiversidad a causa de la conversión de la tierra dependen del lugar en donde se lleve a cabo esa conversión. Las conversión de áreas con alto valor de biodiversidad o ecosistemas críticos pueden tener efectos negativos significativos sobre las especies y los ecosistemas, incluso a través de la fragmentación y el cambio en el paisaje. La evaluación de los índices de conversión anual de las áreas con importancia de alta diversidad y de ecosistemas críticos debido a la producción de materia prima bioenergética puede aportar información para el desarrollo e implementación de políticas a nivel nacional.

7.2: Las especies invasoras pueden amenazar a la biodiversidad, la seguridad alimentaria, la salud humana, el comercio, el desarrollo de la economía y el transporte. A nivel mundial, presentan una gran amenaza para la biodiversidad, y en ciertos ecosistemas (notablemente en islas), representan la mayor amenaza a la biodiversidad (Biodiversity Indicators Partnership 2010) [Asociación de Indicadores de Biodiversidad] Existen pruebas de que la magnitud de esta amenaza va en aumento a nivel mundial (Hulme, 2009).

Las especies exóticas invasoras alteran los procesos del ecosistema (Raizada et al., 2008), disminuyen la abundancia de especies nativas y enriquecen por medio de la competición, la depredación, la hibridación y los efectos indirectos (Blackburn et al., 2004; Gaertner et al., 2009), cambian la estructura de la comunidad (Hejda et al., 2009) y alteran la genética de la diversidad (Ellstrand & Schierenbeck, 2000). (Fragmento de McGeoch et al., 2009; véase referencias).

El costo total anual mundial de daño como consecuencia de las especies invasoras se estimó en US\$ 1,4 millón de billones por año (alrededor de 5% del PBI, Pimentel et al., 2001), indicando una estimación para el efecto significativo en el desarrollo económico.

El Programa Mundial sobre Especies Invasoras informa que los Biocombustibles corren el riesgo de volverse especies invasoras. Los cultivos de biocombustibles y el uso de especies no nativas: la mitigación del riesgo de invasión (GISP, 2008) afirma que "algunas de las especies más comúnmente recomendadas para la producción de biocombustible, en especial para el biodiésel, son también especies exóticas invasoras importantes en muchas partes del mundo".

Algunas de estas especies se distribuyen por medio de las aves, mamíferos pequeños y otros animales, haciendo que su control sea difícil o imposible, con efectos en aumento a lo largo del tiempo y la producción a largo plazo con tendencias a pérdidas financieras más que a ganancias. Para un resumen conciso sobre el tema de las especies exóticas invasoras en el contexto bioenergético, véase UNEP Bioenergy Issue Paper No. 3. [Paper N° del PNUMA sobre el tema de la bioenergía]. 40

Este componente del indicador aportará una indicación de la escala de riesgo presentada usando a las especies exóticas invasoras como materias primas bioenergéticas. Debido a que las especies exóticas invasoras pueden causar daño medioambiental transfronterizo, el presente indicador podría ayudar también a evaluar el riesgo de tal

daño como resultado del comercio de las materias primas bioenergéticas. Para cada especie cultivada como materia prima bioenergética y conocida como (potencialmente) invasora, el área en la cual se cultiva aporta una evaluación de su efecto potencial sobre la biodiversidad, el área total en donde tales especies se encuentran cultivadas indica el potencial general para un efecto desfavorable sobre la biodiversidad desde este aspecto de la producción bioenergética; mientras más grande sea el área que cubren, más grande será el riesgo potencial.

7.3: Las prácticas de cultivo, gestión y cosecha específicas pueden reducir el efecto negativo y fomentar el positivo en la biodiversidad dentro y alrededor de los sitios de producción de materia prima (por ejemplo, Buck et al., 2004, Scherr y McNeely, 2008) y pueden, en consecuencia, considerarse una contribución importante para la producción bioenergética sostenible. Existen métodos de conservación en la actualidad, o se encuentran en desarrollo para varios cultivos diferentes, paisajes y contextos nacionales (por ejemplo, Bennett y Mulongoy, 2006, por ejemplo, Perrow y Davy, 2008a y 2008b). Estos métodos van desde aquellos relacionados con las prácticas de cultivo (por ejemplo, gestión integrada de nutrientes sin labranza) hasta aquellas que se concentran en el paisaje agrícola más amplio (por ejemplo, manutención de los corredores y zonas de amortiguación). Estas y otras medidas pueden implementarse por productores individuales y/o fomentarse de manera explícita por las políticas de gobierno.

Una lista indicadora de tales medidas que puede utilizarse para ayudar a conservar la biodiversidad dentro y alrededor de las áreas de producción de biocombustibles se incluye en el Enfoque metodológico. Es probable que los efectos negativos sobre la biodiversidad disminuyan con una proporción en aumento del área de producción total en la cual se emplean tales medidas.

Este componente del indicador refleja:

- el conocimiento del productor y, su voluntad de abordar los asuntos sobre la biodiversidad;
- las políticas en el lugar; y
- la magnitud de las reducciones probables en los efectos negativos sobre la biodiversidad por parte de la producción bioenergética.

La evaluación directa de la magnitud de los efectos positivos o negativos de la producción bioenergética, empleando o no empleando medidas a fin con la biodiversidad requeriría de una supervisión intensa de las tendencias en las poblaciones de las especies y en la condición del ecosistema utilizando diseños de muestreos cuidadosos.

### Comparación con otras fuentes de energía:

7.1: Podrían realizarse comparaciones con áreas de conversión para, o efecto indirecto de, extracción y procesamiento de fuentes de energía fósil en áreas con biodiversidad de gran importancia y ecosistemas críticos (mediciones: ha/año convertido para la producción de combustible fósil). Los efectos sobre la biodiversidad relacionados con el uso de la tierra pueden surgir también de las opciones de energía tales como energías fotovoltaicas con base en la tierra (PV), energía solar de concentración (CSP, por sus siglas en inglés),

áreas inundadas como consecuencia de la energía hidroeléctrica, y efectos de las instalaciones eólicas próximas a la costa o alejadas de la costa. Para el caso de la energía nuclear, podría considerarse el uso de la tierra para las instalaciones de conversión, almacenamiento, y reposición final y sus infraestructuras respectivas (medición ha/año convertida para la producción de energía no fósil).

7.2: Puede ser posible calcular el costo de la sociedad debido a las especies exóticas invasoras, que podrían contribuir de manera probable a una comparación de los impactos netos (monetizables) de la producción bioenergética con aquellas de combustibles fósiles y producción de energía alternativa).

7.3: Podría compararse con el empleo de medidas análogas dentro y alrededor de los sitios de extracción y procesamiento para combustibles fósiles, así como también dentro y alrededor de los sitios de producción para otros tipos de energía renovable. En los casos de falta de información sobre la implementación de métodos de conservación reconocidos a nivel nacional, los países podrían considerar el valor relativo de adquirir tal información, y pueden decidir evaluar la cobertura de tales métodos en las políticas de gobierno y/o en los estándares de sostenibilidad de las compañías.

Es también de probable interés la comparación de los tres componentes con las mismas evaluaciones para otros tipos de agricultura.

### Base científica

#### Enfoque metodológico:

7.1: Información espacial sobre áreas reconocidas a nivel nacional como áreas con una diversidad de alta importancia o ecosistemas críticos deberían formar parte de la base del presente indicador. De manera ideal, debería monitorearse a esas áreas anualmente con el fin de detectar cualquier conversión (pero la supervisión menos frecuente puede ser más factible). En el caso de los cultivos de biocombustibles, la conversión ocurre cuando la tierra que no se empleó para la agricultura o para pastoreo se convierte en tierra agrícola utilizada para el cultivo bioenergético. En la silvicultura, la conversión puede realizarse de ecosistemas naturales a plantaciones forestales o de bosques no gestionados a bosques gestionados para la producción bioenergética. La última es mucho más difícil de detectar y también tienen diferentes implicaciones para la biodiversidad. Si se detecta la conversión, se necesita información sobre el propósito para el cual se realizó la conversión y sobre si existe una relación causal directa entre la conversión y la expansión de la producción de materia prima bioenergética en la región.

Si tal supervisión no es posible, los informes de los productores sobre la ubicación y extensión de las áreas convertidas para la producción de materia prima bioenergética pueden compararse con la información espacial sobre las áreas con diversidad de alta importancia y ecosistemas críticos. Los países pueden tener el deseo de establecer una base de datos nacional que incluya a todas las áreas identificadas por medio de enfoques mundiales, regionales o nacionales que sean nacionalmente aceptadas como áreas con diversidad de alta importancia y ecosistemas críticos para facilitar esto. La claridad en las definiciones que usan los gobiernos para identificar áreas con diversidad de alta importancia o

ecosistemas críticos nacionalmente reconocidas es un punto de partida importante para el análisis. Cuando se identifican nuevas áreas, o se revisan los límites de áreas ya existentes, la base de datos actualizada debería usarse como punto de partida.

7.2: Los datos se recopilarán a nivel nacional por medio de encuestas sobre las prácticas agrícolas. Los países pueden desear presentar los datos como hectáreas de cultivo por especie o totales por categoría de riesgo (por ejemplo, X hectáreas plantadas con especies en categoría de riesgo 3). La categoría de riesgo se puede desarrollar aplicando el siguiente proceso de evaluación:

1. Lista de las especies usadas para la producción de biocombustible y área que cubren.
2. Chequeo de las fuentes de información enumeradas bajo el nombre "fuentes de datos" (data sources) para identificar la probabilidad de invasión de cada especie.
3. En caso de no haber información sobre la probabilidad de invasión, se realiza una evaluación de acuerdo con Evaluación de Riesgo de Malezas (WRA, por sus siglas en inglés), utilizando el cuestionario WRA y la hoja de puntaje de WRA (reemplazando "riesgo bajo", "riesgo medio" y "riesgo alto" por "aceptar", "evaluar" y "rechazar").
4. Si se sabe que las especies son invasoras o tienen un riesgo medio o algo para ser invasoras de acuerdo con los resultados de la WRA, revisar la información existente sobre los efectos en la biodiversidad en el país y en países adyacentes (por ejemplo, chequeando las bases de datos enumeradas, realizando búsquedas online), y controlando con departamentos del gobierno e instituciones de investigación a nivel país.
5. En base a estas revisiones, las especies podrían clasificarse de la siguiente manera:

La especie es conocida como invasora o tiene potencial para serlo,...

- ...pero no existe información sobre los efectos en la biodiversidad del país focal, países contiguos o cualquier otro país = categoría 1
- ...y los efectos en la biodiversidad se informan desde otros países pero no del país focal o los países contiguos = categoría 2 (debería hacerse referencia a las fuentes de información)
- ...y los efectos en la biodiversidad se informan desde otros países pero no del país focal o los países contiguos = categoría 2 (debería hacerse referencia a las fuentes de información)

Luego de estas evaluaciones, el indicador puede presentarse como hectáreas de cultivo por especie o total por categoría de riesgo).

7.3: Los datos se recopilarán a nivel nacional por medio de encuestas sobre las prácticas agrícolas. Se les puede solicitar a los productores de bioenergía que aporten información sobre sus métodos de conservación reconocidos a nivel nacional con relación a las áreas de producción de materia prima bioenergética. Debería incluir información del tamaño del área en la cual estos métodos de conservación se implementan y el tipo de método. Los métodos de conservación relevantes pueden incluir lo siguiente:

- agricultura con poca o ninguna labranza;
- gestión integrada de plaguicidas;

- gestión integrada de plaguicidas;
- mantenimiento o mejoramiento de la agrobiodiversidad;
- agrosilvicultura/cultivo intercalado, y cosecha de bajo impacto;
- gestión forestal de bajo impacto y cosecha de madera;
- mantenimiento y/o mejora de los pasillos ecológicos y/o zonas de amortiguación;
- restauración o conservación de áreas dentro y alrededor de las áreas de producción para la biodiversidad y los ecosistemas;
- poblaciones de supervisión de buque insignia y/o especies de indicación;
- otros métodos reconocidos a nivel nacional.

Los países pueden tener el deseo de compilar una base de datos que incluya los datos espaciales sobre los cuales se hayan implementado las medidas. Dicha base de datos no sólo aportará información sobre las evaluaciones de la sostenibilidad de la producción bioenergética, sino que además podría apoyar el plan de conservación nacional. Un ejemplo de tal encuesta es El Censo de Agricultura de USDA que brinda supervisión esencial de las prácticas de conservación en el sector agrícola de los Estados Unidos.

### Limitaciones anticipadas:

La información necesaria puede ser difícil de obtener de la tierra que se encuentra bajo ciertos arreglos de propiedad, tales como las tierras privadas.

Como sucede con otros indicadores puede ser difícil distinguir áreas empleadas para la producción bioenergética de áreas en donde se cultiva lo mismo pero para otros propósitos. La rotación de los cultivos también puede ser difícil de identificar en donde es necesario monitorear las tendencias y atribuir los patrones emergentes a la producción de materia prima bioenergética.

#### 7.1:

- Algunas áreas con biodiversidad de alta importancia o ecosistemas críticos pueden no ser identificadas y entonces su posible conversión para la producción de materia prima bioenergética podría pasar inadvertida.
- Tendrá que establecerse una relación sólida causal entre las áreas de conversión con biodiversidad de alta importancia y ecosistemas de importancia nacional y producción de materia prima bioenergética. La diferenciación entre la conversión de la tierra para el cultivo agrícola con relación a la producción de alimentos y de cultivos utilizados para la producción de bioenergía puede ser difícil y, en algunos casos, la tierra se usa para múltiples propósitos incluyendo a la producción de materia prima bioenergética. Si el cultivo recientemente establecido no es un cultivo bioenergético, puede sin embargo (o puede que no) indicar un cambio indirecto en el uso de la tierra para la producción bioenergética en otro lugar (véase Indicador 8, Uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra relacionado con la producción bioenergética).
- La recolección de datos tiende a valerse de la información que proporcionaron los productores a sus gobiernos nacionales u otras entidades de recolección de datos sobre los cultivos que están cultivando en las tierras convertidas incluyendo el propósito por el cual están cultivando. A los pequeños agricultores y los agricultores de áreas remotas les puede resultar difícil aportar información.

7.2: Debido a que no existen dificultades anticipadas para medir el número de especies exóticas invasoras usadas para

la producción bioenergética ni el área que éstas cubren dentro de un país (aparte de, quizás, los ensayos de campo que realizan las firmas privadas), esta medida se propuso precisamente porque actualmente no existe información adecuada en muchos países sobre las tendencias de las especies exóticas invasoras (es decir, si estas especies se siguen aún expandiendo o si se encontraron maneras de detener su expansión o reducir a las poblaciones).

La información sobre los efectos en la biodiversidad a causa de las especies exóticas invasoras individuales usadas en la producción bioenergética puede estar incompleta. Es difícil rastrear el origen de los cambios a un solo conductor, por ejemplo, un cultivo bioenergético invasor que se está expandiendo. Ese es el motivo por el cual anteriormente se sugirió un sistema de clasificación muy simple.

7.3: El mapeo de las áreas en donde se están implementando métodos de conservación puede llevar mucho tiempo y puede no ser realista para las circunstancias de algunos países. Sin embargo, mientras que tal información espacial es útil para comprender cómo se relacionan estos métodos de conservación con los planes para el uso de la tierra y, contribuyen a las medidas de conservación de la amplitud del país, el indicador también es aplicable sin información espacial.

Ninguno de los componentes del indicador aborda directamente las tendencias y los cambios en la abundancia de las especies que pueden resultar de la bioenergía. Cuando haya interés en especies particulares, las mismas deberán abordarse con estudios destinados únicamente a ellas. Los enfoques que abordan un conjunto más amplio de tendencias de especies se desarrollaron en otros contextos, por ejemplo, los revisados por Croezen et al (2011), pero tienden a depender mucho de los datos y a requerir de la aplicación de enfoques de modelo sofisticados.

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

##### 7.1:

- Una lista y mapas precisos de las áreas (a la escala más alta resuelta posible) con alta importancia en la biodiversidad, actualizados en tanto aparecen nuevas áreas;
  - una lista y mapas precisos de los ecosistemas críticos, actualizados en tanto aparecen nuevas áreas; la supervisión anual de datos sobre los índices de conversión de esas áreas, incluyendo a la información de los cultivos recientemente establecidos; o mapas a nivel nacional mostrando la conversión para cultivos bioenergéticos, que pueden estar superpuestos con áreas con diversidad de alta importancia y ecosistemas de importancia nacional para evaluar el efecto.
- Estos datos pueden recopilarse mediante teleobservación, fotografía aérea y encuestas de campo, o entrevistas y encuestas, o una combinación de métodos, a nivel nacional, regional o natural y agro-ecosistémico.

##### 7.2:

- Listado de las especies usadas como materias primas bioenergéticas en el país en cuestión y tamaño del área en la cual se cultivan;
- información sobre cuáles de estas especies se reconocen a nivel nacional como invasoras;
- visión general y síntesis de la información disponible sobre el efecto de estas especies en la biodiversidad.

Estos datos pueden reunirse mediante la recopilación de datos (existentes) a nivel nacional, por medio de entrevistas y encuestas, y/o por medio de la revisión de las publicaciones sobre los efectos en la biodiversidad y la clasificación de los efectos de las especies conocidas como invasoras o que se consideran como potencialmente invasoras (como se describió en el enfoque metodológico).

Estudios locales sobre los efectos en la biodiversidad de las especies invasoras usadas en la producción bioenergética podrían ayudar a evaluar el indicador pero no son un pre-requisito para medirlo.

7.3:

- Debería elegirse un conjunto de medidas de acuerdo con las circunstancias con consenso nacional para proteger la biodiversidad (véase la lista de ejemplo bajo el título “enfoque metodológico”). Por medio de las actividades de desarrollo e investigación se pueden concebir nuevos métodos;
- número y tamaño de las áreas de producción;
- información sobre qué métodos de conservación se emplean y tamaño del área en la cual se emplean e información por área de producción.

Estos datos pueden reunirse mediante la recopilación de datos (existentes) a nivel nacional, por medio de entrevistas y encuestas a nivel nacional, de campo, o de unidad de gestión.

Con el fin de reducir la dificultad en la recolección de datos, uno o más componentes del presente indicador podrían limitarse a los sitios de producción por encima de un umbral de tamaño a determinarse con relación al esfuerzo necesario de encuestas (es decir, incluir solamente productores de escala media o grande). Esto ayudaría a tratar con los temas sobre los diferentes tipos de propiedad y bioenergía tradicional y moderna.

### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

7.1:

- Mapas de las áreas reconocidas a nivel nacional por la importancia que tienen en cuanto a su biodiversidad;
- mapas de las áreas reconocidas a nivel nacional como ecosistemas críticos;
- análisis de la brecha ecológica nacional o regional. CDB brinda una lista de los lugares en donde se llevó a cabo tal análisis;
- información de otros procesos de evaluación de ecosistemas nacionales y subglobales (por ejemplo EURECA);
- áreas de plantas importantes (IPAs, por sus siglas en inglés) que se identificó para un número de países;
- áreas de aves importantes (IBAs, por sus siglas en inglés) que se identificó para varios países del mundo.

En caso de que no existan áreas con consenso a nivel nacional, las siguientes podrían ser fuentes útiles:

- mapas nacionales sobre la distribución de las especies (amenazadas y/o endémicas) para identificar nuevas áreas que tienen una gran importancia en cuanto a su diversidad;
- información sobre la conversión de varios ecosistemas en el pasado para identificar qué ecosistemas puede ser importante mantener;
- la herramienta de evaluación integrada de la biodiversidad (IBAT, por sus siglas en inglés), que incluye áreas de biodiversidad claves, que comprende Áreas importantes de aves, Áreas importantes de plantas, Sitios importantes para biodi-

versidad de agua dulce, y sitios para la Alianza para la cero extinción;

- base de datos mundial sobre las áreas protegidas (WDPA, por sus siglas en inglés);
- bases de datos para los sitios designados bajo convenciones regionales, tales como los sitios Natura 2000 en la Unión Europea;
- análisis mundial de la brecha en la zona de bosques protegidos (PNUMA y WCMC, 2009);
- paisajes forestales intactos;
- lagos mundiales y base de datos de humedales;
- humedales Ramsar de importancia internacional (pero un gran número de los sitios Ramsar 1888 actuales también se incluyen en la base de datos mundial sobre zonas protegidas (WDPA, por sus siglas en inglés).

### Con el fin de monitorear la conversión puede utilizarse teleobservación, por ejemplo como la que proveen:

- herramienta de supervisión de bosques de Google;
- datos de Landsat, por ejemplo del sitio web del Servicio Geológico de los Estados Unidos;
- en parte, la supervisión de la ONU de las áreas NATURA2000/FFH, y el sistema indicador de la ONU para la agricultura ya cubren parte de los datos.

7.2:

- listas nacionales de las especies usadas para la producción de biocombustible y área en la cual se cultivan;
- listas de las especies usadas o que se tienen en cuenta para la producción de biocombustible y los países en los cuales son invasivas. Las fuentes incluyen:
  - los biocombustibles corren el riesgo de volverse especies invasoras. Cultivos de biocombustible y el uso de especies no nativas: mitigar el riesgo de invasión (GISP, 2008);
- evaluación del riesgo de las especies exóticas invasoras fomentado por los biocombustibles (GISP, n.d.);
- otras bases de datos relevantes, que potencialmente contienen información sobre invasión de especies y sus impactos en la biodiversidad:
  - base de datos mundial sobre las especies invasoras (GISD, por sus siglas en inglés);
  - lista roja de UICN;
  - red de información sobre especies invasoras ABIN y bases de datos de países específicos;
  - entrega de especies exóticas invasoras para Europa (DAISIE, por sus siglas en inglés);
  - red nórdica-báltica de especies exóticas invasoras (NOBANIS, por sus siglas en inglés);
  - red europea de especies exóticas invasoras;
- selección de base de datos de la sección de especies exóticas invasoras del sitio web del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, por sus siglas en inglés);
- información a nivel país en tanto se encuentre disponible, tal como:
  - Reino Unido: <https://secure.fera.defra.gov.uk/nonnativespecies/home/index.cfm>
  - Irlanda: <http://www.invasivespeciesireland.com/sighting/>

- México: <http://www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/Portada>

- Brasil: <http://i3n.cria.org.br/>

- Estados Unidos de América (Centros de Información de Especies Invasivas de EEUU): [www.invasivespeciesinfo.gov/](http://www.invasivespeciesinfo.gov/).

La información que se brinda en los Informes Nacionales a la CBD puede ser útil, y se provee una lista con documentos relacionados de diferentes países y regiones en la página web de CBD en "experiences" [experiencias], "Case Study" [Estudios de casos], y "Assessments" [Evaluaciones].

7.3:

- listas nacionales de productores de materia prima bioenergética y áreas de producción (por ejemplo, del departamento de agricultura del gobierno);
- literatura nacional y regional y manuales agrícolas sobre prácticas a fin con la biodiversidad en la agricultura y los bosques.

### Vacíos de información conocidos:

7.1:

Las áreas de información sin cobertura pueden llenarse mediante el mapeo de áreas que tienen una gran importancia en cuanto a su biodiversidad y de ecosistemas críticos usando las fuentes de información que se nombraron anteriormente, así como también las bases de datos sub-globales y nacionales relevantes y siguiendo métodos existentes, por ejemplo para la identificación de KBAs y análisis de brechas ecológicas:

- el mapeo en el sitio de áreas que tienen una gran importancia en cuanto a su biodiversidad (encuestas de campo) siguiendo los métodos existentes (por ejemplo, el Método de Evaluación Rápida de "Conservation International" véase McCullough et al. 2007, 2008, Richards 2007);
- medición de la conversión de las áreas por medio de análisis de teleobservación y verificación a campo;
- medición de la conversión de las áreas por medio de análisis de fotografía aérea y verificación a campo;

7.2:

Los únicos vacíos claves en la información disponible para este indicador afectan el riesgo de invasión de una especie y su impacto en la biodiversidad.

Estos vacíos pueden llenarse en tanto se actualicen las bases de datos mencionadas anteriormente cuando haya nueva información disponible. El riesgo de invasión también puede abordarse usando el enfoque dado en la Evaluación de Riesgo de Malezas, WRA, es decir el cuestionario WRA y la hoja de puntaje WRA, sustituyendo "riesgo bajo", "riesgo medio" y "riesgo alto" por "aceptar", "evaluar", "rechazar" (sitio web de sistema de evaluación de riesgos). De manera adicional, los estudios a nivel del sitio pueden ayudar a comprender la invasión y los efectos.

7.3:

Con el fin de llenar los vacíos de información, pueden llevarse a cabo encuestas a nivel de los productores y recolección de resultados a nivel nacional.

### Procesos internacionales relevantes:

- Convención sobre Diversidad Biológica y su Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad

- Convención sobre la Conservación de Especies Migratorias de Animales Salvajes

- Convención de la UNESCO con respecto a la Protección del Patrimonio Natural y Cultural Mundial

- Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convención Ramsar)

- La Unión de Conservación Mundial (IUCN, por sus siglas en inglés) aporta estadísticas e informes

- Natura 2000 (el barómetro Natura 2000 aporta estadísticas dos veces al año para los países europeos)

7.1:

- Indicadores RSB "la conversión no debe ocurrir antes de la evaluación sobre el impacto en el uso de la tierra" Criterio 7.a

- Directiva de Energía Renovable UE -no producir en las tierras de gran valor en cuanto a su biodiversidad

- Objetivos de Desarrollo del Milenio, indicadores 7.8 (Proporción de zonas marinas y terrestres protegidas) y 7.7 (Proporción de especies en peligro de extinción)

- La ley de Seguridad e Independencia Energética de los EEUU - no cosechar biomasa de los bosques y tierras de bosques con un ranking o estado mundial

7.2:

- El Programa Mundial de Especies Invasoras desarrolló cuatro indicadores, sobre los cuales se basan los indicadores GBEP, con el fin de continuar con el progreso hacia los objetivos de la Convención sobre Diversidad Biológica para controlar las amenazas de las especies exóticas invasoras y sus dos blancos para (1) controlar las trayectorias de los mayores potenciales de especies exóticas invasoras y para (2) tener planes de gestión en el lugar para las especies exóticas invasoras mayores que amenazan los ecosistemas o las especies (Véase COP 8, 2006). Los indicadores se midieron y analizaron por una muestra de 57 países (McGeoch et al., 2010).

- Los estándares de la Iniciativa para una Mejor Caña de Azúcar incluyen un indicador sobre la existencia e implementación de un plan de gestión medioambiental, entre otros, también se refiere a plantas exóticas invasoras y control animal.

- La planilla de anotaciones del BID sobre la sostenibilidad de los biocombustibles requiere saber si las especies usadas son invasoras o no.

- la mesa redonda sobre biomateriales sostenibles (RSB, por sus siglas en inglés) incluye un criterio que requiere evaluar la invasión de las especies usadas para la producción de biocombustibles y el rechazo de aquellas que se consideran especies exóticas invasoras bajo condiciones locales.

7.3:

- Los principios y criterios y de la RSB incluyen criterios relacionados con la protección, la restauración o la creación de zonas de amortiguación (criterio 7c) y corredores ecológicos (criterio 7d)

- La Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) en sus guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la Producción de Cultivos de Plantación, pide:

- Utilizar los lindes para crear corredores para la flora y fauna silvestre en torno a los campos dedicados a la producción de cultivos de plantación

- establecer zonas de amortiguación en aquellas explotaciones agrícolas colindantes con zonas silvestres;

- reducir la fase de preparación del suelo para mantener la estructura de los ecosistemas del suelo (promoviendo por ejemplo estrategias de laboreo mínimo o nulo);

- provocar mínimas perturbaciones durante la cosecha o recolecta en las zonas circundantes.

• Los Criterios de Basilea para una Producción Responsable de Soya, requieren que debería desarrollarse e implementarse un plan para mantener e incrementar la biodiversidad en y alrededor de las tierras agrícolas, y que este plan incluya, entre otros, métodos para mejorar los hábitats, en particular las franjas ribereñas, corredores que conectan áreas de vegetación natural, y extensión de las áreas de vegetación natural existentes.

• Objetivos de Desarrollo del Milenio, indicadores 7.8 (Proporción de zonas marinas y terrestres protegidas) y 7.7 (Proporción de especies en peligro de extinción)

## Referencias:

### 7.1:

- American Bird Conservancy. 2005. Alliance for Zero Extinction. Pinpointing and Preventing Imminent Extinctions. Disponible en [http://www.zeroextinction.org/AZE\\_report.pdf](http://www.zeroextinction.org/AZE_report.pdf). Consulta: 08/04/2010.
- COP 10. 2010. Biofuels and biodiversity X/37. Decision adopted by the Conference of the parties to the convention on biological diversity. Tenth meeting. Nagoya, Japón, 18-29 octubre 2010. Agenda item 6.4
- Croezen, H. et al. 2011. Biodiversity and Land Use: A Search for Suitable Indicators for Policy Use. CE Delft Disponible en : [http://www.cedelft.eu/publicatie/biodiversity\\_and\\_land\\_use/1157](http://www.cedelft.eu/publicatie/biodiversity_and_land_use/1157)
- Eken, G. et al. 2004. Key biodiversity areas as site conservation targets. *Bioscience*. 54, 1110-1118.
- IUCN. High Conservation Value Areas: [http://www.iucn.nl/onze\\_themas/high\\_conservation\\_value\\_hcv\\_1/](http://www.iucn.nl/onze_themas/high_conservation_value_hcv_1/)
- Langhammer, P.F. et al. 2007. Identification and Gap Analysis of Key Biodiversity Areas: Targets for Comprehensive Protected Area Systems. IUCN, Gland, Switzerland.
- McCullough, J. et al. 2007. A Rapid Biological Assessment of the Atewa Range Forest Reserve, Eastern Ghana. RAP Bulletin of Biological Assessment 47. Conservation International, Arlington, VA, USA.
- Potapov, P. et al. 2008. Mapping the World's Intact Forest Landscapes by Remote Sensing. *Ecology and Society* 13, 51.
- Richards, S. J. 2007. A rapid biodiversity assessment of the Kaijende High-lands, Enga Province, Papua New Guinea. RAP Bulletin of Biological Assessment 47. Conservation International, Arlington, VA, USA.
- Rodrigues, A.S.L. et al. 2004. Global Gap Analysis: Priority Regions for Expanding the Global Protected-Area Network. *Bioscience* 54, 1092-1100.
- Schmitt C.B. et al. 2009. Global Ecological Forest Classification and Forest Protected Area Gap Analysis. Analyses and recommendations in view of the 10% target for forest protection under the Convention on Biological Diversity (CBD). 2nd revised edition. Freiburg University Press, Freiburg, Germany.
- UN. Official list of UN Millennium Development Goals (MDGs) indicators, Disponible en <http://unstats.un.org/unsd/mdg/Host.aspx?Content=Indicators/OfficialList.htm>
- UNEP,Oeko, IUCN. 2009. 2nd Joint International Workshop on Bioenergy, Biodiversity Mapping and Degraded Land, Julio 7-8, 2009 at UNEP Paris (Case studies on available spatial information on biodiversity on the global and (selected) national scale).
- UNEP and WCMC. 2009. Global Ecological Forest Classification and Forest Protected Area Gap Analysis. Analyses and recommendations in view of the 10% target for forest protection under the Convention on Biological Diversity (CBD). 2nd revised edition, Enero.

### 7.2:

- Barney, J.N., DiTomaso, J.M. 2008. Non-native species and bioenergy: Are we cultivating the next invader? *Bioscience* 58: 64-70.
- COP 6. Guiding principles of COP 6 Decision VI/23 of the Biodiversity Convention on alien species that threaten ecosystems, habitats or species.
- COP 8. 2006. Report of the subsidiary body on scientific, technical and technological advice on the work of its tenth meeting. Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. Eighth meeting.

Brazil, 20-31 Marzo 2006. Disponible en <http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-08/official/cop-08-02-en.pdf> . [Consulta: noviembre 2011].

- DiTomaso, J. et al. 2007. Biofuel Feedstocks: The Risk of Future Invasions. CAST Commentary QTA 2007-1.
- GISP. N.d. Assessing the risk of invasive alien species promoted for biofuels: Disponible en <http://www.gisp.org/whatsnew/docs/biofuels.pdf>. [Consulta: noviembre 2011].
- GISP. 2008. Biofuels run the risk of becoming invasive species. Biofuel crops and the use of non-native species: mitigating the risk of invasion, Disponible en <http://www.globalbioenergy.org/bioenergyinfo/bioenergy-and-sustainability/detail/en/news/74230/icode/17/> . [Consulta: Noviembre 2011].
- IUCN. 2009. Guidelines on Biofuels and Invasive Species. Gland, Suiza
- Low, T., Booth, C. 2007. The weedy truth about biofuels. Invasive Species Council, Melbourne, Australia
- Mack, R.N. 2008. Evaluating the Credits and Debits of a Proposed Biofuel Species: Giant Reed (*Arundo donax*). *Weed Science* 56(6): 883-888.
- McGeoch, M.A. et al. 2010. Global indicators of biological invasion: species numbers, biodiversity impact and policy responses. *Diversity and Distributions*. Volume 16, Issue 1, pages 95-108, enero 2010
- Pimentel, D. et al. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 84, 1-20.
- Publications listed at <http://www.twentyten.net/invasivealienspecies> [Consulta: noviembre 2011].
- Raghu, S. 2006. Adding Biofuels to the Invasive Species Fire? *Science*. Vol. 313 no. 5794 p. 1742 DOI: 10.1126/science.1129313

### 7.3:

- Bennett A. F. 2003. Linkages in The Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation. IUCN, Gland, Switzerland.
- Bennett, G. and Mulongoy, K.J. 2006. Review of Experience with Ecological Networks, Corridors and Buffer Zones. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Technical Series No. 23, 100 pages
- Buck, L.E., Gavin, T.E., Lee, D.R., Uphoff, N.T. 2004. Ecoagriculture. A Review and Assessment of its Scientific Foundations. Cornell University, Ithaca, New York, USA.
- Buguñá Hoffmann, L. 2001. Agricultural functions and biodiversity - A European stakeholder approach to the CBD agricultural biodiversity work programme. European Centre for Nature Conservation (ECNC Technical report series), Tilburg.
- FAO FAO's views <ftp://ftpon.fao.org/docrep/fao/008/j5135e/j5135e05Bioenergy.pdf>
- Gemmill, B. 2001. Managing Agricultural Resources for Biodiversity Conservation: A guide to best practices. Environment Liaison Centre International, Nairobi, Kenya.
- Jongman, R.H.G., and Pungetti, G. 2004. Ecological networks and greenways: concept, design, implementation. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Perrow, M.R., Davy, A.J. 2008a. Handbook of ecological restoration. Volume 1. Principles of restoration. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Perrow, M.R., Davy, A.J. 2008b. Handbook of ecological restoration. Volume 2. Restoration in practice. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Scherr, S.J., McNeely, J.A. 2008. Biodiversity conservation and agricultural sustainability: towards a new paradigm of 'ecoagriculture' landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363, 477-494.
- ONU. Official list of UN Millennium Development Goals (MDGs) indicators.

## Fuentes electrónicas:

- Basel Criteria for Responsible Soy Production. [http://assets.panda.org/downloads/05\\_02\\_16\\_basel\\_criteria\\_engl.pdf](http://assets.panda.org/downloads/05_02_16_basel_criteria_engl.pdf). [Consulta: diciembre 2011].
- Better Sugarcane Initiative. [http://www.bonsucro.com/standard/bio\\_diversity\\_eco\\_systems.html](http://www.bonsucro.com/standard/bio_diversity_eco_systems.html). [Consulta: noviembre 2011].
- Biodiversity Indicators Partnership. <http://www.bipindicators.net/invasivealienspecies> . [Consulta: Diciembre 2011].
- Cartagena Protocol on Biosafety. <http://bch.cbd.int/protocol/>. [Consulta: diciembre 2011].

- *Convention on Biological Diversity*. <http://www.cbd.int/>. [Consulta: diciembre 2011].
- *Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals*. <http://www.cms.int/>. [Consulta: diciembre 2011].
- *CDB Ecological Gap Analysis*. <http://www.cbd.int/protected-old/gap.shtml>. [Consulta: diciembre 2011].
- *CDB Experiences, Case Study, and Assessments*. <http://www.cbd.int/invasive/assessments.shtml>. [Consulta: diciembre 2011].
- *Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe*. <http://www.europe-allens.org/>. [Consulta: diciembre 2011].
- *EURECA. The European Ecosystem Assessment*. <http://eureca.ee.eea.europa.eu/>. [Consulta: Diciembre 2011].
- *GISD*. <http://www.issg.org/database/welcome/>. [Consulta: diciembre 2011].
- *Global Lakes and Wetlands Database*. <http://www.worldwildlife.org/science/data/item1877.html>. [Consulta: diciembre 2011].
- *Google forest monitoring tool*. <http://blog.google.org/2009/12/seeing-forest-through-cloud.html>. [Consulta: diciembre 2011].
- *IABIN Invasive Species Information Network*. <http://i3n.iabin.net/index.html>. [Consulta: diciembre 2011].
- *IBAs*. <http://www.birdlife.org/action/science/sites/index.html>. [Consulta: diciembre 2011].
- *iBAT*. <http://www.ibatforbusiness.org/>. [Consulta: diciembre 2011].
- *IDB Biofuels Sustainability Scorecard*. <http://www.iadb.org/biofuelsscorecard/>. [Consulta: diciembre 2011].
- *International Finance Corporation (IFC) Environmental, Health and Safety Guidelines for Plantation Crop Production*. [http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHSGuidelines2007\\_PlantationCropProd/\\$FILE/Final+-+Plantation+Crop+Production.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_PlantationCropProd/$FILE/Final+-+Plantation+Crop+Production.pdf). [Consulta: diciembre 2011].
- *Intact Forest Landscapes*. <http://www.intactforests.org/>. [Consulta: diciembre 2011].
- *IPAs*. <http://www.plantlife.org.uk/international/plantlife-ipas.html>. [Consulta: diciembre 2011].
- *IUCN*. <http://iucn.org/>. [Consulta: diciembre 2011].
- *IUCN Red List*. <http://www.iucnredlist.org/>. [Consulta: diciembre 2011].
- *NOBANIS European Network on Invasive Alien Species*. <http://www.nobanis.org/default.asp>. [Consulta: diciembre 2011].
- *Natura 2000*. [http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/db\\_gis/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/db_gis/index_en.htm). [Consulta: diciembre 2011].
- *Ramsar convention*. <http://www.ramsar.org/>. [Consulta: diciembre 2011].
- *RSB Principles & Criteria*. <http://rsb.epfl.ch/page-24929-en.html>. [Consulta: diciembre 2011].
- *TEEB*. <http://www.teebweb.org/>. [Consulta: diciembre 2011].
- *UNEP Bioenergy Issue Paper No. 3. Gain or Pain? Biofuels and invasive species*. [http://www.unep.fr/energy/bioenergy/issues/pdf/issue%20paper%203%20-%20invasive%20species\\_GBEP%20FINAL.pdf](http://www.unep.fr/energy/bioenergy/issues/pdf/issue%20paper%203%20-%20invasive%20species_GBEP%20FINAL.pdf). [Consulta: diciembre 2011].
- *Convención de la UNESCO con respecto a la Protección del Patrimonio Natural y Cultural Mundial*. [Consulta: diciembre 2011].
- *U.S. Geological Survey*. <http://landsat.usgs.gov/>. [Consulta: diciembre 2011].
- *USDA Census of Agriculture*. [www.agcensus.gov](http://www.agcensus.gov). [Consulta: diciembre 2011].
- *WDPA*. [www.wdpa.org](http://www.wdpa.org). [Consulta: diciembre 2011].
- *Weed risk assessment system*. [http://www.daff.gov.au/ba/reviews/weeds/system/weed\\_risk\\_assessment](http://www.daff.gov.au/ba/reviews/weeds/system/weed_risk_assessment). [Consulta: diciembre 2011].
- *WRA question sheet*. [http://www.daff.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0006/859866/form-b-wra-q-sheet.pdf](http://www.daff.gov.au/__data/assets/pdf_file/0006/859866/form-b-wra-q-sheet.pdf). [Consulta: diciembre 2011].
- *WRA scoring sheet*. [http://www.daff.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0009/859869/form-c-wra-score-sheet.pdf](http://www.daff.gov.au/__data/assets/pdf_file/0009/859869/form-c-wra-score-sheet.pdf). [Consulta: diciembre 2011].

37 Véase la sección de fuentes electrónicas

38 Véase la sección de fuentes electrónicas

39 Véase la sección de fuentes electrónicas

40 Véase la sección de referencias y fuentes electrónicas

41 Véase la sección de fuentes electrónicas

42 Véase la sección de referencias y fuentes electrónicas

## Indicador 8

### Uso de la tierra y cambio de uso de la tierra relacionados con la producción de materia prima para bioenergía

#### Descripción:

(8.1) Área total de tierra para la producción de materias primas para bioenergía y en comparación con la superficie nacional total y (8.2) las áreas de tierras agrícolas y forestales gestionadas

(8.3) Porcentajes de bioenergía procedentes de:

(8.3a) incrementos del rendimiento,

(8.3b) residuos,

(8.3c) desechos,

(8.3d) tierras degradadas o contaminadas.

(8.4) Tasas anuales netas de conversión entre tipos de uso de tierra causada directamente por la producción de materia prima para bioenergía, incluyendo, entre otros, los siguientes:

- Tierra cultivable y cultivos perennes, prados y pastizales permanentes y bosques gestionados;
- bosques naturales y dehesas (incluyendo sabanas, excluyendo prados y pastizales permanentes), turberas y humedales.

#### Unidad(es) de medición:

(8.1-2) hectáreas y porcentajes

(8.3) porcentajes

(8.4) hectáreas por año

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

El presente indicador se aplica a la producción bioenergética de todos los sistemas de cultivo.

#### Relación con los temas:

El presente indicador se relaciona con el tema de Cambio en el uso de la tierra, incluyendo a los efectos indirectos. La producción de materia prima bioenergética puede llevar a un cambio en el uso de la tierra, que puede causar impactos medioambientales tanto negativos como positivos (y sociales).

Los componentes del indicador 8.1 y 8.2 indican la cantidad de tierra que se usa para la producción de materia prima bioenergética en los contextos de la tierra agrícola total y el área de bosques gestionada y el área de superficie nacional total. Este análisis se realiza para proporcionar un sentido del tamaño del rol que cumple la bioenergía en el uso nacional de la tierra.

8.3 Se relaciona con la porción de producción bioenergética que no tiene un impacto directo sobre el cambio en el uso de la tierra, CUT (LUC, por sus siglas en inglés) como se describe en 8.4.

8.4 se relaciona con la producción de materia prima bioenergética que causa LUC, describiendo en detalle los patrones en el LUC que surgen de la producción de materia prima bioenergética, incluyendo la conversión de tierras sin gestión a tierras gestionadas y así como también la conversión de un tipo de tierra gestionada a una gestión de otro tipo.

El indicador no intenta medir los efectos indirectos de la bioenergía, tales como los LUC indirectos, pero aborda de manera parcial los efectos indirectos mediante la medición de

i) la contribución hecha por algunas trayectorias de la producción bioenergética que genera un riesgo bajo de desplazar otros usos de la misma materia prima o tierra (8.3); y

ii) ciertas formas de cambio directo en el uso de la tierra debido a la bioenergía que genera un alto riesgo de desplazar otras actividades agrícolas (8.4).

El aumento de rendimiento descrito en 8.3 necesita ser evaluado de manera que indique la contribución de la bioenergía en el incremento. Debido a que los aumentos en el rendimiento pueden depender de un aumento en el consumo del agua, el presente indicador debería evaluarse paralelo al indicador 5 Uso y eficiencia del agua.

El porcentaje de bioenergía producida de los residuos (8.3b) y/o desechos (8.3c) indica materias primas bioenergéticas posibles para las cuales el impacto en el uso de la tierra puede ser mínimo dependiendo del volumen y medios de cosecha. Los residuos y desechos agrícolas contribuyen de manera significativa al carbono orgánico del suelo y a la calidad del suelo, es por eso que este indicador debería evaluarse en paralelo con los indicadores 1 (Emisiones de GEI en todo el ciclo de vida) y 2 (Calidad del suelo). Además, la cosecha de residuos forestales puede tener efectos sobre la productividad del suelo de los bosques, es por eso que este indicador debería evaluarse en paralelo con el Indicador 3 (Niveles de cosecha de recursos madereros).

El indicador también informará sobre los temas de Emisiones de GEI, Capacidad productiva de la tierra y los ecosistemas, Precio y suministro de una canasta alimentaria nacional básica, Acceso a la tierra, al agua y a otros recursos naturales, Desarrollo social y rural, Viabilidad económica y competencia de la bioenergía, Desarrollo económico y Seguridad energética/Diversificación de las fuentes y suministro.

#### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

La evaluación del presente indicador aportará información básica sobre el papel que cumple la producción y uso de la bioenergía en el uso de la tierra y el cambio en el uso de la tierra. Aumentar la producción bioenergética podría requerir la extensión agrícola (es decir, aumento en el uso de la tierra) o cambios en los patrones de cultivo. Los datos sobre el uso de la tierra y los cambios en el uso de la tierra son fundamentales para entender muchos de los efectos ambientales, sociales y económicos a causa de la producción y el uso de la bioenergía. Los datos sobre el uso de la tierra y los cambios en el uso de la tierra son un requisito previo para medir muchos de los indicadores GBEP, como el Indicador 2 (Calidad del suelo) y el Indicador 7 (Diversidad biológica en el paisaje), que reportan sus datos en términos de porcentaje de tierra usada para la bioenergía. Las mediciones que brinda este indicador, informan la evaluación de la demanda de tierras agrícolas para el sector bioenergético, lo cual podría interpretarse considerando la disponibilidad total u otros usos competitivos. La interpretación de este indicador se mejora de manera significativa si se la considera en simultáneo con la calidad y aptitud de la tierra, por ejemplo algunas materias primas bioenergéticas pueden explotar tierra degradada no usada o tierra contaminada. Si la medición de la porción de tierra usada para la producción de materia prima bioenergética que fue objeto de alguna evaluación de sostenibilidad de la tierra (aprobada por la autoridad nacional competente) se agrega a las mediciones anteriores, informará una evaluación acerca de cuanto de la expansión

bioenergética es parte de una planificación oficial de uso de la tierra. Un ejemplo de dicho proceso de evaluación de la aptitud de la tierra es la proporcionada por Manzatto et al. (2009); esto fue aprobado por el presidente de Brasil, Lula da Silva (Presidência da República, 2009) para su uso como base para la autorización de crédito para la producción e industrialización de caña de azúcar (Gobierno brasileño, 2010). Para mayor información sobre evaluaciones de aptitud de la tierra, véase FAO (1996, 2010a) y Venema y Vargas (2007).

El indicador también ayuda a distinguir entre las consecuencias del cambio en el uso de la tierra de materias primas bioenergéticas diferentes.

Los impactos del cambio en el uso de la tierra sobre el desarrollo sostenible son complicados y dependerán fuertemente del contexto del país. Los efectos de tal cambio en el uso de la tierra deberían considerarse cuidadosamente en conjunto con, entre otros factores, los indicadores 1, 7, 9 y 10, y, en particular en aquellos países con disponibilidad de tierra apropiada para la agricultura, puede revelar en algunos casos un impacto positivo en el desarrollo sostenible. De manera particular, en los países con pocas tierras agrícolas de alta calidad, pueden fomentarse bajas cantidades de cambio en el uso de la tierra por medio de acciones que generan bioenergía de la productividad incrementada y/o fuentes de biomasa que no requieren tierra adicional (8.3) y disminuyendo los índices de conversión de uso de la tierra (8.4).

### Comparación con otras fuentes de energía:

El uso de la tierra proveniente de otras fuentes de energía, tales como la minería/extracción de carbón, el gas, el petróleo y el uranio y la conversión pueden medirse y compararse con los usos para bioenergía. El uso de la tierra para convertir el carbón a líquido es un ejemplo de comparación particularmente directa y altamente relevante. Con respecto a la aptitud y a la planificación del uso de la tierra, los requisitos específicos sobre el uso de la tierra (por ejemplo, para biodiversidad) también son aplicables a los sistemas de extracción y conversión fósiles o no fósiles, debido a procesos de subida (por ejemplo, minas, molinos, impactos de los sitios de desechos respectivos), y la localización de sistemas de conversión (por ejemplo, electricidad solar de concentración, parques eólicos costeros, reservorios de energía hidroeléctrica) También existen consideraciones respecto al uso de la tierra que deberían tenerse en cuenta para la producción de energía eólica ya sea que esté próxima a la costa o no.

Para la biomasa usada para la electricidad, se puede hacer posiblemente una comparación con la tierra usada para otras energías renovables, tales como la huella para los equipamientos solares o eólicos o el balance de tierra agrícola inundada/que se volvió disponible por medio de sistemas de riego incrementados con diques para sistemas hidroeléctricos (pequeños). Puede ser posible la comparación con el uso tradicional de la biomasa para energía cuando se encuentra desplazada por la bioenergía moderna. El índice de deforestación y degradación forestal evitados por ejemplo, se medirían en este caso los que son consecuencia de la leña y el carbón de leña.

### Base Científica

#### Enfoque metodológico:

El presente indicador permitirá poner en perspectiva a nivel nacional al uso de la tierra para la producción de materia

prima bioenergética. Se agregarán estadísticas nacionales a nivel agrícola o los datos de los análisis de imágenes satelitales para generar las cifras totales nacionales del uso de la tierra y de los cambios en el uso de la tierra.

El indicador se basa en puntos de estimación derivados de los datos recopilados en las críticas agrícolas periódicas y las encuestas, además de la observación territorial.

Con el fin de calcular los valores de 8.1 y 8.2, se requiere saber el área de tierra total usada para la producción de materia bioenergética de un país. Esta cifra puede obtenerse de los datos espaciales o estimarse de los datos de la producción energética (dividida por trayectoria de producción, por ejemplo, tecnología de procesamiento y materia prima) y productividad (por ejemplo, del Indicador 17). La tierra agrícola total y los bosques gestionados se definieron anteriormente.

En 8.1 y 8.2 se brinda una indicación amplia sobre el papel de la bioenergía en el uso de la tierra nacional. Con el fin de mejorar la relevancia de los valores del presente indicador, los países que realizan evaluaciones sobre la sostenibilidad de la tierra pueden calcular la porción de tierra que se considera apropiada para la actividad agrícola y forestal que se utiliza para la producción de materia prima bioenergética, y posiblemente dividir los resultados por grupos de cultivo o por regiones geográficas. Estas evaluaciones sobre la aptitud de la tierra tienen en cuenta las condiciones climáticas, hidrológicas y de suelo. Las evaluaciones sobre la aptitud de la tierra pueden emplear categorías diferentes a las categorías FAOSTAT que se presentan más abajo en la sección 8.4, ya que estas evaluaciones tienen en el fin de aportar información sobre la tierra para la producción agrícola potencialmente nueva.

#### 8.3) Cálculo de la cantidad total de bioenergía producida proveniente de materias primas diferentes

El cálculo del punto 8.3 requiere de datos sobre la cantidad total de bioenergía producida de cada una de las cuatro categorías de materia prima que se definieron anteriormente. Estos datos pueden obtenerse de encuestas de procesos de materia prima bioenergética (para las cantidades de cada materia prima y de los residuos y desechos usados para la producción bioenergética) combinados con los datos de los incrementos de rendimiento de cultivos o de las tendencias informadas a través de la literatura. Los porcentajes deberían calcularse en base al contenido energético del producto bioenergético final. En caso de que esto no sea viable, el cálculo podría realizarse en base a la masa de materia prima, aunque sumado a la eficiencia de procesamiento, el contenido de humedad variable en los diferentes tipos de materia prima afectaría la exactitud y consistencia de los resultados.

Con respecto al punto 8.3a, debería realizarse un intento, hasta donde sea viable, de evaluar el incremento adicional en el rendimiento inducido por la bioenergía, como diferente a las tendencias generales en los aumentos de rendimiento. Nótese que este análisis también se sugiere con respecto al Indicador 10 (Precio y oferta de una canasta alimentaria nacional). Para una discusión sobre cómo realizarlo a nivel nacional y de proyecto, véase JRC (2010) y Ecofys (2011), respectivamente. Un aumento general en el rendimiento agrícola puede también incluir un incremento en la disponibilidad de la tierra debido a los aumentos en la productividad ganadera que indicarían una mayor producción con

un menor uso de la tierra. La integración de la producción de materia prima bioenergética en un sistema de producción alimentaria (por ejemplo, por medio de agrosilvicultura o intercultivos) o viceversa (por ejemplo, la integración de la ganadería en un sistema de producción de etanol de caña de azúcar) podría resultar en un rendimiento inducido por la bioenergía (o productividad) incrementando al sistema como un todo (FAO, 2011; Sparovek et al., 2007; Ecofys, 2011).

Cuando se altera el uso de los residuos o el destino de los desechos (véase Glosario), luego el uso primordial de estos residuos y los destinos de estos desechos pueden tenerse en cuenta. Por ejemplo, los residuos de los cultivos pueden incorporarse en el suelo o usarse para energía de modos tradicionales o modernos, y el sebo puede procesarse a biodiésel, puede quemarse para generar proceso de calor en las plantas de derretimiento, puede usarse para producir jabón y cosméticos y para otras aplicaciones diferentes. Para los casos como estos, los usos de residuos para la producción bioenergética no pueden necesariamente considerarse libres del uso de la tierra o del cambio en el uso de la tierra o de otros impactos que abordan los indicadores GBEP, tales como las emisiones de GEI en todo el ciclo de vida y la Calidad del suelo. De modo similar, el uso para la bioenergía de desechos que de otra manera hubiesen terminado como rellenos sanitarios, evita emisiones GEI y otros impactos. Para ser más concretos, se necesitan definiciones funcionales a nivel nacional de residuos y desechos. La evaluación del porcentaje de materia prima bioenergética proveniente del uso de tierras degradadas o contaminadas (8.3d) requerirá definiciones e interpretaciones nacionales de un modo que refleje el contexto y las circunstancias nacionales específicas. Para los fines del presente indicador, sería útil una definición de degradación de la tierra como una pérdida a largo plazo de las funciones y servicios de los ecosistemas, como consecuencia de disturbios de los cuales el sistema no se puede recuperar sin ayuda, PNUMA (2007). El nivel de uso actual (en su mayoría nivel bajo, como mucho) y la productividad potencial actual de la tierra deberían tenerse en cuenta.

#### 8.4) Cálculos de los índices de la conversión del uso de la tierra debido a la producción de materia prima bioenergética

La parte 4 del presente indicador pretende aportar datos sobre los cambios en el uso de la tierra. Como tal, los usuarios de este indicador deben en primer lugar definir las categorías de tierra que son relevantes en su contexto regional, nacional y local. Las categorías de tierra incluyen, entre otras, la superficie arable, la superficie bajo cultivo permanente, praderas y pastos permanentes, bosques gestionados, bosque naturales y pastizales (incluyendo a la sabana, excluyendo a las praderas y pastizales naturales permanentes), turberas, y humedales. Se anima a los usuarios del presente indicador a que definan claramente estas categorías de uso de la tierra de un modo que sea relevante a su contexto local y/o regional. A los fines de ser claras y transparentes, las definiciones del uso de la tierra deben realizarlas personas interesadas en el sector cuando se compartan los datos que resulten de la evaluación del presente indicador.

En caso de que sean relevantes y aplicables a un área determinada de producción bioenergética, los usuarios del presente indicador pueden elegir las siguientes definiciones de FAO (véase debajo y el glosario; el glosario completo de FAOSTAT se encuentra disponible en la página del glosario de FAOSTAT).

La superficie arable, los cultivos permanentes y las praderas y los pastizales son categorías de uso de la tierra definidas por FAOSTAT, que en su conjunto conforman la superficie agrícola de un país. En consecuencia, las siguientes definiciones de FAOSTAT pueden ser aplicables:

- La superficie arable comprende a la tierra cultivada temporalmente (la cultivada varias veces en un mismo año se computa una sola vez), las praderas temporales destinadas al corte o al pastoreo, las tierras utilizadas para la horticultura comercial y los huertos familiares y las tierras mantenidas temporalmente en barbecho (menos de cinco años). No se incluyen las tierras abandonadas debido a los cambios de cultivo. Mediante la superficie arable no se pretende indicar la superficie apta para el cultivo. De modo alternativo, los datos basados en las categorías de tierras aptas para identificar la tierra para la producción agrícola potencialmente nueva podría utilizarse en caso de ser aplicable (véase subsecciones 8.1-8.2). En ese caso, deberían informarse las definiciones respectivas sobre las categorías de uso de la tierra.
- La superficie bajo cultivo permanente es la superficie con cultivos de largo plazo que no necesitan volver a ser plantados después de cada cosecha (como el cacao y el café); la tierra con árboles y arbustos que producen flores, tales como rosas y jazmines; y viveros (excepto aquellos para árboles forestales, que deben clasificarse bajo el término de "bosque") Los prados y pastos permanentes no están bajo la categoría de cultivos permanentes.
- Las praderas y pastizales permanentes representan a la tierra usada permanentemente (cinco o más años) para cultivar cultivos forrajeros herbáceos, ya sea que se hayan cultivado o que hayan nacido de modo salvaje (pradera salvaje o pastizal).

Asimismo, la zona forestal se define como la tierra que abarca más de 0,5 hectáreas con árboles mayores a 5 metros y un dosel forestal de más del 10 por ciento, o árboles capaces de alcanzar ese umbral in situ. La zona forestal no incluye a la tierra que se encuentra permanentemente bajo uso agrícola o urbano. (Para una definición completa, véase el glosario de FAOSTAT). Por ejemplo, los árboles de los sistemas de producción agrícola, tales como las plantaciones de frutas y los sistemas de agrosilvicultura se incluirían bajo la categoría de cultivos permanentes y no bajo la superficie de bosques.

Para los fines del presente indicador, se hace una distinción entre "bosques gestionados" y "bosques naturales". La primera viñeta de la categoría de tierras en 8.4 incluye a la tierra en uso productivo (la cual podría desplazarse en caso de que este uso cambie a la producción de materia prima bioenergética) y la segunda viñeta contiene otros tipos de tierra sin función productiva, o que sólo proveen servicios (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) [Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005]. Sobre la base de las categorías de las principales funciones designadas a los bosques en "Global Forest Resources Assessment 2010" [Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales] (FRA2010) (FAO, 2010b), "las superficies de bosques sometidos a ordenación" comprenden bosques cuya designación principal es la producción, ya sea como la principal función designada o como una de las funciones dentro de múltiples usos. Los países por lo general utilizan sus propias clases de función de bosques. Estas clases definidas a nivel nacional pueden usarse para determinar si el bosque se clasifica como de "uso múltiple", "otros" o "desconocido" y pueden considerarse como parte de la categoría de "bosques sometidos a

ordenación”, dependiendo de la probabilidad de la existencia de actividades productivas en la tierra. Ante la ausencia de información adicional, los bosques designados en estas tres categorías pueden incluirse en la categoría de “bosques sometidos a ordenación” para el presente indicador. Todas las otras áreas forestales deberían considerarse como “bosques naturales” para los propósitos del presente indicador (incluso si alguno de estos bosques puede ordenarse con fines de conservación o para brindar servicios sociales). Esta categoría incluirá a los “bosques primarios” (que se define en FRA2010 como bosques de especies nativas naturalmente regenerados, donde no hay indicaciones claramente visibles de actividades humanas y los procesos ecológicos no están interrumpidos de manera significativa), pero también incluirá a otros bosques naturalmente regenerados que no se utilizan para la producción de productos forestales maderables y no maderables. El presente indicador requiere de una definición de “pastizales naturales” (incluyendo a la sabana)”. Esta clase no incluye a las praderas y pasturas naturales (es decir, tierra que se usa como praderas y pasturas permanentes y que no se controla, tales como las praderas o pastizales salvajes) donde se definió anteriormente a las praderas y pasturas permanentes, ya que tales tierras tienen una función productiva. Con el fin de calcular el punto 8.4) (el cual solicita los índices netos de cambio en el uso de la tierra), el número de hectáreas de tierra en donde se observa un cambio proveniente de la producción de materia prima bioenergética en una categoría específica de uso de la tierra debería sacarse del número de hectáreas de tierra en donde se observa un cambio proveniente de la producción de materia prima bioenergética y el área resultante debería dividirse por el período de tiempo, en años, entre las dos observaciones de uso de la tierra. La primera vez que se evalúa el indicador, puede hacerse una observación de referencia simple en el uso de la tierra para utilizar en la determinación del índice de LUC en el próximo punto de observación, o, si existen datos adecuados disponibles, estos pueden utilizarse para producir un índice LUC entre un tiempo seleccionado en el pasado y el presente.

#### Limitaciones anticipadas:

La atribución de la tierra asociada con incertidumbre a materia prima de múltiples propósitos (bioenergía y otros usos) puede ser una limitación, en tanto que los datos pueden ser no siempre confiables y se necesitará cruzarlos con los rendimientos en las áreas relevantes.

#### Otras limitaciones incluyen:

- disponibilidad limitada e incertidumbre de los datos estadísticos sobre materias primas bioenergéticas provenientes de residuos y desechos;
- no disponibilidad de monitoreo terrestre anual, especialmente para tierras degradadas y contaminadas, y limitaciones sobre cuán representativa es la teleobservación de baja resolución para las superficies pequeñas;
- errores de datos en la interpretación de los cambios de la cubierta de la tierra;
- falta de definiciones y monitoreo de la degradación forestal.

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

Superficies de tierra por categorías

8.1:

- área total de tierra para la producción de materia prima bioenergética
- superficie nacional total

8.2

- tierra agrícola total y bosques gestionados

8.3

- rendimientos anuales de cultivos energéticos
- cantidad anual de residuos y desechos usados como materias primas bioenergéticas
- cantidad anual de materias primas bioenergéticas provenientes de las tierras degradadas o contaminadas

8.4

- índice anual de conversión de tierra arable y/o
- índice anual de conversión de cultivos permanentes y/o
- índice anual de conversión de praderas y pasturas permanentes y/o
- índice anual de conversión de bosques gestionados y/o
- índice anual de conversión de bosques naturales y/o
- índice anual de conversión de pastizales y/o
- índice anual de conversión de turberas y/o
- índice anual de conversión de humedales (desagotados)

Estos datos pueden recopilarse de las fuentes estadísticas nacionales/internacionales cuando se encuentren disponibles o por medio de teleobservación, fotografías aéreas, encuestas o entrevistas basadas en GPS, a nivel nacional, regional o de campo.

#### Fuentes de información

##### (nacionales e internacionales):

- estadísticas nacionales generalmente centralizadas dentro de ministerios de agricultura e institutos especializados (datos geográficos y estadísticas nacionales);
- datos de FAO sobre rendimiento de cultivos;
- estadísticas nacionales sobre materias primas bioenergéticas;
- cubierta terrestre y datos sobre cambio en la cubierta terrestre provenientes de teleobservación y censos forestales y agrícolas (incluyendo a aquellos que se aportaron a las “Global Forest Resources Assessments” [Evaluaciones de los Recursos Forestales Mundiales] y FAOSTAT.

#### Vacíos de información conocidos:

La información faltante puede completarse mediante teleobservación o fotografías aéreas, recopilación de datos “abajo-arriba”, o encuestas por parte de los servicios de extensión agrícola, para las porciones de una misma materia prima usada para la energía y otros propósitos (alimentos, forraje). La tierra que se usa a nivel local puede monitorearse por documentos de planificación espacial, (con soporte GPS) inspecciones en el lugar y encuestas.

#### Procesos internacionales relevantes46:

- esquemas REDD y REDD plus ONU, y supervisiones respectivas y evaluaciones a nivel proyecto, incluyendo a las sumas de los pequeños productores;
- Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) ONU indicador 7.1 (Proporción de superficie terrestre cubierta por bosques);
- Convención sobre Diversidad Biológica, especialmente la Decisión de Nagoya sobre biocombustibles y biodiversidad (COP X/37, 2010);

- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático;
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre la Lucha contra la Desertificación;
- Capítulo 10 de la Agenda 21 sobre “Enfoque Integrado para la Planificación y Gestión de los Recursos de la Tierra” y el indicador CDS [Comisión de Desarrollo Sostenible] de Desarrollo Sostenible relacionado “cambio en el uso de la tierra”;
- Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FRA, por sus siglas en inglés).

## Referencias:

- Brazilian Government. 2010. *Sugarcane Agroecological Zoning*. UNICA. [Retrieved 7 octubre 2011]
- COP X/37, 2010. *Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. Tenth meeting. Nagoya, Japón, 18-29 Octubre 2010. Agenda item 6.4. Decision adopted by the conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its tenth meeting. X/37. Biofuels and biodiversity.*
- Ecofys. 2011. *Certification Module for Low Indirect Impacts Biofuels: Field-testing version.* Julio.
- EEA. 2007. *Estimating the environmentally compatible bioenergy potential from agriculture.* EEA. Copenhagen.
- FAO. 1996. *Agroecological Zoning Guidelines.* FAO Soils Bulletin 73. Roma.
- FAO. 2010a. *Bioenergy and Food Security. The BEFS Analytical Framework.* Roma.
- FAO. 2010b. *Global Forest Resources Assessment 2010. Main report.* Roma.
- FAO. 2011. *Making Integrated Food-Energy Systems Work for People and Climate: An Overview.* FAO. Roma.
- IIASA. 2009. *Biofuels and food security: Implications of an accelerated biofuels production.* Viena. Marzo.
- JRC. 2010. *Indirect land use change from increased biofuel demand: Comparison of models and results for marginal biofuels production from different feedstocks.* European Commission Joint Research Centre. Ispra.
- Manzatto et al., 2009. *Zoneamento agroecológico da cana de açúcar. Embrapa Solos.* Rio de Janeiro.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.* Island Press, Washington, DC.
- Presidência da República. 2009. Decree No. 6961 of President Lula (17 Septiembre, 2009) for sugarcane in Brazil.
- Sparovek, G., Berndes, G., Egeskog, A., Mazzaro de Freitas, F.L., Gustafsson, S., Hansson, J. 2007. *Sugarcane ethanol production in Brazil: an expansion model sensitive to socio-economic and environmental concerns.* *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 1:4(270-282). Diciembre.
- UN. *Official list of UN Millennium Development Goals.*
- UNEP. 2007. *Global Environment Outlook (GEO-4); Nairobi* <http://unep.org/geo/geo4/media>
- Venema, J.H. and Vargas, R.R. 2007. *Land Suitability Assessment of a Selected Study Area in Somaliland.* FAO-SWALIM Technical Project Report L-06. Nairobi, Kenya.

## Fuentes electrónicas:

- Agenda21. <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/>. [Consulta: diciembre 2011].
- CDB (Convention on Biological Diversity). [www.cbd.int](http://www.cbd.int). [Consulta: diciembre 2010].
- FAOSTAT glossary. <http://faostat.fao.org/site/379/DesktopDefault.aspx?PageID=379>. [Consulta: Diciembre 2010].
- Global Forest Resources Assessment. <http://www.fao.org/forestry/fra/en/>. [Consulta: diciembre 2010].
- United Nations Convention on Combating Desertification. <http://www.unccd.int/>. [Consulta: diciembre 2010].
- United Nations Framework Convention on Climate Change. <http://unfccc.int/2860.php>. [Consulta: diciembre 2010].
- UN Millennium Development Goals. <http://www.un.org/millenniumgoals/>. [Consulta: Diciembre 2010].
- UN REDD. <http://www.un-redd.org/>. [Consulta: diciembre 2010].
- UN REDD+. <http://www.un-redd.org/AboutREDD/tabid/582/Default.aspx>. [Consulta: diciembre 2010].

PILAR SOCIAL

TEMAS

GBEP considera relevantes los siguientes temas, los cuales guiaron el desarrollo de los indicadores bajo este pilar: Precio y oferta de una canasta alimentaria nacional, acceso a la tierra, el agua y otros recursos naturales, condiciones laborales, desarrollo social y rural, acceso a la energía, salud y seguridad humanas.

NOMBRE DEL INDICADOR	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR
ASIGNACIÓN Y TENENCIA DE LA TIERRA PARA NUEVA PRODUCCIÓN DE	<p>Porcentaje de tierra -total y por tipo de uso de la tierra- usada para nueva producción de bioenergía, donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un instrumento legal o una autoridad nacional establece la propiedad de la tierra y los procedimientos para el cambio de propiedad; y</li> <li>• el actual sistema legal nacional y/o las prácticas socialmente aceptadas proporcionan el trámite preceptivo y se siguen los procedimientos establecidos para determinar la propiedad legal.</li> </ul>
PRECIO Y OFERTA DE UNA CANASTA ALIMENTARIA NACIONAL	<p>Efectos de la producción y uso de la bioenergía sobre el precio y oferta de una canasta alimentaria, que es un conjunto de alimentos representativos al nivel nacional, incluidos los principales cultivos básicos, medidos a nivel nacional, regional y/o de hogar, teniendo en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• los cambios en la demanda de productos alimenticios para alimentos de humanos y de animales y fibra;</li> <li>• los cambios en la importación y exportación de productos alimentarios;</li> <li>• los cambios en la producción agrícola debido a las condiciones climáticas;</li> <li>• los cambios en los costes agrícolas derivados de los precios del petróleo y otras energías; y</li> <li>• el impacto de la volatilidad e inflación de los precios de los alimentos en el nivel de bienestar nacional, regional y/o doméstico, tal y como ha sido determinado en el país.</li> </ul>
CAMBIO EN INGRESOS	<p>Contribución de lo siguiente al cambio en ingresos debido a la producción de bioenergía:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• salarios pagados a empleados del sector bioenergético en relación con sectores comparables;</li> <li>• ingresos netos por la venta, intercambio y/o autoconsumo de productos bioenergéticos, incluyendo materias primas, realizados por hogares o personas autoempleadas.</li> </ul>
CAMBIO EN TIEMPO NO PAGADO INVERTIDO POR MUJERES	<p>Cambio en el tiempo promedio no pagado invertido por mujeres y niños en la recolección de biomasa, como resultado de cambiar del uso tradicional de la biomasa a los servicios modernos de bioenergía.</p>
BIOENERGÍA USADA PARA AMPLIAR EL ACCESO A SERVICIOS MODERNOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad total y porcentaje de mayor acceso a servicios energéticos modernos obtenidos por medio de bioenergía moderna (desagregados por tipo de bioenergía), medidos en términos de energía y números de hogares y negocios.</li> <li>• Número total y porcentaje de hogares y negocios que usan bioenergía, desagregados en bioenergía moderna y uso tradicional de biomasa</li> </ul>
CAMBIO EN LA MORTALIDAD Y TASAS DE ENFERMEDADES ATRIBUIBLES A HUMOS EN ESPACIOS CERRADOS	<p>Cambio en la mortalidad y en las tasas de enfermedades atribuibles a humos en espacios cerrados por el uso de combustibles sólidos, y cambios en estos como resultado del mayor despliegue de los servicios de bioenergía, incluyendo cocinas de biomasa mejoradas</p>
INCIDENCIA DE LESIONES, ENFERMEDADES Y MUERTES	<p>Incidenca en lesiones, enfermedades y muertes laborales en la producción de bioenergía en relación con sectores comparables</p>

## Indicador 9

### Asignación y tenencia de la tierra para nueva producción de bioenergía

#### Descripción:

Porcentaje de tierra -total y por tipo de uso de la tierra- usada para nueva producción de bioenergía donde:

(9.1) un instrumento legal o una autoridad nacional establece la propiedad de la tierra y los procedimientos para el cambio de propiedad; y

(9.2) el actual sistema legal nacional y/o las prácticas socialmente aceptadas proporcionan el trámite preceptivo y se siguen los procedimientos establecidos para determinar la propiedad legal.

Unidad(es) de medición:

Porcentajes.

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador

Este indicador se aplica a la nueva producción de bioenergía, y a todas sus materias primas/ usos finales/ trayectorias.

Relación con los temas:

El presente indicador está principalmente relacionado con el tema de Acceso a la tierra, agua y otros recursos naturales. El acceso a la tierra es una consecuencia de la propiedad de la tierra.

El acceso a la tierra arable y a la tierra bajo cultivos permanentes, bajo pasturas y praderas permanentes y superficies forestales es esencial para el desarrollo sostenible. Con respecto a los derechos sobre tenencia de la tierra, ya que provengan del derecho consuetudinario o de derechos que surgen de mecanismos legales formales, son esenciales para una asignación justa y equitativa de los recursos de la tierra. La evaluación del presente indicador puede ayudar a fomentar el desarrollo económico sostenible y las mejoras en el bienestar social entre todos los interesados del sector, incluyendo a los pequeños productores, a los agricultores de subsistencia, a las comunidades que dependen de los bosques, y a los emprendimientos y otros negocios, aportando datos relevantes sobre el punto hasta el cual se reconocen los derechos sobre la tenencia de la tierra. Los datos que se requieren para la evaluación del presente indicador pueden aportar contexto social y legal en el cual pueden ocurrir mejoras en el desarrollo económico y la seguridad energética como probable consecuencia de la producción de materia prima bioenergética. Estos datos son importantes para evaluar el efecto de la nueva producción bioenergética sobre el sustento de las comunidades que dependen de la tierra y otros recursos naturales.

El presente indicador también aportará información sobre los siguientes temas: Cambio en el uso de la tierra, incluyendo a los efectos indirectos; Precio y Suministro de una canasta alimentaria nacional; Desarrollo social y rural; Disponibilidad de recursos y eficiencias de uso en la producción bioenergética, conversión, distribución y uso final; y Viabilidad económica y competitividad.

#### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

El presente indicador pretende medir el porcentaje de tierra - (total y por tipos de uso de la tierra que se definieron en el

Indicador 8 (Uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra con relación a la producción de materia prima bioenergética) - usada para la nueva producción bioenergética para lo cual estableció el título de propiedad mediante una autoridad local o un instrumento legal y, se obedece a un debido proceso y prácticas establecidas para otorgar la propiedad. El desarrollo sostenible económico y social se fomentará si los propietarios de tierras y/o usuarios tienen un mecanismo reconocido, por ejemplo, un instrumento legal o socialmente aceptado que asegure los derechos sobre la tierra. Dicho instrumento puede ser un certificado formal de uso, un certificado de ocupación, o en su caso un título de propiedad (o título conjunto, como sea necesario). Este indicador puede servir como un modo de evaluar la influencia de la producción bioenergética sobre la asignación y tenencia de la tierra. El cálculo de los cambios en la tenencia de la tierra puede ayudar a evaluar la influencia de las nuevas actividades bioenergéticas sobre la sostenibilidad social y el sustento de varias poblaciones en los países en vías de desarrollo.

La designación y tenencia de la tierra tiene consideraciones tanto a nivel local como nacional. El sistema local de asignación y tenencia de la tierra determina cuáles son los miembros de la comunidad que tienen derechos al uso y control de diferentes recursos. Los sistemas locales de tenencia de la tierra pueden funcionar a través de mecanismos consuetudinarios o formales. Los sistemas locales de tenencia de la tierra pueden interactuar con el sistema nacional formal, el cual puede brindar la protección y los medios de hacer cumplir los derechos sobre la tierra, para alentar o desalentar la producción de materia prima bioenergética. En caso de que las comunidades se vayan a beneficiar con la nueva producción de materia prima bioenergética, los sistemas de tenencia locales, regionales y nacionales necesitarán trabajar en conjunto para registrar y hacer cumplir los derechos sobre tenencia de la tierra.

Desde una perspectiva de sostenibilidad social, establecer el acceso adecuado a la tierra y cumplirlo, junto con los procesos de tenencia puede ser un elemento importante para fomentar el acceso a la energía y el desarrollo agrícola y económico. El acceso a la tierra puede ser una puerta de acceso a otros recursos naturales. Un sistema de tenencia de la tierra responsable y transparente puede ayudar a crear un clima propicio que permita a los productores agropecuarios y empresas, incluyendo a los pequeños emprendedores, a crecer y prosperar. Sin embargo, en caso de que la tierra se expropié, es decir que sea tomada sin hacer el proceso debido o sin obedecer los procesos establecidos, las comunidades, los agricultores, las empresas podrían tener poco o directamente no tener acceso a tierras que previamente usaron por medio de mecanismos consuetudinarios o formales. En muchos países en vías de desarrollo, los derechos sobre la tierra y los negocios de transferencia de tierra no se han establecido aún. Los sectores locales más pobres de la población pueden cultivar productos agrícolas (alimentos y forraje principalmente) sobre tierra en donde no se ha establecido un título legal. De modo similar, tierras de pastoreo y praderas comunes y permanentes son esenciales para el sustento de comunidades pastoriles, como lo son las superficies forestales comunes para las comunidades que dependen de los bosques. Aproximadamente, el 75% de los pobres del mundo viven en áreas rurales, y la mayoría de estas personas son pequeños agricultores, agricultores de subsistencia y pastores agropecuarios que dependen del acceso a la tierra para la producción de su comida, forraje

y fibra (Morton, 2007; Quan, 2010). Además, el acceso a la tierra agrícola, las pasturas y los bosques es importante para muchas comunidades, incluyendo a las pobres rurales, para el acceso a un conjunto diverso de productos, incluyendo a la madera combustible, las plantas medicinales y los ingresos de subsistencia provenientes de recursos salvajes y productos forestales. Si la tierra se expropia sin realizar el proceso debido o sin obedecer los procesos establecidos, se podría reducir el acceso a los alimentos, las materias primas y el forraje y, de modo más general, a los productos y servicios del ecosistema para las comunidades, los agricultores y las empresas, lo cual podría ponerlos en riesgo de perder su sustento.

Cuando existen reclamos competitivos sobre la tierra entre los usuarios, los gobiernos y los nuevos productores de bioenergía, y las protecciones adecuadas a través del proceso debido no están en su lugar, la rápida expansión de la actividad comercial, incluyendo a la nueva producción bioenergética, puede generar que los usuarios de las tierras pierdan el acceso a ella, y de eso depende su sustento (FAO, 2008; Sulle and Nelson, 2009).

El incremento de los valores del presente indicador, es decir, un aumento en la tierra o porcentaje de tierra, que fue previamente apropiada o usada ya sea de manera conjunta o privada, y que se transfirió de acuerdo a un proceso formal o socialmente aceptado, que permite que se vea afectada en caso de reclamos de competencia, mostrará una tendencia positiva en la calidad de los procesos de transferencia de tierras relacionados con las inversiones en bioenergía; por lo tanto, habrá reducción posible del riesgo que el [SIC] acceso a la tierra por parte de las comunidades, y en consecuencia el sustento de las comunidades locales, se verá obstaculizado. La calidad del proceso de asignación de tierras tiende a verse afectado de manera negativa cuando existen diferencias entre los procesos locales, regionales y nacionales.

Comparación con otras fuentes de energía:

Puede seguirse el mismo enfoque para evaluar los impactos sobre las tenencias de la tierra de cualquier otra opción energética que requiera tierra en el proceso de producción.

También es posible comparar los cambios del presente indicador con aquellos causados por otros usos de la tierra, tales como la agricultura, la silvicultura y la extracción de recursos naturales.

## **Base Científica**

### **Enfoque metodológico:**

La tenencia de la tierra es la relación, ya sea definida en términos consuetudinarios o legales, entre las personas, como individuos o grupos, con respecto a la tierra y los recursos naturales miembros (agua, árboles, minerales, vida silvestre, etc). Las normas sobre la tenencia definen cómo deben asignarse los derechos sobre la propiedad de la tierra dentro de las sociedades. Definen cómo se concede el acceso a los derechos de uso, control y transferencia de la tierra, además de las responsabilidades asociadas y restricciones. Los sistemas de tenencia de la tierra determinan quién puede usar qué recursos, por cuánto tiempo, y bajo qué condiciones.

El acceso a la tierra es la capacidad de usar la tierra y otros recursos naturales (por ejemplo, el uso de los derechos para pastoreo, cultivos de subsistencia, la recolección de pequeños productos forestales, etc), de controlar los recursos (por ejemplo, adoptar decisiones sobre la utilización de la tierra

y obtener beneficios económicos de la venta de cultivos, etc.), y de transferir los derechos de tenencia para el beneficio económico y/o social (por ejemplo, transferir el derecho de venta de la tierra o usarla como garantía de préstamos, traspasarla a otros mediante reasignaciones intracomunitarias, o a los herederos, etc.) (FAO, 2002b).

El indicador pretende medir dos aspectos sobre la asignación y tenencia de la tierra usada para la producción bioenergética:

- Primero, con relación al punto 9.1, si el título de propiedad y los procesos para el cambio posterior de título para la nueva producción bioenergética se establecen mediante instrumento legal, como un contrato, o por medio de la autoridad local, como una agencia del gobierno o una autoridad tribal socialmente aceptada.

- Segundo, con relación al punto 9.2, el punto hasta el cual se aporta un proceso debido en la determinación del título nuevo. Aportar un proceso debido a la transferencia de la tierra en el contexto de este indicador implica que se obedece a todos los procesos establecidos, incluyendo aquellos relacionados con la evaluación y reconocimiento de los derechos de los dueños y usuarios actuales de acuerdo con la estructura legal nacional y/o las costumbres aceptadas. En el caso de que se practique y se reconozca a la costumbre, estas prácticas serían como la estructura legal y de proceso gobernante. Asimismo, los requisitos legales y de procedimiento relacionados con las medidas de compensación deberían obedecerse, considerando los resultados de la evaluación.

La división por tipo de uso de tierra (en donde sea viable) es un simple medio de complementar el presente indicador con información sobre el tipo de recursos naturales en donde se obedece al proceso debido para la transferencia de tierras. De manera ideal, los mismos tipos de uso de tierra usados para el Indicador 8 (Uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra con relación a la producción de materia prima bioenergética) se usaría para el presente indicador. Sin embargo, para estos dos indicadores, la selección de los términos y del nivel de división usado en un país puede depender de los datos disponibles.

El presente indicador debería tener en cuenta elementos a nivel nacional tales como la estructura jurídica y de políticas, las prácticas nacionales relacionadas con los procesos y autoridades informales. Con respecto a esto último, la información a nivel local puede servir de ayuda para medir el indicador aportando ejemplos e información empírica sobre los efectos positivos y negativos de la bioenergía sobre la sostenibilidad social y la tenencia de la tierra.

9.1: Un enfoque para la medición podría ser dirigirse a los documentos de registro de derechos de tierras y catastros. Este enfoque tiene la ventaja de ser directo y razonablemente objetivo pero tiene sus limitaciones. Los catastros no son necesariamente la única fuente de información sobre los derechos relacionados con una parcela de tierra. La situación se vuelve más compleja en las naciones en vías de desarrollo, en donde:

- existen pocos o ningún documento o registro;
- los registros pueden no estar actualizados o completos;
- los registros y los documentos pueden no reflejar la situación de facto;
- los registros y documentos a menudo se completan con un solo nombre (el jefe de hogar de jure); y

los documentos y registros probablemente no reflejan la variedad de derechos formales e informales que existen a través de la costumbre y la tradición.

Es por eso que, mientras que el análisis de los registros puede cumplir un rol útil en la medición de este indicador, también será beneficioso para las autoridades locales buscar la información necesaria para una muestra de transferencia de tierra para nueva producción bioenergética a través de entrevistas a aquellas personas involucradas y afectadas por la transferencia de la tierra.

9.2: Esta parte del indicador pretende medir el porcentaje de tierra para la cual se obedecen procesos debidos y establecidos para determinar la transferencia de los derechos de tenencia para la nueva producción bioenergética. En particular, se mediría el punto hasta el cual todas los procesos de la transacción fueron libres y voluntarios, todos los acuerdos se hayan negociado de modo apropiado con los tenedores de la propiedad y/o otros derechos de tenencia ya sea por costumbre o por ley formal, y otros interesados, en tanto corresponda, y que se haya incluido a un “vendedor dispuesto”/“comprador dispuesto”, y que exista un proceso formal o informal pero socialmente aceptado por medio del cual la transacción puede llevarse a cabo por el “vendedor” o “comprador”. En caso de que la tierra comunitaria se alquile a una parte privada para nueva producción bioenergética, el indicador puede mostrar si se ha llegado a un acuerdo con la aceptación de todos los representantes de la comunidad, y si los contratos de alquiler otorgan el uso de la tierra para un periodo determinado de tiempo, no propiedad de la tierra en sí mismo. Con respecto a estructuras y procesos informales o sin registro relacionados con los puntos 9.1 y 9.2, se utilizará a las entrevistas con las personas más relevantes (es decir, aquellos con más participación en las transferencias de la tierra en cuestión), informantes claves, grupos relevantes, y autoridades tradicionales de la tierra (por ejemplo, autoridades por costumbre, consejos de las aldeas, etc.) como métodos de medición si la información no está disponible. Además, en caso de que corresponda, podrían utilizarse encuestas por muestreo realizadas por las personas. Asimismo, los regímenes de información oficiales pueden aportar evidencia relevante, a nivel local y/o nacional. Los regímenes de informes nacionales pueden incluir, entre otros, registros nacionales y locales, publicaciones sobre transferencia de tierras por medio de boletines o registros, y/o publicaciones de expedientes y casos judiciales. En algunos casos la examinación de las transferencias de tierras en conflicto para obtener datos relevantes puede ser un medio práctico para identificar desviaciones de la implementación de procesos justos y efectivos, pero debería tenerse cuidado al interpretar esas fuentes de datos. Los regímenes de información voluntarios y/o obligatorios pueden estar dirigidos hacia las buenas prácticas y se espera que los casos en conflicto resalten las malas prácticas. Existen menos probabilidades de que se registren las malas prácticas cuando las disposiciones para tratar con esos casos se consideran débiles.

### Limitaciones anticipadas:

La evaluación del presente indicador es desafiante, en especial con respecto a la necesidad de medir los cambios relacionados con situaciones informales (por ejemplo, la autoridad tradicional de la tierra) y/o procesos (por ejemplo transferencias informales de tierras) ya que la tenencia o

uso informal de la tierra por parte de la gente local pobre puede ser difícil de medir. Además, tales aspectos informales deben incluirse ya que forman una proporción significativa de las estructuras y mecanismos sobre la tenencia de tierras en muchos países en vías de desarrollo. En la mayoría de los países menos adelantados no existe un mercado en el cual la tenencia de la tierra esté completamente organizada y registrada. En consecuencia, la principal suposición del presente indicador es que al combinar información sobre los aspectos formales e informales de la autoridad y procesos de transferencia de tierras relacionados con la nueva producción bioenergética, mostrará una imagen del efecto de la bioenergía sobre los cambios en la tenencia de la tierra en un país. No obstante, la relación entre la tenencia de la tierra y las actividades bioenergéticas puede ser difícil de supervisar y de medir, ya que puede que sea difícil separar el efecto de las actividades bioenergéticas de otros factores, en particular en el caso de las transacciones informales.

Además, el acceso a la tierra es un tema delicado en algunos países. Cuando las exigencias del cumplimiento de las regulaciones son débiles, podrían existir riesgos de obtener datos distorsionados. Entre los medios para mitigar estos riesgos se podría incluir un proceso transparente de multi-participantes locales interesados que involucre a autoridades importantes del gobierno, representantes del sector privado y de la sociedad civil para aportar información y complementar un proceso formal.

La información sobre la transferencia de tierras en áreas protegidas, reservas y/o concesiones de bosques puede no estar disponible o no ser recolectada por parte de las autoridades importantes del gobierno.

### Sentido práctico

#### Requisitos de información:

El indicador se basará en la recolección de la siguiente información:

- Superficie de la tierra (hectáreas y porcentaje de la superficie total de la tierra del país) usada como tierra de acceso común o abierto por la población local, y la tierra de propiedad privada de la población local, a ser dada en concesión para inversiones en la nueva producción bioenergética en las áreas de producción bioenergética (BEPA). Debería otorgarse especial importancia a la superposición de BEPA [Departamento Europeo de Consejeros sobre Políticas] y de los bosques de comunidades e indígenas o comunidades pobres en tanto son más dependientes de los recursos de los bosques.
- Los títulos, los contratos y otros registros formales de la tenencia de la tierra por parte de los inversores bioenergéticos y sociedades que se registraron en el catastro nacional o local.
- La existencia de derechos de la población local de la comunidad sobre las tierras, cantidad (hectáreas y %) de tierras reconocidas legalmente como tierras de la comunidad/comunes.
- La información sobre los aspectos cualitativos de la ejecución de nuevas concesiones bioenergéticas, en particular si:
  - a) se conceden derechos sobre la tierra por constituciones, estatutos y tribunales oficiales;
  - b) se conceden derechos sobre la tierra por otras leyes (consuetudinarias, informales, secundarias, terciarias);
  - c) existe seguridad sobre los derechos anteriormente mencionados en términos de ejecución y aplicación;
  - d) existen derechos relacionados a la tierra o derechos

secundarios que las mujeres pueden ejercer libremente sin que se mencionen específicamente en leyes ya sea formales o informales;

e) existe un acceso efectivo a la adjudicación efectiva, incluyendo al sistema del tribunal u otras procesos de resolución de disputas (FAO, 2002a);

f) el proceso de asignación local de tierras obedeció un proceso debido y, en donde correspondía, aportó la compensación adecuada, y además fue consistente con las obligaciones y compromisos nacionales e internacionales respecto a los derechos de los indígenas y los derechos humanos relevantes;

g) los contratos de venta y alquiler de tierras incluyendo a los contratos con acuerdos para uso temporario son accesibles para todos;

h) se lleva a cabo una supervisión periódica para evaluar los impactos de la bioenergía en los cambios en el acceso y uso de los recursos naturales por parte de las comunidades locales.

• Si la tierra que se usa para la producción bioenergética se considera tierra comunitaria/de uso común es importante reunir información sobre los mecanismos de consulta y participación que lleva a cabo el nuevo propietario con la comunidad local. En caso de que la tierra se reconozca como tierra con derechos de garantía real por la legislación nacional, es importante reunir las evidencias del acuerdo de negociación para alguna compensación entre el nuevo propietario u otra persona en posesión con derecho de tenencia y la comunidad local.

Estos datos pueden obtenerse a nivel nacional por medio de los informes nacionales/internacionales, si están disponibles, o por medio de entrevistas y encuestas en los hogares, aldeas, o al nivel de las unidades del gobierno local (distritos o regiones), ya que estas fuentes tienden a ir más allá de los límites administrativos.

### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

Las bases de datos posibles incluyen registros del gobierno locales, regionales o nacionales sobre derechos y escrituras (en donde pueden encontrarse títulos, contratos, y cualquier otro registro formal de tenencia por parte de los inversores y sociedades bioenergéticas).

La información de referencia debe obtenerse primero (o ser derivada) para conocer el número de personas que dependen de la tierra arable y de la tierra bajo cultivos permanentes, pasturas y praderas permanentes, y áreas forestales y para qué, los derechos de acceso existentes y cómo se los ejerce. Las fuentes de información sobre los tipos diferentes de uso de la tierra son similares a aquellos que se consideran para el Indicador 8 (Uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra con relación a la producción de materia prima bioenergética).

En caso de que los contratos y los acuerdos sobre la gestión no estén disponibles, deberían realizarse encuestas y entrevistas en los hogares para evaluar el cambio en la tenencia y el acceso a la tierra como consecuencia de las actividades bioenergéticas.

Más específicamente, con respecto al punto 9.2, la calidad del proceso de transacción, las fuentes de información, las leyes formales, la evidencia de la práctica (incluyendo a los registros escritos de los procesos de transferencia de tierras y de las entrevistas), y los registros de los expedientes judiciales relacionados con las transacciones de tierras. Debido a que los casos judiciales son únicamente respecto a casos por los cuales la transacción fue objeto de dispu-

tas, en consecuencia, estos casos siguen a los procesos que no se implementaron de manera correcta o justa, se los podría utilizar para identificar desviaciones en los requisitos legales. Asimismo, para que un caso llegue a los tribunales no sólo necesita de cierta calidad y cantidad de pruebas pero además, una cierta calidad de gobernanza. Es por eso que una falta de casos de tribunal no siempre puede interpretarse como una indicación de que se realizaron los procesos debidos como correspondía y de que se obedecieron los procesos establecidos.

### Vacíos de información conocidos:

La falta de información puede aparecer en los registros formales de derechos y escrituras que no se actualizaron al momento de la evaluación del indicador. Sin embargo, la mayoría de la información faltante puede encontrarse al referirnos a las transacciones informales de las cuales no existen registros.

### Procesos internacionales relevantes:

Los temas relacionados con las transacciones de la tierra han sido el objeto de varios procesos internacionales, tales como:

- FAO Voluntary Guidelines on Land Tenure Governance [Directrices Voluntarias sobre la Gobernanza de la Tenencia, FAO]
- Responsible Agro-Investment Initiative (RAI) [Principios de Inversión Agrícola Responsable]
- Round Table on Sustainable Biofuels, in particular their Land Rights Guidelines (RSB, 2011) [Mesa Redonda sobre Biocombustibles Sostenibles, en particular las directrices sobre Derechos a la tierra]
- La Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (en particular la parte de consentimiento, libre, previo e informado)
- El Estándar de Producción Bonsucro que incluye el Estándar de Producción Bonsucro para la UE

### Referencias:

- Department of Economic and Social Affairs. 2004. Division for Social Policy and Development Secretariat of the Permanent Forum on Indigenous Issues Commission on
- Human Rights, Sub-Commission on the Promotion and Protection of Human Rights, Working Group on Indigenous Populations, Twenty-second session, 19-13 Julio 2004.
- EU Task Force on Land Tenure. 2004. Guidelines for support of land policy design and land policy reform processes in developing countries adopted by the EU Council and Parliament. Septiembre.
- FAO. 1995. Cadastral surveys and records of rights in land. ISBN 92-5-103627-6
- FAO. 2001. Good Practice Guidelines for Agricultural Leasing Arrangements ISBN 92-5-104667-0
- FAO. 2002a. Gender and access to land. ISBN 92-5-104847-9
- FAO. 2002b. Land Tenure and Rural Development. ISBN 92-5-104846-0
- FAO. 2008. Bioenergy and land tenure: The implications of biofuels for land tenure and land policy. Land Tenure Technical Paper 1.
- Morton, J. F. 2007. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. PNAS Diciembre 11, 2007 vol. 104 no. 50 19680-19685
- Quan, J. 2010. Science Review SR25: A future for small-scale farming. Foresight Project on Global Food and Farming Futures. Government Office for Science
- RSB. 2011. Land Rights Guideline. RSB-GUI-01-012-01 . Version 2.0. Disponible en <http://rsb.epfl.ch/files/content/sites/rsb2/files/Biofuels/Version%202/Guidelines%20V2/11-03-09%20RSB-GUI-01-012-01%20%28RSB%20Land%20rights%20guidelines%29.pdf>
- Sulle, E., Nelson, F. 2009. Biofuels, land access and rural livelihoods in Tanzania. IIED
- UNDRIP. 2008. United Nations Declaration on the Rights of Indigenous

*Peoples*

- Publicado by the United Nations.07-58681. Marzo 2008. Disponible en [http://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/DRIPS\\_en.pdf](http://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/DRIPS_en.pdf). [Consulta: noviembre 2011].
- UNED. 2001. *Multi-Stakeholder Processes A Methodological Framework. A UNED Forum (Draft) Report by Minu Hemmati, abril.*
- World Bank. 2003. *Land Policies for Growth and Poverty Reduction.* Oxford University Press.
- World Bank. 2006. *Biodiversity and Forests at a Glance.*

[com/standard/index.html](http://www.fao.org/nr/tenure/voluntary-guidelines/en/). [Consulta: noviembre 2011].

- FAO Voluntary Guidelines on Land Tenure Governance. <http://www.fao.org/nr/tenure/voluntary-guidelines/en/> [Consulta: noviembre 2011].
- FPIC. Free, Prior and Informed Consent. <http://www.un.org/News/Press/docs/2007/hr4926.doc.htm>. [Consulta: noviembre 2011].
- ICCPR. International Covenant on Civil and Political rights. <http://www2.ohchr.org/english/law/ccpr.htm>. [Consulta: noviembre 2011].
- RAI. Responsible Agro-Investment Initiative. <http://www.responsibleagroinvestment.org/rai/node/232>. [Consulta: noviembre 2011].

**Fuentes electrónicas:**

- Bonsucro. Better Sugarcane Initiative. *Bonsucro Production Standard, including Bonsucro EU Production Standard* <http://www.bonsucro.com>

- 
- 45 En el resto de la hoja de metodología, el término “tierra” se refiere a “tierra arable y a tierra bajo cultivos permanentes, pasturas y praderas permanentes, y área forestal”, de acuerdo con la terminología de FAOSTAT.
- 46 RSB Land Rights Assessment Guidelines, versión 1.0
- 47 Las obligaciones y compromisos internacionales relevantes pueden incluir, en tanto sea apropiado, la Oficina de Alto Comisionado para los Derechos Humanos (ICCPR, por sus siglas en inglés, véase la sección de referencias electrónicas) y la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (UNDRIP, 2008) y su concepto de consentimiento libre, previo e informado (FPIC, véase la sección de fuentes electrónicas).
- 48 La ICCPR establece en su Artículo 1 (2): Para el logro de sus fines, todos los pueblos pueden disponer libremente de sus riquezas y recursos naturales, sin perjuicio de las obligaciones que derivan de la cooperación económica internacional basada en el principio de beneficio recíproco, así como del derecho internacional. En ningún caso podrá privarse a un pueblo de sus propios medios de subsistencia.
- 49 El artículo 18 de la UNDRIP establece que “Los pueblos indígenas tienen derecho a participar en la adopción de decisiones en las cuestiones que afecten a sus derechos, por conducto de representantes elegidos por ellos de conformidad con sus propios procedimientos, así como a mantener y desarrollar sus propias instituciones de adopción de decisiones. El artículo 19 establece que “Los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por medio de sus instituciones representativas antes de adoptar y aplicar medidas legislativas o administrativas que los afecten, a fin de obtener su consentimiento libre, previo e informado”.
- 50 Una escritura es un instrumento escrito que registra una transacción que afecta, o que pretende afectar un derecho. Una escritura se ejecuta únicamente cuando existe algún cambio en la posesión de un derecho y un registro de escrituras es un registro de transacciones que se llevan a cabo con derechos y no de los derechos en sí mismos (FAO, 1995).
- 51 Véase la sección de referencias y fuentes electrónicas

## Indicador 10

### Precio y oferta de una canasta alimentaria nacional

#### Descripción:

Efectos de la producción y uso nacional de la bioenergía sobre el precio y oferta de una canasta alimentaria, que es un conjunto de alimentos representativos al nivel nacional, incluidos los principales cultivos básicos, medidos a nivel nacional, regional, y/o de hogar teniendo en cuenta:

- Los cambios en la demanda de productos alimenticios para alimentos de humanos y de animales y fibra;
- los cambios en la importación y exportación de productos alimenticios;
- los cambios en la producción agrícola debidos a las condiciones climáticas;
- los cambios en los costes agrícolas derivados de los precios del petróleo y otras energías; y
- el impacto de la volatilidad e inflación de los precios de los alimentos en el nivel de bienestar nacional, regional y/o doméstico, tal y como ha sido determinado en el país .

#### Unidad(es) de medición:

Toneladas; USD; moneda nacional; y porcentaje

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica a la producción y el uso de la bioenergía, y a todas sus materias primas/ usos finales/ trayectorias.

#### Relación con los temas:

Además del uso y la producción nacional bioenergética, otros factores numerosos pueden afectar el precio y la oferta de una canasta de productos alimentarios, entre estos factores se incluye a la demanda de productos alimenticios para alimentos, forrajes y fibra; a las importaciones y exportaciones de productos alimenticios; a las condiciones climáticas; a los precios energéticos; y a la inflación. El presente indicador pretende medir el impacto del uso y producción nacional bioenergética sobre el precio y la oferta de una canasta de productos alimentarios en el contexto de otros factores relevantes. La canasta de productos alimentarios se define a nivel regional y/o nacional e incluye a los cultivos básicos, es decir, a los cultivos que constituyen la parte dominante de una dieta y aportan la mayor parte de las necesidades energéticas y nutritivas de los individuos en un país determinado. Además, el indicador pretende evaluar el impacto de los cambios en los precios de los componentes de la canasta de productos alimentarios a nivel nacional, regional y de bienestar doméstico.

El presente indicador se encuentra fuertemente interrelacionado con numerosos temas sobre sostenibilidad que incluyen al uso de la tierra, a los ingresos y a la infraestructura. Como tal, el presente indicador también se relaciona con los temas de Cambio en el uso de la tierra, que incluye a los efectos indirectos, Desarrollo social y rural (y en particular, el Indicador 12.1 (Creación de una red de trabajo) y el Indicador 11 (Cambio en los ingresos) y Seguridad/Infraestructura energética y logísticas para la distribución y uso.

#### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

El presente indicador pretende medir, a través de la metodologías descritas en la sección de Base Científica, el impacto del uso y producción bioenergéticos (en el contexto de otros factores relevantes) sobre el precio y la oferta de una canasta de productos alimentarios, que es un conjunto de productos alimenticios definido a nivel nacional que incluye a los cultivos principales, medidos a nivel nacional, regional, y/o doméstico. Asimismo, el presente indicador pretende evaluar los impactos en el bienestar de los cambios en los precios que se midieron a nivel nacional, regional, y/o doméstico. La producción bioenergética puede contribuir a un incremento en la producción agrícola (Díaz-Chavez, 2010) que da como resultado un incremento en la oferta de los cultivos básicos para los alimentos que dependen de ellos y que usan para forrajes, fibra, combustible y/o exportación. Por otro lado, la producción bioenergética podría conducir a una reducción en la oferta nacional de los cultivos básicos disponibles para los alimentos debido a una reducción en la disponibilidad de estos cultivos y/o aumento en la porción de estos que se emplea para forrajes, fibra y/o combustible; a menos que la brecha entre la oferta y la demanda nacional se achique por medio de la importación.

Además, la producción de materia prima bioenergética puede alterar la demanda de los insumos, tales como tierra, agua y fertilizantes que se utilizan en la producción de los cultivos básicos principales. Lo que puede conducir a un cambio en la demanda de estos insumos, y por ende podría influir en sus precios. Parte de este cambio en el precio puede trasladarse al precio final de los productos alimenticios, que incluyen a los cultivos básicos principales.

Los cambios en los precios de los cultivos básicos principales (debido a la producción bioenergética) tendrán una dimensión tanto nacional/local como internacional. En el caso de los productos no comercializados tales como la mandioca en África, los precios nacionales reflejarían, al menos en parte, los cambios en la oferta y la demanda nacional (que incluyen al alimento y al combustible) para estos cultivos. Sin embargo, sería necesario observar factores adicionales. Muchas de estas variaciones en los precios nacionales de estos cultivos puede relacionarse con las variaciones en los precios internacionales debido a factores externos y, por ende, la producción bioenergética nacional tendría un impacto limitado (Minot, 2010, Robles, 2011).

#### Comparación con otras fuentes de energía:

Puede hacerse una comparación con cualquier fuente de energía que compita por la tierra y otros insumos usados en la producción de alimentos (por ejemplo, otros recursos renovables con base terrestre como el solar y el eólico). De modo similar, puede hacerse una comparación con los combustibles fósiles, que son en sí mismos un insumo para la producción alimentaria y cuyos cambios en el precio, que se encuentra ligado a la demanda, se transmitirá a los precios de los alimentos. Nótese que ciertos elementos del enfoque metodológico que se describen más adelante tendrían que adaptarse ligeramente para permitir la comparación con otras fuentes de energía.

#### Base científica

#### Enfoque metodológico:

## Resumen

La medición del presente indicador consiste de dos etapas principales, la segunda comprende tres niveles, los cuales aportan un conjunto de enfoques cada vez más complejos para la evaluación de los efectos de la producción bioenergética y el uso nacional (en el contexto de otros factores relevantes) sobre el precio y la oferta de canastas de productos alimentarios determinadas a nivel nacional:

**Etap 1:** Determinación de las canastas de productos alimentarios relevantes y sus componentes; y

**Etap 2:** Evaluación de las relaciones entre el uso bioenergético y la producción nacional y, los cambios en la oferta y/o precios de los componentes relevantes de las canastas de productos alimentarios:

- **Nivel I:** "Indicación Preliminar" de los cambios en el precio y/o oferta de las canastas de productos alimentarios y/o sus componentes en el contexto de los desarrollos bioenergéticos que surgen de la recopilación de datos sobre el precio y la oferta.

- **Nivel II:** "Evaluación descriptiva causal" del rol de la bioenergía (en el contexto de otros factores) en los cambios que se observaron en el precio y/o oferta; y

- **Nivel III:** "Evaluación cuantitativa" mediante el uso de enfoques tales como técnicas de series cronológicas y Modelo multisectorial de equilibrio general (CGE, por sus siglas en inglés) o Equilibrio Parcial (PE, por sus siglas en inglés).

La recopilación y el análisis de datos sobre el precio y la oferta de alimentos sirve de base para comprender el impacto de la bioenergía sobre los alimentos y los productos del mercado, sin embargo no aporta información sobre el impacto de los cambios en el precio y la oferta del bienestar a nivel nacional, regional y doméstico. Con el fin de trasladar los datos y los análisis recolectados y descriptos en las etapas y niveles mencionados anteriormente, se proveen metodologías adicionales para evaluar los impactos que tienen en el bienestar de la inflación y de la volatilidad de los precios alimentarios a nivel nacional, regional y doméstico. Conectar los datos económicos con los impactos del bienestar es de fundamental importancia y, se anima a los usuarios del indicador a utilizar las herramientas de estos impactos del bienestar en conjunto con cualquiera de los niveles mencionados anteriormente y/o individualmente como respuesta a la inflación y la volatilidad de los precios alimentarios.

**El paso 1,** "determinar la canasta o las canastas alimentarias relevantes y sus componentes", es un requisito previo a la evaluación de todo el indicador. En este paso se identifica la canasta o canastas alimentarias relevantes y sus componentes.

**El paso 2,** con sus tres niveles, facilita un abanico de enfoques, del más sencillo al más complejo, para evaluar los efectos de la producción nacional y el uso de la bioenergía. Para cada uno de ellos deben recogerse y analizarse distintos tipos de información.

Se anima a los usuarios de este indicador a evaluarlo con la máxima de amplitud posible. No obstante, los usuarios podrían decidir utilizar uno o varios de estos niveles en función de sus necesidades, así como de la información y recursos disponibles. Si, en el contexto de niveles crecientes de producción y/o uso de bioenergía, la "indicación preliminar" (paso 2, nivel I) detectase una reducción en la oferta de la canasta o canastas alimentarias y/o de sus compo-

ponentes alimentarios, y/o un aumento de los precios "reales" de dicha canasta o canastas, se podría llevar a cabo una "evaluación descriptiva causal" de las reducciones de oferta o de los aumentos de precios constatados. Si este análisis indicara que existe una alta probabilidad de que la demanda de bioenergía moderna de un país determinado llevase a una presión a la baja en la oferta -y una presión al alza en los precios- de la canasta o canastas alimentarias relevantes y/o de sus componentes, podría efectuarse la "evaluación cuantitativa" (esto es, paso 2, nivel III), mediante técnicas de series cronológicas o modelos de Equilibrio general computable (CGE) o Equilibrio parcial (PE), con el fin de cuantificar estos impactos de la bioenergía en el contexto de otros factores (paso 2, grupo III). Los efectos sobre el bienestar, tanto a nivel nacional como familiar, han de ser evaluados, sea cual sea el nivel elegido en el paso dos. Más adelante se describen metodologías específicas para evaluar estos impactos a nivel nacional y doméstico (los denominados "efecto de las condiciones de intercambio" y "ratio de beneficio neto", respectivamente) se describen más adelante en la sección de la etapa 3.

Se anima a los usuarios de este indicador a prestar especial atención a las variaciones en el precio de la canasta de alimentos local y a los cambios en la oferta en las zonas vulnerables o que viven en inseguridad alimentaria, así como a los impactos de estas variaciones sobre el bienestar de los hogares. El mapeo de estas áreas y la identificación de los grupos más vulnerables podrían ser muy útiles en este contexto, ya que ayudarían a los países a centrar el objeto de análisis de los impactos nacionales de la bioenergía, y la posibilidad de comenzar por los grupos y zonas más vulnerables aumentaría la eficiencia de la evaluación. Los datos y análisis que comparan el comportamiento del precio y oferta de la canasta alimentaria en las distintas localidades y grupos de población brindan la oportunidad de realizar un análisis transversal y de conectar este indicador con temas como El cambio en el uso de la tierra (incluyendo sus efectos indirectos), El desarrollo rural y social, El desarrollo económico y La seguridad energética/infraestructura y logística para la distribución y uso. La producción nacional y el uso de bioenergía derivada de los productos básicos agrícolas podrían influir en los precios a nivel internacional. En los países y regiones bien conectados con los mercados internacionales, estos efectos internacionales podrían crear un bucle e influir en el precio y oferta de su canasta o canastas alimentarias nacionales. Este efecto de retroalimentación estaría limitado a los países o regiones que utilizan las principales materias primas para generar bioenergía y están entre los principales importadores o exportadores de estas mismas materias primas. En estos casos, la evaluación de este indicador implicaría analizar los efectos de la producción nacional y el uso de bioenergía en los mercados internacionales y cómo esto repercute sobre los precios nacionales de los componentes relevantes de la canasta alimentaria del país. Esto puede hacerse mediante enfoques cuantitativos de varios grados de complejidad, como los modelos y las técnicas de series cronológicas, que se describen en la sección 3. La medición de los impactos de la producción y uso nacional de bioenergía en los precios internacionales no es relevante para los países que no desempeñan un rol significativo en el mercado internacional de las materias primas utilizadas en el sector nacional de la bioenergía. Por otra parte, con el fin de desagregar los efectos de la producción y uso nacional de bioenergía sobre el precio y la oferta de los elementos de la canasta alimentaria en países que no tienen influencia sobre el precio, algunos

enfoques metodológicos requieren el análisis de aquellos factores internacionales que afectan sustancialmente a los precios y a la oferta de alimentos en un país. Enlazando con esto, se debería considerar, cuando sea relevante, no solo el cultivo en cuestión, sino también los elementos de las canastas alimentarias nacionales cuya oferta y precios podrían verse afectados por dicho cultivo, con el fin de poder contar con posibles efectos en cadena (véase por ejemplo CBO, 2009). En otras palabras, esto debería ser considerado cuando hay un posible desplazamiento desde el punto de vista de la producción (en lo que se refiere a la tierra) o el consumo (en lo que se refiere a los alimentos). La evaluación descriptiva causal (paso 2, nivel II) permite hacer esto desde un punto de vista cualitativo, y el nivel III del paso 2 presenta enfoques cuantitativos para llevar a cabo este análisis.

Mucha de la información necesaria para medir este indicador se encuentra en estadísticas internacionales, nacionales y/o locales. Si se considera necesario por parte de la autoridad nacional competente, también se pueden utilizar encuestas de mercado para complementar e integrar los datos utilizados para evaluar el indicador. Por último, con el fin de colmar posibles lagunas restantes en la información y el análisis, la autoridad nacional competente puede buscar aportaciones de expertos con una comprensión profunda del mercado nacional y/o local de las materias primas agrícolas relevantes (incluyendo sus vínculos con el mercado internacional) y de los sectores de la alimentación, alimentos de animales y combustibles. Entre estos expertos podría haber, por ejemplo, economistas, científicos y expertos en análisis provenientes de distintos grupos de partes interesadas, tal y como considere adecuado y oportuno la autoridad nacional competente.

### Metodología detallada.

**Etapa 1:** Determinar la canasta o canastas alimentarias relevantes y sus componentes

El primer paso para la medición de este indicador es la identificación de la canasta o las canastas alimentarias “representativas” (Flores y Bent, 1980). Estas canastas, que deben reflejar patrones actualizados de consumo de alimentos, pueden ser determinadas, por ejemplo, clasificando las materias primas alimentarias según su aportación a la media del consumo per capita de calorías (ya sea mediante su consumo directo o a través de los alimentos en los que esta materia prima es procesada), de los cuales n los “principales cultivos básicos”, que probablemente representan el mayor porcentaje en los países en desarrollo. Sin duda, los productos alimenticios más significativos en la dieta de la población deben estar incluidos en la canasta alimentaria.

A los países les resultaría muy alentador definir también una “canasta alimentaria de bajos ingresos”, que incluyese los principales cultivos y alimentos consumidos por los hogares del quintil de población con menores ingresos, que son especialmente vulnerables a la inseguridad alimentaria (Meade y Rosen, 2002). Los países de gran superficie con diferencias significativas en la dieta entre regiones y/o segmentos de población deberían considerar la necesidad de especificar canastas regionales o locales. Además, si un país está interesado en evaluar los efectos de su demanda/uso nacional de bioenergía sobre el mercado internacional, debería considerar también cómo afecta su demanda/uso al precio y oferta de las principales materias primas agrícolas comercializadas a nivel internacional y/o de los principales cultivos básicos regionales (p. ej., el maíz y la mandioca en África Subsahariana).

En general, los esquemas de consumo alimentario no están sujetos a variaciones rápidas, especialmente en los países en desarrollo. Si estos cambios llegasen a producirse, habría que ajustar convenientemente la canasta alimentaria. En casos que estos cambios ocurren, sería importante identificar y analizar los principales factores que han propiciado tales cambios, con el fin de evaluar el rol desempeñado (si es que lo hay) por la bioenergía.

Se anima a los usuarios de este indicador a monitorear los efectos del uso y producción nacional de bioenergía sobre la calidad nutricional de la canasta alimentaria con el paso del tiempo. Para poder hacerlo habría que comparar la canasta alimentaria “representativa”, y su desarrollo a lo largo del tiempo, con una canasta “nutritiva” que cumpla con las principales directrices nutricionales, a la vez que refleje la variedad de alimentos consumidos habitualmente en un país. La canasta alimentaria “nutritiva” debe tener una cantidad suficiente de alimentos por día y contener grupos específicos de alimentos y nutrientes habituales en los patrones de consumo alimenticio del país. Hay numerosas fuentes de información para estos patrones alimenticios, entre ellos una recopilación de distintos países de guías nutricionales, basadas en alimentos, mantenida por la FAO, y los estándares de varias agencias gubernamentales de EE.UU., como USAID y USDA (IOM, 2002 and 2004).

**Paso 2:** Evaluar los vínculos entre el uso y la producción nacional de bioenergía y los cambios en la oferta y/o precios de los componentes relevantes de dicha canasta o canastas.

Tras definir la canasta o canastas alimentarias relevantes, el siguiente paso es evaluar si la producción de y/o el uso de bioenergía ha aumentado significativamente en el país (desde la última vez que fue medido el indicador), y si esto ha ido acompañado de cambios significativos en el precio y/u oferta de la canasta o canastas alimentarias identificadas y/o de sus componentes. Se proponen tres formas de llevar a cabo esta evaluación, a las que de aquí en adelante se denominan niveles, desde el más sencillo (nivel I) al más complejo (nivel III).

**Nivel I:** “Indicación preliminar” de los cambios en el precio y/u oferta de la canasta o canastas alimentarias y/o de sus componentes, en el contexto de los desarrollos de bioenergía.

Se necesita información sobre los siguientes factores:

- Niveles de uso y producción nacional de bioenergía;
- oferta de la canasta o canastas alimentarias y sus componentes desagregados por uso final (alimentación, forrajes, fibra y combustible); y
- precios “reales” (es decir, ajustados a la inflación) de la canasta o canastas alimentarias y sus componentes.

La oferta nacional de un cultivo determinado es la suma de la producción nacional y las importaciones menos las exportaciones. Si un cultivo es almacenado, también deberían considerarse las reservas nacionales, ya que podrían reducir (si quedan almacenadas) o aumentar (si se da salida al mercado a las reservas de años precedentes) el suministro de un cultivo durante un periodo determinado de tiempo. Normalmente, las estimaciones de la producción de un cultivo se realizan a nivel de distrito y después se combinan para construir el escenario nacional, mientras que los datos de importaciones, exportaciones, reservas y uso son normal-

mente disponibles a nivel nacional. Además, FAOSTAT facilita series cronológicas y datos transversales sobre la producción y comercio de los cultivos básicos para unos 200 países.

Una vez determinada la oferta nacional de un cultivo, deben recogerse datos de las estadísticas nacionales sobre qué porcentaje de este suministro es utilizado para alimento de animales, fibra y combustible, y cuál queda disponible para alimentación. Si se considera oportuno, se pueden utilizar encuestas de mercado para complementar e integrar esta información. Por último, con el fin de colmar posibles lagunas restantes en la información, se puede recabar la aportación de expertos convocados por las autoridades nacionales competentes. Este enfoque facilitaría una estimación preliminar y cualitativa sobre el rol potencial desempeñado por la producción y uso de bioenergía si se constatase una disminución de la oferta o un aumento de los precios de los componentes de la canasta alimentaria.

Con respecto a los precios de la canasta o canastas alimentarias y sus componentes, hay información detallada disponible en la mayoría de las estadísticas oficiales de los países, tanto a nivel nacional como, en la mayoría de los casos, a nivel local. La Red de sistemas de alerta temprana contra la hambruna de USAID (FEWS NET) y el Sistema mundial de información y alerta sobre la alimentación y la agricultura de la FAO (SMIA)<sup>55</sup> pueden aportar información detallada y actualizada sobre los precios alimentarios para los países en los que no hay datos de mercado disponibles fácilmente. Además, se pueden llevar a cabo encuestas de mercado para colmar los vacíos de información que pudiesen existir.

Si la producción de bioenergía se distribuye en el país en proporción a los principales patrones de producción de cultivos básicos, un enfoque nacional debería ser suficiente. Sin embargo, si la bioenergía se produce en regiones localizadas, habría que considerar también el nivel local de precios y sus variaciones. Por ejemplo, habría que distinguir los precios de la canasta o canastas alimentarias y sus componentes básicos entre zonas rurales y urbanas. Esta división captaría también implícitamente las diferencias en los componentes importados de la canasta en hogares urbanos y los costes de transacción Miembros al transporte de los mismos desde zonas rurales a urbanas. En el caso de zonas rurales, sería especialmente importante abordar aquellas en las que la producción de alimentos está siendo desplazada. Por último, como mencionábamos antes, se debería prestar especial atención a las variaciones en el precio y oferta de la canasta alimentaria local en las zonas de inseguridad alimentaria o más vulnerables.

Si hay un incremento significativo en el precio de la canasta o canastas alimentarias identificadas y/o sus componentes, es importante conseguir también una indicación inicial de sus consiguientes implicaciones para el bienestar, tanto a nivel nacional como de hogar. Para poder hacerlo y poder identificar los países y grupos de población que se beneficiarían y los que saldrían perjudicados, habría que determinar la posición comercial neta, tanto del país en su conjunto (es decir, si el país es exportador o importador neto) como de los hogares (o sea, si los hogares son productores o consumidores netos de productos alimentarios), respecto a los componentes de la canasta alimentaria que han experimentado un aumento de precio.

Como se explica detalladamente en la sección de impacto sobre el bienestar, un aumento en el precio de una determinada materia prima tendrá efectos positivos en el bienestar en países exportadores netos o en los hogares que son productores netos de esta materia prima. Por otro lado, los

países que son importadores netos de productos alimentarios y los hogares que son consumidores netos se verán afectados negativamente por el aumento de precio. En consonancia con el carácter “rápido y sencillo” de este nivel, la estimación de los impactos sobre el bienestar nacional y los hogares debería basarse en las aportaciones de los expertos convocados por la autoridad competente. Una estimación más cuantitativa de esto requeriría el uso de metodologías como las relaciones de intercambio, respecto al nivel de bienestar nacional, y la ratio de beneficio neto, para el bienestar a nivel doméstico. Estas metodologías están descritas más adelante, en la sección relacionada con el bienestar.

Si, en el contexto de niveles crecientes de la producción y/o uso de bioenergía, la “indicación preliminar” detectase una reducción en la oferta de la canasta o canastas alimentarias y/o de sus componentes alimentarios más importantes, y/o un aumento de los precios “reales” de dicha canasta o canastas y/o sus componentes, puede llevarse a cabo una “evaluación descriptiva causal” (paso 2, nivel II) del rol de la bioenergía (en el contexto de otros factores relevantes) en las reducciones de oferta y/o aumento de los precios constatadas. Esta evaluación también sería útil en el caso de variaciones significativas en la composición de la canasta o canastas alimentarias, especialmente cuando se reduce la diversidad de estas.

**Nivel II:** “Evaluación descriptiva causal” del rol de la bioenergía (en el contexto de otros factores) en los cambios observados en el precio y/u oferta

La evaluación descriptiva causal aquí descrita trata de determinar el porcentaje de demanda de bioenergía moderna de un país que se cubre con cada una de las cinco formas descritas a continuación, ya que distintas combinaciones de las mismas están relacionadas con distintos niveles de probabilidad de una presión a la baja de la oferta (y de una presión al alza en los precios) de la canasta o canastas alimentarias relevantes y/o de sus componentes. Este tipo de evaluación debería ser realizado por un equipo de expertos identificados por la autoridad nacional competente, así como estar basado en la información extraída de las estadísticas nacionales u obtenidas a través de encuestas de mercado.

La evaluación descriptiva causal representada en el esquema adjunto titulado “Evaluación descriptiva causal” y descrita a continuación, trata de facilitar una indicación de la probabilidad de que la demanda de energía moderna en un país determinado resulte en una presión a la baja de la oferta (y una presión al alza de los precios) de la canasta o canastas alimentarias relevantes y/o de sus componentes. Hay que considerar una serie de factores relevantes relacionados tanto con la oferta como con la demanda a la hora de realizar esta evaluación.

Entre ellos, habría que tener en cuenta: los cambios en la demanda de alimentos o alimentos de animales, los precios energéticos que afectan a la demanda de bioenergía y a los precios de los insumos/alimentos y las condiciones climáticas que influyen en la oferta (así como las respuestas a las mismas).

Como se explica detalladamente a continuación, para poder determinar si esta probabilidad es alta o baja, la evaluación descriptiva causal trata de determinar cómo se ha cubierto la demanda de bioenergía moderna, considerando también las fuentes de materias primas para bioenergía (p. ej., la expansión de la superficie agrícola versus los aumentos de rendimiento), así como los posibles efectos derivados de la coproducción de alimentos de animales.

En el esquema, la probabilidad de una presión a la baja en la oferta y al alza en los precios queda indicada con una “marca de verificación” o “check mark” (✓). Los escenarios en los que es posible que la producción y uso de bioenergía conlleven una presión a la baja en la oferta y al alza en los precios de los alimentos están identificados con una “lupa” (🔍), que indica la necesidad de un análisis futuro. Cada uno de los cinco medios de obtención de materias primas para bioenergía que se discuten a continuación están indicados con distintos colores en el esquema. El esquema a color solo pretende clarificar la presentación y facilitar el seguimiento del flujo de información dentro del mismo. En el nivel III se describen metodologías para el análisis futuro y se incluye el uso de métodos cuantitativos, como las técnicas de series cronológicas o los modelos de Equilibrio general computable (CGE) y/o Equilibrio parcial (PE) descritos en este nivel. La evaluación descriptiva causal debería bastar por sí sola para ofrecer a los países una indicación de posibles acciones correctivas que podrían mitigar los riesgos identificados.

La evaluación descriptiva causal puede ser utilizada no sólo para identificar los riesgos creados por la producción y uso de bioenergía sobre la seguridad alimentaria, pero también para encontrar posibles formas de compensar el aumento de demanda generado por la producción de bioenergía. La demanda de bioenergía moderna en un país determinado puede cubrirse mediante cualquier combinación de las siguientes opciones:

- A. importaciones;**
- B. desechos no agrícolas;**
- C. residuos derivados de la agricultura, la pesca y la silvicultura;**
- D. producción adicional de cultivos;**
- E. desviación de cultivos**

### A. Importaciones

Si la demanda de bioenergía de un país determinado es cubierta mediante importaciones, es poco probable que esta demanda afecte a la oferta nacional o a los precios de la canasta o canastas alimentarias y/o de sus componentes en el país en cuestión. En estos casos, la probabilidad de una presión a la baja en la oferta (y al alza en los precios) en la canasta o canastas alimentarias relevantes sería más bien baja.

Cubrir la demanda nacional de bioenergía moderna a través de importaciones puede tener un impacto sobre el mercado internacional y los mercados desde los que se importa la bioenergía y/o la materia prima para producirla.

Con el fin de determinar el alcance de estos impactos, los países importadores podrían evaluar los efectos que tienen sus importaciones sobre el precio y oferta internacional de estos productos, utilizando los enfoques cuantitativos descritos en el nivel III. Teniendo en cuenta los vínculos existentes entre los mercados internacionales y nacionales, este análisis de los efectos internacionales podría aportar también información relevante acerca de los potenciales cambios en el precio y oferta de productos básicos de la canasta alimentaria a nivel nacional.

Aunque trasciende el ámbito de este indicador, los países involucrados en el comercio de bioenergía y materias primas para bioenergía podrían decidir, sobre bases puramente voluntarias, colaborar en el intercambio y análisis de información acerca del impacto del comercio de la bioenergía y las materias primas para bioenergía sobre sus respectivas canastas alimentarias nacionales.

### B. Desechos no agrícolas

La bioenergía moderna puede generarse a partir de desechos no agrícolas. Por ejemplo, puede obtenerse biogas a partir del componente orgánico de los residuos sólidos municipales o de las aguas residuales. Si la demanda de bioenergía moderna en un país determinado es cubierta a partir de este tipo de residuos, la probabilidad de una presión a la baja en la oferta (y al alza en los precios) de la canasta alimentaria relevante y/o de sus componentes sería baja. Este escenario positivo está indicado con una marca de verificación.

### C. Residuos derivados de la agricultura, la pesca y la silvicultura

La bioenergía moderna puede generarse a partir de residuos derivados de la agricultura, la pesca y la silvicultura. Puede obtenerse biogas, por ejemplo, del estiércol del ganado, y se puede obtener una segunda generación de biocombustibles líquidos a partir de los residuos lignocelulósicos derivados de la agricultura y la silvicultura. Deberían analizarse los cambios en la disponibilidad de alimentos de animales derivados del uso de los residuos para la producción de bioenergía moderna y la generación de productos colaterales Miembros (C1), y tenerse en cuenta en el contexto del apartado E (desviación de cultivos del mercado de alimentos y alimentos de animales). Los residuos agrícolas y forestales se utilizan también para otros fines, como la alimentación animal, el manejo del suelo (para prevenir la erosión del mismo sirviendo como cubierta o como fuente de carbono orgánico y otros nutrientes para el suelo). Si se utilizan residuos agrícolas y forestales para producir bioenergía moderna, es importante evaluar cómo queda afectada la calidad del suelo, tal y como lo mide el indicador 2 (“calidad del suelo”) de la Asociación Mundial de la Bioenergía (GBEP). Si no hay una reducción significativa de la calidad del suelo, la probabilidad de una presión a la baja en la oferta (y al alza en los precios) de la canasta o canastas alimentarias y/o de sus componentes relevantes será probablemente baja (marca de verificación) (C2). Si esta reducción tuviese lugar (C3), la probabilidad sería alta (lupa). En las zonas rurales de los países en desarrollo, los residuos agrícolas y forestales constituyen una importante fuente de combustible para cocinar y dar calor (esto es el uso tradicional de la energía de la biomasa). La bioenergía moderna obtenida de los residuos podría sustituir, al menos parcialmente, los usos tradicionales de biomasa (incluidos los residuos), tal y como se recoge en los indicadores 14 (Uso de bioenergía para extender el acceso a servicios energéticos modernos) y 20 (Cambios en el consumo de combustibles fósiles y el uso tradicional de biomasa). Así se reduciría la demanda de residuos para estos usos tradicionales. El indicador 3 de GBEP (Niveles de recolección de los recursos madereros) también podría informar y ser informado en esta sección, ya que está relacionado con la recolección de recursos madereros, incluidos los residuos forestales, para la producción de bioenergía moderna. El uso de residuos agrícolas y forestales para la producción de bioenergía moderna generará una serie de productos colaterales. Tales coproductos (que podrían definirse como residuos “secundarios”) podrían reemplazar, al menos en parte, el uso de los residuos agrícolas y forestales “primarios” para alimento de animales, manejo de suelos y/o uso tradicional de la biomasa para generar energía. El biólodo, por ejemplo, que es un coproducto de la producción de biogas a partir del estiércol del ganado, puede ser utilizado como fertilizante y/o alimento de animales (Marchaim, 1992).

## D. Producción adicional de cultivos

La demanda de bioenergía moderna puede cubrirse mediante una respuesta por el lado de la oferta, o, en otras palabras, con la producción adicional de un determinado cultivo o materia prima para bioenergía inducida por una demanda adicional del mismo. La producción adicional de un cultivo A puede lograrse mediante la expansión de la superficie cultivada (D1) y/o un aumento del rendimiento (D2).

Cuando se utilice esta cantidad adicional de cultivo A para producir bioenergía moderna, se generará una serie de productos colaterales. Tal y como se muestra en la figura (véase la página 29), dichos coproductos (restando aquellos Miembros a la producción desplazada de alimentos y alimentos de animales a partir del mismo cultivo) tienen que ser considerados en el contexto del apartado E (desviación de cultivos del mercado de alimentos y alimentos de animales).

Respecto a esta cuarta opción (es decir, "producción adicional del cultivo A"), cada cultivo utilizado como materia prima para bioenergía moderna debe ser examinado según la evaluación descrita en la siguiente subsección.

### D.1. Aumento de tierra cultivada

El aumento de la superficie de tierra cultivada con el producto A (D1) puede lograrse a través de la expansión agrícola (D1a) y/o a través del desplazamiento (por el cultivo A) de los productos incluidos (o no incluidos) en la canasta alimentaria (D1b y D1c, respectivamente). Si el aumento de la superficie cultivada con A es resultado de la expansión agrícola (D1a), es importante tener en cuenta qué cambios han tenido lugar en el uso de la tierra, tal y como se mide en el indicador 8 de GBEP (Uso de la tierra y cambios en el uso de la tierra relacionados con la producción de materias primas para bioenergía), y porqué los cambios en el uso de la tierra podrían afectar a una serie de bienes y servicios del ecosistema que son importantes para la seguridad alimentaria.

Para determinar si la expansión agrícola está asociada a una mayor o menor probabilidad de presión a la baja sobre la oferta y/o alza sobre los precios de la canasta o canastas alimentarias y/o sus componentes relevantes, debería evaluarse la eficiencia de la producción del cultivo A (medida en términos de rendimiento/insumos) en la nueva superficie de tierra. La eficiencia del uso del agua, tal y como aparece medida en el indicador 5 de GBEP, (Uso y eficiencia del agua) también puede ser considerada. Si la eficiencia es la misma, o superior, a la media en el país del cultivo A (D1a1), la probabilidad de una presión a la baja sobre la oferta y/o al alza sobre los precios será baja (marca de verificación); si la eficiencia es menor a la media (D1a2), esta probabilidad será alta (lupa). En este caso el aumento de la superficie cultivada con A provocará una reducción de la productividad media de este cultivo y llevará a un aumento de la demanda de insumos y agua (también a nivel internacional), y con esto a una potencial disminución de su disponibilidad y/o a un aumento de su precio, que podría ser transmitido, al menos parcialmente, al precio de la canasta o canastas alimentarias y/o sus componentes. Aumentar la superficie utilizada para cultivar A puede desplazar la producción de productos agrícolas no incluidos en la canasta alimentaria (D1b). Algunos ejemplos de estos productos no incluidos en la canasta alimentaria incluyen productos agrícolas como los utilizados para obtener fibra, u otros usos como el algodón y el tabaco. En este caso, es importante constatar si el desplazamiento de estos cultivos no alimentarios puede provocar el desplazamiento de los productos de la canasta alimentaria: si los productos de la canasta alimentaria no son despla-

zados (D1b1), la probabilidad de una presión sobre la oferta y/o los precios de la canasta o canastas alimentarias y/o sus componentes será baja (marca de verificación); si hay un desplazamiento (D1b2) que resulta en una reducción significativa de la disponibilidad nacional de los productos desplazados de la canasta alimentaria, la probabilidad de presión sobre la oferta y los precios será alta a nivel nacional y se hará necesario un estudio más en profundidad (lupa). Si este desplazamiento de los productos de la canasta alimentaria se compensa a través del comercio y desemboca en cambios significativos entre las importaciones y exportaciones de los productos alimentarios desplazados (D1b3), se puede llevar a cabo un análisis de los efectos internacionales con los enfoques cuantitativos descritos en el nivel III (lupa). Hay que tener en cuenta que con este análisis estamos evaluando solo la probabilidad cualitativa. Más allá del ámbito de este indicador, se puede llevar a cabo, con esta información, el estudio de hasta qué punto la expansión del cultivo A desplaza productos de relevancia nutricional que no están incluidos en la canasta alimentaria. Si el aumento de la superficie cultivada con A es resultado de un desplazamiento (por parte de A) de productos de la canasta alimentaria (D1c) y esto provoca una reducción significativa de la disponibilidad nacional de los productos desplazados de la canasta alimentaria (D1c1), la probabilidad de una presión en la oferta y el precio de la canasta o canastas alimentarias y de sus componentes podría ser alta a nivel nacional (lupa). Si el desplazamiento (por parte de A) de los productos de la canasta alimentaria se compensa con cambios significativos en las importaciones y exportaciones de los productos desplazados de la canasta (D1c2), se puede llevar a cabo un análisis de los efectos internacionales con los enfoques cuantitativos descritos en el nivel III (lupa).

### D.2. Aumento de los rendimientos del cultivo

También puede lograrse una producción adicional del cultivo A mediante el incremento de sus rendimientos (D2). En coherencia con el indicador 8 de GBEP (Uso de la tierra y cambios en el uso de la tierra relacionados con la producción de materia prima para bioenergía), se anima a los usuarios del indicador a determinar el porcentaje "adicional" de estos aumentos de rendimientos (analizando el resultado del análisis del uso y producción nacional de bioenergía adicional). Si estos aumentos de rendimientos son el resultado de tecnologías mejoradas o de un incremento de la eficiencia (relación rendimientos/insumos) en la producción del cultivo A (D2a), incluido en el uso del agua (véase el indicador 5 de GBEP), por ejemplo a través de la introducción de prácticas mejoradas de manejo agrícola, la probabilidad de presión sobre el precio y la oferta será baja (marca de verificación).

Si el aumento de los rendimientos del cultivo A es simplemente resultado de un incremento del uso de insumos y/o agua (D2b), sin mejoras en la eficiencia, y esto desemboca en una reducción significativa de la disponibilidad nacional de estos insumos, la probabilidad de una presión sobre los precios y la oferta podría ser alta a nivel nacional (D2b1, lupa). Si este aumento del uso de insumos se compensa a través del comercio y desemboca en cambios significativos entre las importaciones y exportaciones de insumos y/o agua (D2b2), se puede llevar a cabo un análisis de los efectos internacionales con los enfoques cuantitativos descritos en el nivel III del paso 2 (lupa).

## E. Desviación de cultivos de la alimentación o la alimentación animal

### **E.1. Sin reducción de alimentos ni de alimentos de animales disponibles**

La demanda de bioenergía moderna puede cubrirse mediante el desvío de cultivos/materias básicas A, B, C, etc., del mercado de alimentos de animales. En este caso hay que considerar los productos colaterales generados por la producción de bioenergía moderna (restando aquellos miembros a la producción desplazada de alimentos de animales obtenidos de los mismos cultivos). Pueden ser añadidos los productos colaterales generados por el uso de la producción adicional del cultivo A (situación D) para bioenergía moderna, así como aquellos resultantes de la desviación del cultivo A del mercado alimentario (E2). Además, puede tenerse en cuenta el cambio en la disponibilidad de alimentos de animales (antes de la comercialización) resultante del uso de residuos para la producción de bioenergía moderna (C).

Si, en general, la desviación del cultivo A del mercado de alimentos de animales está suficientemente compensada con los productos colaterales de la producción de bioenergía moderna antes mencionados y con ello no hay una reducción significativa neta (antes de la comercialización) de la disponibilidad de alimentos de animales (E1), la probabilidad de presión sobre la oferta y los precios será baja (marca de verificación).

Si la desviación del cultivo A del mercado de alimentos de animales está más que compensada con productos colaterales adecuados de la bioenergía moderna (resultando de C, D y E), los productos colaterales “extra” pueden considerarse en el contexto de la “producción adicional del cultivo A” (situación D), ya que pueden reducir la demanda del cultivo A y con ello la producción adicional necesaria para cubrir la demanda de bioenergía moderna. En el caso de E1 se espera que los efectos resultantes de la desviación de cada cultivo (esto es, A, B, C, etc.) usado para bioenergía serán aditivos. Por ello, se hace necesario sumar los distintos tipos de alimento animal y determinar el porcentaje de productos colaterales “extra” antes mencionados que serán considerados para añadirse a la “producción adicional del cultivo A”, cuando se toman en consideración cultivos individuales en la situación D. Esto quiere decir que hay que determinar el punto hasta el que un tipo de forrajes puede sustituir a otro o a un cultivo alimentario, basándose en las aportaciones realizadas por los expertos convocados por las autoridades competentes del país. Si esta compensación no tendrá lugar o no es suficiente, podría haber una reducción neta significativa (antes de la comercialización) de la disponibilidad del cultivo A para alimento animal (E2). En este caso resulta importante determinar si esta disminución es compensada o no mediante el comercio. Si esta compensación no tuviese lugar y hubiese una reducción significativa de la disponibilidad nacional de alimentos de animales, la probabilidad de presión sobre el precio y la oferta sería alta (E2a) (lupa). Si se llevara a cabo esta compensación y resultase en cambios significativos de las importaciones/exportaciones de alimentos de animales, se podría realizar un análisis de los efectos internacionales con los enfoques cuantitativos descritos en el nivel III (E2b) (lupa).

### **E.2. Desviación de cultivos de la alimentación o la alimentación animal**

La demanda de bioenergía moderna puede cubrirse también mediante el desvío del cultivo A del mercado alimentario. Cuando una cierta cantidad del cultivo A es desviada del mercado alimentario para producir bioenergía

moderna, se genera una serie de productos colaterales, los cuales serán considerados (restando aquellos Miembros al desplazamiento de producción de alimentos del mismo cultivo) en el contexto de E2.

Si la desviación del cultivo A del mercado alimentario no es compensada mediante el comercio y desemboca en una reducción significativa de la disponibilidad nacional del cultivo A para alimentos o alimentos de animales (E2a), la probabilidad de una presión sobre el precio y la oferta será alta a nivel nacional, especialmente si el cultivo A es un cultivo básico (lupa).

Si la desviación del cultivo A de los mercados de alimento o alimentos de animales es compensada mediante el comercio y provoca cambios significativos en las importaciones/exportaciones de los productos desplazados de la canasta alimentaria (E2b), la probabilidad será alta a nivel internacional, especialmente si el cultivo A es un cultivo básico (entre los principales comercializadores) (lupa).

Como se afirmó anteriormente, si la evaluación descriptiva causal indica que la producción y/o uso de bioenergía puede contribuir significativamente a una presión a la baja sobre la oferta y/o al alza sobre los precios de la canasta o canastas alimentarias y/o de sus componentes, será necesario utilizar los enfoques cuantitativos descritos en el nivel III con el fin de cuantificar estos efectos. De todos modos, la evaluación descriptiva causal puede facilitar a los países indicaciones sobre posibles acciones o medidas correctivas para mitigar los riesgos identificados, reduciendo así la necesidad de conducir más análisis cuantitativos.

### **Etapas 2 Nivel III: “Enfoques cuantitativos”: técnicas de series cronológicas y modelos computables (p. ej., CGE y PE)**

El indicador de oferta y precio de los elementos relevantes de la canasta alimentaria es, intrínsecamente, de múltiples variables. Las variables que hay que considerar cambiarán según el país. Utilizando los datos recopilados sobre los factores que afectan al precio y oferta de la canasta alimentaria nacional, los países pueden conducir análisis económicos para estimar los efectos relativos de estos numerosos factores, incluida la producción de bioenergía, sobre el precio de una canasta alimentaria nacional. La naturaleza de múltiples variables del problema invita a la utilización de técnicas de series cronológicas y enfoques computables (PE y CGE).

La evaluación de la integración del mercado y de la transmisión de los precios utiliza a menudo técnicas de series cronológicas. La integración del mercado se refiere a la medida en que están vinculados distintos mercados, mientras que la transmisión de precios alude al efecto de los precios de un mercado sobre los de otro (Rapsomanikis et al., 2006). Los países con datos suficientes sobre los programas existentes de biocombustibles pueden utilizar técnicas econométricas estandarizadas para facilitar una evaluación histórica de la bioenergía en el precio de la canasta alimentaria nacional. Los modelos econométricos tienen la ventaja de ser relativamente sencillos de desarrollar. Requieren datos en series cronológicas para facilitar el análisis histórico. Con un análisis regresivo es posible identificar los factores que contribuyen a cambiar los precios de una canasta alimentaria nacional.

Deberían considerarse dos aspectos:

- Los vínculos entre la producción/uso nacionales y los precios internacionales. Las metodologías de series cronológicas como los modelos de corrección de errores (Hallam

y Zanolli, 1993, CCP/FAO, 2010) pueden ser usadas como enfoques más sencillos para esta evaluación. Son relativamente sencillos, pero bastante estáticos. Por el contrario, los modelos PE aportarán una información más dinámica, pero requerirán más suposiciones, basadas en las opiniones de los expertos. Por regla general, estas técnicas requieren como mínimo 30 puntos de datos recopilados en 30 momentos consecutivos. Los datos mensuales de oferta, precios, etc., serán claramente preferibles, aunque los datos trimestrales o anuales pueden ser suficientes, siempre que estén disponibles para un periodo suficientemente largo.

- Los vínculos entre los precios internacionales y nacionales utilizan enfoques de transmisión de precios, que miden la elasticidad de la transmisión, definida como el porcentaje de cambio del precio en un mercado por cada uno por ciento de variación del precio en otro mercado (Minot, 2010). Aunque los mercados pueden ser para productos relacionados (p. ej., maíz y soja) o para productos en diferentes estadios de la cadena de suministro (p. ej., trigo y pan), aquí nos centramos en los mercados para el mismo producto en dos localizaciones distintas, en este caso entre los mercados internacionales y el mercado nacional. Este último podría ser parte de la evaluación de este indicador, por ejemplo en el caso de un importante importador de biocombustible que desee evaluar el impacto del uso nacional de este biocombustible en los precios internacionales de las materias primas y analizar, después, cómo retroalimenta este impacto el precio y la oferta de los productos de su canasta alimentaria nacional. Otro caso podría ser el de un pequeño seguidor de precios que calcula en qué medida sus precios siguen más los precios internacionales que factores nacionales.

La forma más sencilla de evaluar la transmisión de los precios es a través de simples coeficientes de correlación de precios contemporáneos (Rapsomanikis et al., 2006). Un alto coeficiente de correlación es prueba de movimiento concomitante e interpretado a menudo como señal de un mercado eficiente. Otro método sencillo es utilizar un análisis regresivo de precios contemporáneos, siendo el coeficiente de regresión una medida del movimiento concomitante de los precios. Se puede acudir a Awudu (2006) y Rapsomanikis et al., (2006) para encontrar información sobre los distintos métodos, sus pros, sus contras y sus niveles de complejidad. Cada uno de estos métodos es utilizado para presentar pruebas sobre los componentes de transmisión de los precios, aportando así percepciones detalladas sobre su naturaleza. Colectivamente, estas técnicas ofrecen un marco para la evaluación de la transmisión de los precios y la integración del mercado.

En Dawe (2008) y Minot (2010) se pueden encontrar ejemplos de transmisión de precios en las materias primas agrícolas. En Balcombe y Rapsomanikis (2008), y Elam y Meyer (2010), se pueden hallar ejemplos específicos relacionados con la bioenergía. En términos generales, los modelos computables como los de Equilibrio parcial (PE) o general (CGE) aplicados a los impactos de la bioenergía y otros factores relevantes de los mercados agrícolas “comienzan con una línea base que describe la ‘mejor estimación’ del modelo del estado presente o futuro de los mercados y las políticas agrícolas mundiales” (Edwards et al., 2010). Esta línea base es después “impactada” con un cambio, como un aumento en la demanda de bioenergía moderna. Los resultados muestran entonces cambios en una serie de variables importantes, entre ellas los precios agrícolas y alimentarios (Edwards et al., 2010).

Los modelos de Equilibrio pueden dividirse en generales o parciales. Los modelos de Equilibrio general computable (CGE) “calculan un estado de equilibrio para un sistema incluyendo todos los mercados económicos relevantes” (Ecofys, 2010). De esta forma, tienen en cuenta todos los sectores de la economía.

Los modelos CGE facilitan medios efectivos de análisis económico (Wing, 2004), y por ello han sido usados a menudo en bioenergía, aunque no sin controversia. Como sucede con muchos enfoques de modelos computables, el enfoque y los presupuestos subyacentes al modelo deben ser comprendidos y enunciados con claridad. Los resultados del modelo deben ser entendidos en el contexto de advertencias referidas a los presupuestos subyacentes. Esta herramienta estándar puede ser utilizada para analizar los impactos de los cambios económicos, incluidos los de un emergente sector bioenergético. Los modelos CGE han sido aplicados a ámbitos tan distintos como la reforma fiscal, la planificación del desarrollo (Dixon y Rimmer, 2002), el comercio internacional (Taylor y Black, 1974; Hertel, 1997), las regulaciones ambientales y la política alimentaria. Pueden aplicarse utilizando software disponible públicamente, como el Sistema General de Modelaje Algebraico (GAMS) y el Paquete de Modelos de Equilibrio General (GEMPACK) en microordenadores (Lofgren, Harris y Robinson, 2002).

Los países con datos suficientes sobre los programas existentes de biocombustibles pueden utilizar técnicas econométricas estándar para facilitar una evaluación histórica del precio de una canasta alimentaria nacional (Greene, 2008). Los modelos econométricos tienen la ventaja de ser sencillos de desarrollar. Requieren series cronológicas de datos para facilitar análisis históricos. Con un análisis regresivo, el usuario puede identificar los factores que contribuyen a los cambios en el precio de una canasta alimentaria nacional.

Otra opción para explorar el impacto de los biocombustibles sobre el precio de una canasta alimentaria nacional es utilizar los modelos prospectivos avanzados de Equilibrio Parcial. Los modelos de Equilibrio Parcial (PE) calculan un estado de equilibrio para un sector específico (en este caso el sector agrícola) mientras todos los demás sectores son exógenos, y así se determinan desarrollos temporales de variables macroeconómicas clave independientemente del modelo (Solberg et al., 2007). “Están basados en relaciones lineales entre los precios, la demanda y la producción descritas conectando las elasticidades. Estas elasticidades son derivadas de los datos estadísticos de movimientos pasados en el mercado” (Edwards et al., 2010).

Estos modelos ponen de relieve retos y oportunidades que podrían materializarse en algunos países y mercados de materias primas, ya que analizan relaciones y tendencias clave que podrían desarrollarse en los mercados agrícolas. Los modelos prospectivos se basan en insumos históricos, pero requieren una serie de presupuestos y estimaciones de parámetros. Por ello, es fundamental que sean utilizados con las advertencias adecuadas y con la descripción clara de los presupuestos subyacentes. Las proyecciones a futuro constituyen un componente establecido de la economía agrícola moderna. Requieren recursos intensivos y un apoyo considerable. USDA apoya al Instituto de Investigación de Políticas Agrícolas y de Alimentación (Food and Agriculture Policy Research Institute, FAPRI); la UE, el análisis del impacto regional de la Política Agrícola Común (Common Agriculture Policy Regionalized Impact analysis, CAPRI); y la OCDE y la FAO, el AGLINK-COSIMO (Modelo de simulación relativo

a los productos básicos). Otras instituciones que modelan desarrollos económicos nacionales, regionales y mundiales son el Banco Mundial, el Programa Mundial de Alimentos y el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias. Los modelos de equilibrio parcial facilitan el análisis de las políticas y del mercado de los mercados agrícolas permitiendo al modelador observar el impacto de varios cambios en las políticas y/o condiciones de mercado, tales como el desarrollo del sector bioenergético.

Como se describe con mayor detalle en la sección de anticipaciones limitadas, los resultados de los modelos de CGE y de PE son sensibles a las presunciones realizadas, así como también a la elección del parámetro de los insumos.

### Impactos netos de los cambios de precio de los alimentos sobre los niveles de bienestar nacional, regional y doméstico.

Cuando se produce un cambio significativo en los precios internacionales, nacionales y/o regionales de los alimentos, independientemente de una posible influencia de la bioenergía y otros factores relevantes, es fundamental evaluar los efectos resultantes sobre el bienestar a nivel nacional, regional y doméstico. Se anima a los usuarios del indicador a evaluar los efectos sobre el bienestar en paralelo a la recopilación y análisis de datos del resto del indicador. Evaluar los efectos sobre el bienestar es críticamente importante en el caso de los países de bajos ingresos y con déficit de alimentos (PBIDA), y de los hogares más pobres y grupos vulnerables. Un aumento en los precios de la canasta o canastas alimentarias y/o de sus componentes tendrá distintos impactos sobre los diferentes tipos de países, regiones y hogares.

La volatilidad y los cambios en los precios de los productos alimenticios afectarán al bienestar a nivel de hogar, región y país. Para entender mejor los efectos a nivel nacional, los usuarios de este indicador pueden considerar la medición del "efecto de la relación de intercambio". Como explican Benson et al., (2008), el "efecto de la relación de intercambio" es el efecto que tiene un cambio en el precio internacional de una materia prima (o un grupo de materias primas) sobre el valor de las exportaciones e importaciones de un país como porcentaje del PIB. En los países exportadores netos, dicho efecto demostrará cómo se beneficiarán a nivel nacional los productores de materias primas (es decir, los agricultores). En cuanto a los países importadores netos de materias primas, el efecto aportará información a nivel nacional sobre los retos planteados por el aumento de precios internacionales de las materias primas. En el contexto de este indicador, una forma de medir el efecto de la relación de intercambio sería calcular el cambio de valor de las exportaciones netas de la canasta o canastas alimentarias y/o de sus componentes, debido a cambios en los precios internacionales de sus componentes, como porcentaje del tamaño de la economía, tal y como se mide con el PIB.

En países especialmente amplios y/o heterogéneos, podría resultar útil medir este indicador también a nivel regional y local. La medición sería especialmente importante para las zonas con inseguridad y vulnerabilidad alimentaria. Esto puede hacerse aplicando la misma metodología que acabamos de describir a las salidas y entradas de los componentes de la canasta alimentaria desde y hacia, respectivamente, el área considerada.

Para entender mejor cómo afectan a la seguridad alimentaria los cambios en los precios de la canasta o canastas alimentarias y/o sus componentes, es importante evaluar los

impactos netos de estos cambios sobre el bienestar a nivel de hogar, y especialmente en los hogares más pobres. Para evaluar las repercusiones netas de la producción y/o uso de bioenergía sobre el bienestar de los hogares pobres, habría que considerar únicamente la porción del cambio de precio que se debe al uso y producción nacional de bioenergía, tal y como se determina con los modelos CGE y PE.

Los hogares podrían ser tanto productores como consumidores de componentes de la canasta alimentaria tales como los alimentos básicos. El impacto de un cambio en el precio de un cultivo básico sobre el bienestar de un hogar puede dividirse en el impacto sobre un hogar en cuanto productor de este cultivo o como consumidor del mismo. A corto plazo, el impacto neto sobre el bienestar será la diferencia entre ambos (es decir, entre lo que el productor gana y el consumidor pierde). El impacto sobre el bienestar de los hogares a corto plazo (también conocido como "ratio de beneficio neto") puede calcularse con mayor exactitud de la siguiente manera, tal y como describe la FAO (2010a-apéndice 14.5):

$$\frac{\Delta W1}{X0} = \%P_{p,i} * PR_i - \%P_{c,i} * CR_i$$

donde  $\Delta w1 / x0$  es la aproximación de primer orden (p. ej., asumiendo que no hay respuestas por parte de la oferta y la demanda a corto plazo) del impacto neto sobre el bienestar en los hogares productores y consumidores resultando de un cambio de precio del cultivo  $i$ , relativo al ingreso inicial total  $x0$  (en el análisis el ingreso equivale al gasto);

$P_{p,i}$  es el precio al productor del cultivo  $i$ ;

$\%P_{p,i}$  es el cambio en el precio al productor del cultivo  $i$ ;

$PR_i$  es el ratio de producción del cultivo  $i$  y se define como la ratio entre el valor de producción del mismo y el ingreso total (o gasto total);

$P_{c,i}$  es el precio al consumidor del cultivo  $i$ ;

$\%P_{c,i}$  es el cambio en el precio al consumidor del cultivo  $i$ ;

$CR_i$  es la ratio de consumo del cultivo  $i$  y se define como la ratio entre gasto total en el cultivo  $i$  y el ingreso total (o gasto total).

Este tipo de análisis no cuenta con las decisiones de los hogares para responder con la producción y el consumo. A muy corto plazo, sin embargo, los ajustes en la producción del cultivo son limitados, y en el lado del consumo los hogares más pobres tendrán solo mínimas posibilidades de sustitución (FAO, 2008a).

Diferenciando los impactos sobre el bienestar entre los distintos quintiles, es posible centrarse en los segmentos de población más pobres y entender cómo son afectados por un cambio en el precio de la canasta o canastas alimentarias y/o sus componentes. Además, la diferenciación por localidades permite comparaciones entre los impactos netos sobre el bienestar de los hogares urbanos frente a los rurales, o entre distintas regiones.

Otra diferencia importante que podría introducirse es entre el género de los jefes de hogar. Esto permitiría determinar si los hogares encabezados por hombres o mujeres se

ven afectados de forma distinta, o cómo se ve afectado su bienestar, tras un cambio en el precio de los principales cultivos básicos. Los hogares podrían además ser divididos según la propiedad de la tierra, el nivel educativo, la edad, entre otros.

Además del análisis a nivel de hogar antes descrito, sería útil analizar los impactos de un cambio en el precio de la canasta o canastas alimentarias y/o sus componentes sobre el bienestar de cada un miembro del hogar.

Como argumentaban Benson et al., (2008), “el impacto de una crisis alimentaria sobre el bienestar [p. ej., por un aumento significativo de los precios] podría ser distinto incluso entre los miembros del mismo hogar” (p. 6). Esto se debe principalmente al hecho de que normalmente los recursos no están repartidos equitativamente entre todos los miembros del hogar, estando mujeres y niñas a menudo marginadas, con distintos grados de diferenciación según las características del país, región u hogar (Quisumbing, 2003, citado por Benson et al., 2008). Este nivel individualizado de análisis puede llevarse a cabo si se recogen datos individualizados con encuestas domésticas.

### Limitaciones anticipadas

Con respecto a la denominada “Indicación preliminar” (esto es, etapa 2, nivel I), podría resultar difícil desarrollar estimaciones precisas acerca de la producción de un cultivo (y de sus reservas y comercialización) y del porcentaje de los cultivos básicos que son utilizados para alimentación, alimentos de animales y combustibles, así como de los precios de los principales cultivos básicos en algunas zonas, especialmente en las zonas más dependientes de la producción local.

Con respecto a la etapa 2, nivel II de la metodología, la evaluación descriptiva causal podría ser conducida por un equipo multidisciplinar de expertos convocados por la autoridad nacional competente, basándose en los datos de las estadísticas nacionales u obtenidos a través de encuestas de mercado.

En algunos casos, estas evaluaciones tendrán que combinarse con la opinión de expertos y las estimaciones informadas, que serán sensibles a los presupuestos que los expertos convocados por las autoridades competentes tendrán que establecer (de forma transparente).

Son muchos los factores que influyen los mercados y precios de las materias primas agrícolas. Estos factores tienen efectos muy complejos derivados de sus interacciones no-lineales entre ellos, convirtiendo la identificación y medida de un factor individualizado en un difícil reto. Desenmarañar estas interacciones múltiples y complejas hace difícil cuantificar con precisión los efectos de cualquier factor individual. La evaluación de los impactos a través de los distintos factores puede depender de la secuenciación de estos factores en la evaluación, y eso puede llevar a resultados no únicos y a implicaciones engañosas. Ni el CGE ni el enfoque econométrico es inmune a esta potencial limitación.

Los resultados de los modelos CGE y PE son sensibles a los presupuestos hechos y a la elección de los parámetros de insumos, que deberían ser completamente revelados a la hora de presentar los resultados. En concreto, los modelos CGE, que tienden a ser más exhaustivos que los PE, pueden incluir más incertidumbres en los presupuestos (Ecofys, 2010). Otra limitación importante de los modelos CGE es “la necesidad de limitar la desagregación sectorial y regional y el nivel de detalle institucional”. Por ejemplo, en los modelos CGE, el número de productos agrícolas rara vez supera la decena (Gerdien Prins et al., 2010).

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

- Aportación calórica por cultivo;
- producción de los principales cultivos básicos (tanto a nivel nacional como regional/local);
- cambios en las reservas de los principales cultivos básicos;
- exportaciones e importaciones de los principales cultivos básicos;
- costes energéticos y su impacto sobre la producción agrícola y los costes de distribución; Impactos del clima sobre la producción agrícola;
- inflación de los precios;
- cambios en la demanda de productos alimentarios;
- porcentajes de los principales cultivos básicos usados para alimentación, alimentos de animales, fibra y combustible;
- precios de los principales cultivos básicos;
- ingresos y gastos en los hogares por cultivo; y
- datos necesarios para la evaluación descriptiva causal (véase tabla anexa).

Estos datos, recogidos a nivel nacional o regional, pueden obtenerse de bancos de datos estadísticas nacionales o internacionales. Si fuese necesario, pueden ser recabados también a través de entrevistas y encuestas.

#### Fuentes de datos (nacionales e internacionales):

En la gran mayoría de los países, hay datos detallados disponibles sobre la producción y el consumo nacionales y las importaciones y exportaciones de cultivos (especialmente de los cultivos básicos).

En la mayoría de casos, los datos están disponibles por región/área.

Además, USDA y FAO mantienen bases de datos mundiales que facilitan información relacionada con la alimentación y la agricultura, incluida la producción y comercialización de los principales cultivos básicos de unos 200 países.

Asimismo, el Sistema de alerta temprana contra la hambruna (FEWS) de USAID y el Sistema mundial de información y alerta sobre la alimentación y la agricultura (SMIA) de la FAO pueden aportar datos detallados y actualizados de los precios alimentarios para los países que no cuentan con datos de mercado fiables. Igualmente, los datos sobre el ingreso y el gasto de los hogares para cada cultivo están disponibles en la gran mayoría de países. Parte de los datos necesarios para la evaluación descriptiva causal pueden obtenerse de las estadísticas nacionales.

#### Vacíos de información conocidos:

Con los datos apenas mencionados sería posible estimar las proporciones de los principales cultivos básicos (tanto a nivel nacional como regional/local) destinadas a alimentación, alimentos de animales y combustible. FAOSTAT facilita datos específicos actualizados sobre alimentación y alimentos de animales (combinados).

Para desagregarlos e identificar las proporciones de los principales cultivos básicos utilizadas para la producción de combustibles es necesario consultar a las partes interesadas locales (incluidos los gobiernos). También se pueden realizar encuestas de mercado y/o de hogares para solventar cualquier ausencia de datos, incluidos los necesarios para la evaluación descriptiva causal.

## Procesos internacionales relevantes:

Los datos sobre la producción, la oferta y los precios de una canasta alimentaria nacional se utilizan en una serie de procesos internacionales y están fácilmente disponibles.

## Referencias:

- Aksen, D. 1998. *Teach yourself GAMS*. Bogazici University Press, Istanbul, Turkey. Disponible en [http://www.garantialisveris.com/bogazici/str\\_prod.asp?storeId=1456&productId=62052](http://www.garantialisveris.com/bogazici/str_prod.asp?storeId=1456&productId=62052). [Consulta: septiembre 2011].
- Appleton, S. et al. 1999. *Changes in poverty in Uganda, 1992-1997*. Centre for the Study of African Economies. University of Oxford. Mayo.
- Appleton, S. 2009. *How sensitive should poverty lines be to time and space? An application to Uganda* Disponible en [http://www.socialsciences.manchester.ac.uk/disciplines/economics/research/workshops/development/documents/povertyline\\_v1a.doc](http://www.socialsciences.manchester.ac.uk/disciplines/economics/research/workshops/development/documents/povertyline_v1a.doc). [Consulta: noviembre 2011].
- Awudu, A. 2006. *Spatial integration and price transmission in agricultural commodity markets in sub-Saharan Africa*. In *FAO Agricultural Commodity Markets and Trade – New Approaches to Analyzing Market Structure and Instability*.
- Baffes, J., Haniotis, T. 2010. *Placing the 2006/2008 Commodities Price Boom into Perspective*. The World Bank Development Prospects Group Julio 2010, Policy Research Working Paper 5371
- Balcombe, K., Rapsominakis, G. 2008. *Bayesian estimation and selection of non-linear vector error correction models: the case of the sugarcane ethanol oil nexus in Brazil* *Amer. J. Agr. Econ.* (2008): 1–11
- Benson, T., Minot, N., Pender, J., Robles, M., von Braun, J. 2008. *Food Policy Report: Global Food Prices – Monitoring and Assessing Impact to Inform Policy Responses*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI). Disponible en [http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ib55\\_0.pdf](http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ib55_0.pdf) [Consulta: noviembre 2011].
- CBO 2009. *Implications of Ethanol Use for Food Prices and Greenhouse-Gas Emissions Chapter 4 of "The Impact of Ethanol Use on Food Prices and Greenhouse-Gas Emissions"*, Congressional Budget Office, USA, abril 2009 <http://www.cbo.gov/ftpdocs/100xx/doc10057/MainText.4.1.shtml#1023776>
- CCP/FAO. 2010. *Preliminary analysis of the impact of high tea prices on the world tea economy – Committee on commodity problems – International Group on Tea 19th session, New Delhi, India, 12-14 May 2010*
- Dawe, D. 2008. *Have Recent Increases in International Cereal Prices been Transmitted to Domestic Economies? The experience in seven large Asian countries*, *ESA Working paper No 08-03*, abril 2008, FAO, Roma.
- Dawe, D., Maltsoğlu, I. 2009. *Analyzing the Impact of Food Price Increases: Assumptions about Marketing Margins can be Crucial*. *ESA Working Paper No. 09-02*. FAO, Roma.
- Deaton, A. 1989. *Rice prices and income distribution in Thailand: A non-parametric analysis*. *Economic Journal* 88 (Supplement): pp. 1-37.
- Diaz-Chavez, R., Mutimba, S., Watson, H., Rodriguez-Sanchez, S. and Nguer, M. 2010. *Mapping Food and Bioenergy in Africa. A report prepared on behalf of FARA*. Forum for Agricultural Research in Africa. Ghana.
- Dixon, Peter and Maureen Rimmer. 2002. *Dynamic General Equilibrium Modelling for Forecasting and Policy: a Practical Guide and Documentation of MONASH*. North Holland.
- Duc Tung, P. 2004. *Poverty line, poverty measurement, monitoring and assessment of MDG in Vietnam*. Paper presented at the 2004 International Conference on Official Poverty Statistics, Manila, Philippines, 4-6 octubre.
- Ecofys. 2010. *Indirect effects of biofuel production - Overview prepared for GBEP*. Edwards, R., Mulligan, D., Marelli, L. 2010. *Indirect Land Use Change from increased biofuels demand - Comparison of models and results for marginal biofuels production from different feedstocks*. *JRC Scientific and Technical Reports*.
- Elam, T., Meyer, S. 2010. *Feed, Grains, Ethanol and Energy - Emerging Price Relationships*.
- FAO. 2010a. *Bioenergy and Food Security – The BEFS Analytical Framework*. Roma.: Food and Agriculture Organization (FAO) of the UN.
- FAO. 2010b. *Bioenergy and Food Security – The BEFS Analysis for Tanzania*. Roma.: Food and Agriculture Organization (FAO) of the UN.
- FAO. 2008a. *The State of Food and Agriculture 2008: Biofuels: prospects, risks and opportunities*. Roma.: Food and Agriculture Organization (FAO) of the UN.
- FAO. 2008b. *Soaring food prices: facts, perspectives, impacts and actions required*. Document HLC prepared for the High Level Conference on World Food Security: The Challenges of Climate Change and Bioenergy, 3-5 June 2008, Roma..
- Flores, M. and Bent, V.W. 1980. *Family food basket. Definition and methodology*. *Arch. Latinoam. Nutr.* (1): 58-74. (Spanish)
- Gerdien Prins, A., Stehfest, E., Overmars, K., Ros, J. 2010. *Indirect effects of biofuels: Are models suitable for determining ILUC factors?* Bilthoven: Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL).
- Greene, W.H. 2008. *Econometric Analysis*. Pearson/Prentice Hall.
- Löfgren, Hans, Rebecca Lee Harris and Sherman Robinson (2002). *A standard Computable General Equilibrium (CGE) in GAMS*, *Microcomputers in Policy Research*, vol.5, International Food Policy Research Institute.
- Hallam, D. and Zanolli, R. *Error correction and agricultural supply response*. *European Review of Agricultural Economics* 20 (1993), 151-166.
- Hertel, T. W. 1997. *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*. Cambridge University Press.
- IOM (Institute of Medicine). 2002. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fibre, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, DC: National Academy Press. Disponible en <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309085373>. [Consulta: diciembre 2011]
- IOM. 2004. *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate*. Washington, DC: National Academies Press. Disponible en <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309091691>. [Consulta: diciembre 2011]
- Marchaim, U. 1992. *Biogas Process for Sustainable Development*. FAO. Roma. [www.fao.org/docrep/T0541E/T0541E00.htm](http://www.fao.org/docrep/T0541E/T0541E00.htm)
- Meade, B., Rosen, S. 2002. *Measuring Access to Food in Developing Countries*. Paper presented to AAEA-WAEA meetings in Long Beach, CA Julio 28-31, 2002. <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/19716/1/sp02me01.pdf>
- Minot, N. 2010. *Transmission of World Food Price Changes to Markets in sub-Saharan Africa*. International Food Policy Research Institute.
- Meyer, S., Thompson, W. 2010. *US Biofuel Baseline Briefing Book: Projections for agriculture and biofuel markets*. FAPRI-MU Report #04-10.
- Rapsomanikis, G; Hallam, D., Conforti, P. 2006. *Market integration and price transmission in selected food and cash crop markets of developing countries: review and applications*. In *FAO Agricultural Commodity Markets and Trade – New Approaches to Analyzing Market Structure and Instability*.
- Rio Group. 2006. *Compendium of Best Practices in Poverty Measurement. Expert group on poverty statistics*. Rio de Janeiro. Septiembre ISBN 85-240-3908-6.
- Robles, M. 2011. *Assessing the Impact of Increased Global Food Price on the Poor*. International Food Policy Research Institute.
- Solberg, B. et al. 2007. *Bioenergy and biomass trade: Evaluation of models' suitability for analysing international trade of biomass and bioenergy products. A study for IEA Bioenergy Task 40*. Aas and Utrecht. Julio. <http://www.bioenergytrade.org/downloads/solbergetal.modelingbiomasstrade.pdf>
- Taylor, L., Black, S.L. 1974. *Practical General Equilibrium Estimation of Resources Pulls under Trade Liberalization*, *Journal of International Economics*, Vol. 4(1), Abril, pp. 37-58.
- Vu, H. L., Glewwe, P. 2009. *Impacts of Rising Food Prices on Poverty and Welfare in Vietnam*. Working Papers 13, Development and Policies Research Center (DEPOCEN), Vietnam. Disponible en <http://ideas.repec.org/p/dpc/wpaper/1309.html>. [Consulta: noviembre 2011].
- Wing, I.S. 2004. *Computable General Equilibrium Models and Their Use in Economy-Wide Policy Analysis*. MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change. Technical Note No. 6.

## Fuentes electrónicas:

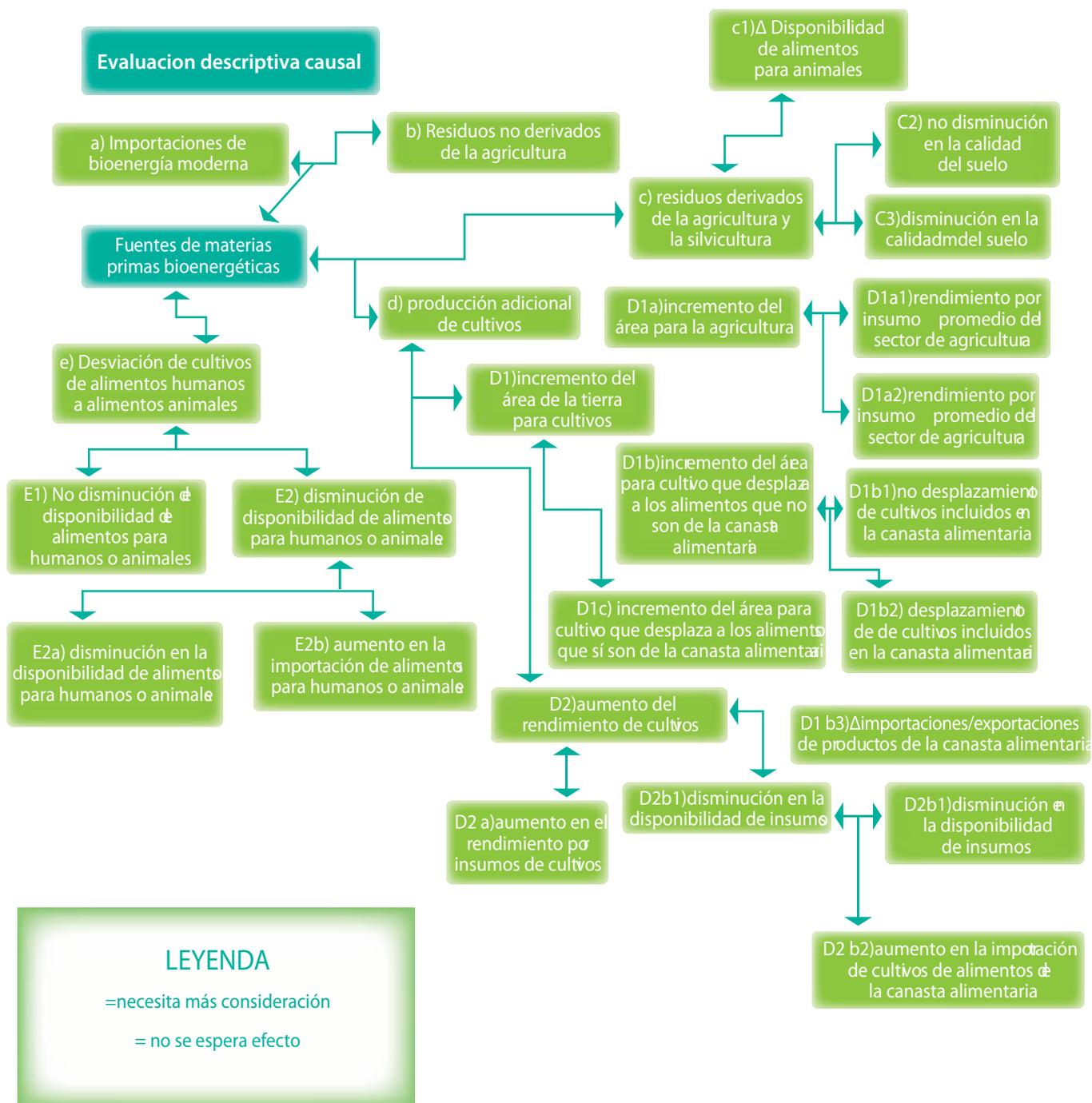
- FAO Food Guidelines by Country. <http://www.fao.org/ag/humannutrition/nutritioneducation/fbdg/en/>. [Consulta: diciembre 2011].
- GAMS. GAMS software is available from the GAMS home page [www.gams.com](http://www.gams.com) and from the International Food Policy Research Institute

[www.ifpri.org/publication/standard-computable-general-equilibrium-cge-model-gams-0](http://www.ifpri.org/publication/standard-computable-general-equilibrium-cge-model-gams-0). [Consulta: diciembre 2011].

- GEMPACK. GEMPACK is available from the Centre of Policy Studies of Monash University. [www.monash.edu.au/policy/gempack.htm](http://www.monash.edu.au/policy/gempack.htm). [Consulta: diciembre 2011].

- GIEWS. <http://www.fao.org/giews/english/about.htm>. [Consulta: diciembre 2011].
- International Food Composition Tables Directory. [http://www.fao.org/infoods/directory\\_en.stm](http://www.fao.org/infoods/directory_en.stm). [Consulta: diciembre 2011].
- USAID's Famine Early Warning Systems Network. <http://www.fews.net/Pages/default.aspx>. [Consulta: diciembre 2011].

- 
- 50 La definición de "expertos" facilitada en este párrafo se aplica a todo el indicador
- 51 La recopilación de guías nutricionales por país, disponibles en "FAO Food Guidelines by country" [Guías de alimentación por país de FAO], (Véase la sección de fuentes electrónicas). La "International Network of Food Data Systems" [Red internacional de sistemas de datos sobre alimentos, INFFOD, por sus siglas en inglés] mantiene Tablas de Composición de Alimentos (Véase la sección de fuentes electrónicas) que podrían proporcionar datos esenciales para evaluar la composición nutricional de una canasta alimentaria.
- 52 Debería considerarse la primera vez que se mide el indicador, los cambios en los precios que ocurrieron durante el último año – si el indicador se mide con una base anual, el último número  $x$  de años, si el indicador se mide cada  $x$  años.
- 53 Véase la sección de fuentes electrónicas
- 54 Si un país ya analiza las implicaciones del nivel de bienestar social del incremento en los precios de los alimentos, por ejemplo, a través del radio de beneficio neto (Véase la sección 3 más adelante), esto puede aplicarse en este paso en luz del posible impacto identificado de la bioenergía sobre los precios alimentarios.
- 55 Aquí se incluye al componente orgánico de los subproductos de todos los sectores excluyendo a la agricultura y a la silvicultura, por ejemplo, residencial, comercial, industrial, público y terciario.
- 56 Una serie de factores como las condiciones climáticas pueden afectar a esta respuesta de la oferta
- 57 El movimiento concomitante y la finalización de ajuste implica que los cambios en los precios de un mercado se transmiten por completo al otro mercado en todos los puntos a tiempo.
- 58 Debido a esta característica, los modelos CGE tienden a ser más exhaustivos que los modelos de Equilibrio Parcial (PE) (descritos en el último párrafo de esta sección), y más adecuados para calcular los efectos indirectos de un sector, como el de la bioenergía moderna- sobre los otros sectores de la economía. Sin embargo, tal y como se explica en el apartado de limitaciones anticipadas, los modelos CGE tienden a ser especialmente sensibles a los presupuestos realizados, así como a la elección de los parámetros de datos usados.
- 59 Véase la sección de fuentes electrónicas
- 60 Por ejemplo, el efecto de la relación de intercambio de un aumento del 40% en el precio de una materia prima agrícola a en un país con exportaciones e importaciones de esta materia prima con un valor de 100 y 1.000 millones de dólares estadounidenses, respectivamente, y con un PIB de 9.000 millones de dólares, sería  $(100 \times 0.40 - 1.000 \times 0.40) / 9.000 = -360 / 9.000 = -4$  por ciento.
- 61 También podrían utilizarse otras medidas, como el movimiento de hogares en torno a la línea de pobreza. Esta línea de pobreza podría ser alimentaria, basada en la canasta alimentaria determinada a nivel nacional (Appleton, 1999 y 2009; Duc Tung, 2004; Hoang & Glewwe, 2009; Rio Group, 2006).
- 62 Para una descripción detallada de la metodología de cálculo de los impactos netos de los cambios de precios sobre el bienestar a nivel de hogar, remítase a Deaton (1989) y Dave & Maltoglou (2009). Para consultar un ejemplo de la aplicación de esta metodología, consulte FAO (2010b).
- 63 En otras palabras, la variable representativa utilizada para la ratio de producción (PR) es la proporción del valor de las ventas agrícolas y de la producción propia en los ingresos totales del hogar.
- 64 En otras palabras, la variable representativa utilizada para consumo (CR) es la proporción del valor de las compras alimentarias y el consumo propio en los gastos totales del hogar.
- 65 Tanto las elasticidades de la oferta como las de la respuesta podrían, sin embargo, ser tenidas en cuenta en el análisis de los impactos de los cambios de los precios a medio plazo a nivel de hogar (véase, por ejemplo, Benson et al., 2008).
- 66 Se ha probado en distintos contextos que, siendo el resto de cosas igual, los hogares encabezados por mujeres tienden a gastar una mayor cantidad de sus ingresos en alimentos. En distintos contextos rurales, se ha constatado que los hogares encabezados por mujeres tienen menos acceso a la tierra y participan menos en las actividades agrícolas generadoras de ingresos. Cuando es este el caso, los hogares encabezados por mujeres participan menos que aquellos encabezados por hombres en los beneficios del aumento de precios de los alimentos (FAO, 2008b).
- 67 Tanto las elasticidades de la oferta como las de la respuesta podrían, sin embargo ser tenidas en cuenta en el análisis de los impactos de los cambios de los precios a medio plazo sobre el bienestar a nivel de hogar (véase, por ejemplo, Benson et al., 2008).



## Indicador 11

### Cambio en ingresos

#### Descripción:

Contribución de lo siguiente al cambio en ingresos debido a la producción de bioenergía:

(11.1) Salarios pagados a empleados del sector bioenergético en relación con sectores comparables

(11.2) Ingresos netos por venta, intercambio y/o autoconsumo de productos bioenergéticos, incluyendo materias primas, realizados por hogares o personas autoempleadas

#### Unidad(es) de medición:

(11.1) unidades de moneda local por hogar o por persona por año, y porcentajes (por porción o cambio en el ingreso total y la comparación); y

(11.2) moneda local por hogar o por persona por año, y porcentaje (por porción o cambio en el ingreso total).

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

El presente indicador es aplicable a la producción bioenergética y a todas las materias primas/vías de procesamiento bioenergéticas.

#### Relación con los temas:

El presente indicador se relaciona principalmente con el tema de Desarrollo rural y social. Además, aportará información sobre los temas de Precio y Oferta de una canasta alimentaria nacional, Condiciones laborales, y Desarrollo económico. Pretende medir los cambios en el ingreso por salario o en otro tipo de ingreso como consecuencia de la producción bioenergética. Más precisamente, la primera parte del presente indicador se concentra en los salarios que se pagan por el trabajo en el sector bioenergético con relación a sectores comparables. El empleo y los salarios en el sector bioenergético pueden ser conductores importantes para el desarrollo rural y social, particularmente en los países en vías de desarrollo. Asimismo, los niveles salariales aportan una indicación importante de las condiciones de trabajo que disfrutaban las personas empleadas en el sector bioenergético con relación a sectores comparables.

La segunda parte del presente indicador pretende medir el cambio en el ingreso que proviene de la venta, permuta y/o consumo propio de productos bioenergéticos que incluyen a las materias primas, usadas por personas o por hogares. Además del ingreso por salario, el trabajo independiente es otra fuente importante de ingreso que puede asociarse con la producción bioenergética y por medio de la cual esta última puede afectar el desarrollo rural y social aumentando el poder adquisitivo, la diversidad de opciones de sustento y todo el bienestar general de los hogares e individuos con trabajo independiente. La creación de una red de trabajo (véase el Indicador 12 con relación más cercana) y la generación de un ingreso en el sector bioenergético puede conducir a un aumento en el estándar de vida en términos de los niveles de consumo por hogar, así como también en términos de cohesión y estabilidad social. Pueden conducir a una reducción en las tendencias sociales tales como tasa alta de desempleo y despoblación rural (Madlener and Myles, 2001).

#### Cómo el indicador ayudará a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

La contribución potencial de la producción bioenergética en el desarrollo económico y social por medio de los efectos del ingreso mencionados anteriormente, particularmente en las áreas rurales, significa que la generación de ingreso es un indicador clave de la sostenibilidad del sector. En un número de países el aumento de los salarios, particularmente en las áreas rurales, es un gran objetivo de sus programas y políticas de biocombustible/bioenergía. Los niveles salariales son importantes en sí mismos pero también pueden servir como un reflejo de las condiciones laborales, las cuales representan un factor de interés adicional a la hora de evaluar la sostenibilidad social del sector bioenergético. Las mediciones de los cambios en el ingreso que provienen de la producción bioenergética por trabajo independiente, pueden aportar información para las evaluaciones nacionales y subnacionales para saber hasta dónde la producción bioenergética está contribuyendo a la sostenibilidad social de la producción y uso bioenergético. Además, los datos sobre el cambio en el ingreso, generados mediante la evaluación del presente indicador pueden dar a conocer el análisis del cambio en la distribución del ingreso. Un enfoque útil para la caracterización de la distribución del ingreso es utilizar medidas tales como el Índice de Gini, que es la relación de ingreso para los quintiles más altos y más bajos o el porcentaje de población debajo del umbral de pobreza. Si se reducen los valores de estas tres medidas como resultado de la producción bioenergética en un área, esto indicará que el desarrollo bioenergético en esa área fomentó un buen balance del desarrollo rural, social y económico.

#### Comparación con otras opciones de energía:

Pueden realizarse comparaciones con otras actividades agrícolas y la industria energética fósil.

También pueden realizarse comparaciones con otras fuentes de energía renovables.

Con respecto a los ingresos, pueden realizarse comparaciones con aquellas derivadas del trabajo independiente a lo largo de la cadena de suministro de las fuentes de energía mencionadas anteriormente, incluso con respecto a los impactos en la distribución de los ingresos.

#### Base Científica

#### Enfoque metodológico:

##### Definición de "ingresos":

La resolución de la OIT (Organización Internacional del Trabajo) sobre estadísticas de ingresos y gastos de los hogares (ILO, 2003) define al ingreso como: los ingresos de los hogares comprenden todas las entradas en efectivo, o en especie (bienes y servicios) percibidas por el hogar o por alguno de sus miembros a intervalos anuales o más frecuentes, pero no las ganancias imprevistas y otras entradas que se perciben en forma no periódica y, normalmente, una sola vez. Las entradas percibidas por los hogares pueden utilizarse para el consumo corriente, y no reducen el patrimonio neto del hogar mediante una reducción de su dinero en efectivo, la venta o disposición de otros activos financieros o no financieros o un aumento de su pasivo. De acuerdo con el Estudio sobre las Actividades Generadoras del Ingreso Rural de FAO/Banco Mundial (Carletto et al., 2007), se sugiere que los componentes de los ingresos salariales y no salariales se

expresen de manera anual, neta (sin costos) y en unidades de moneda local. Deberían excluirse las compras y ventas de bienes duraderos, las inversiones y las ganancias percibidas de manera imprevista, ya que no son transacciones que se realicen periódicamente en los hogares y pueden resultar el todo significativo o subestimar al ingreso permanente. (Para los propósitos del presente indicador, no se incluye al dinero en efectivo tanto público como privado o transferencias de bienes en especie recibidas por los hogares o por individuos, ya que el indicador sólo considera al ingreso proveniente de la producción bioenergética.)

### **Definición del alcance del trabajo directo e indirecto en el sector bioenergético**

El presente indicador aplica de igual manera al ingreso proveniente del trabajo directo e indirecto en el sector bioenergético. Las siguientes actividades podrían incluirse en el cálculo del empleo directo creado por la producción y uso de la bionergía:

- producción de materia prima bioenergética;
- transporte de biomasa;
- conversión y procesamiento de biomasa
- producción de equipamiento para la expansión de la bioenergía (que incluye a las plantas y al equipamiento especialmente diseñado para el uso de la bioenergía, tales como la tecnología policarburante u hornos de cocina mejorados), para la comparación con otras fuentes de energía, podría considerarse a estas cuatro etapas en su conjunto como la etapa de manufactura, que incluye a la manufactura en relación con la producción y también con el uso de la bioenergía;
- suministro y distribución de la bioenergía (que incluye a los proveedores de biocombustible y a las empresas que venden electricidad, calor, frío provenientes de la bioenergía);
- instalación de plantas bioenergéticas y otros equipos para la utilización de la bioenergía;
- operación y mantenimiento de las plantas bioenergéticas y otros equipos para la utilización de la bioenergía; y
- una mayor investigación y desarrollo relacionado con cualquiera de las actividades anteriores.

Se define al empleo indirecto en el sector bioenergético a los empleos en otros negocios o industrias que proveen bienes y servicios para el sector bioenergético. Por ejemplo, una planta bioenergética provee empleo directo en el sector bioenergético al contratar empleados que trabajan en esa planta y que reciben su pago directamente por su trabajo en la planta. Esta planta también brindará empleo indirecto a minoristas, contables y a varios comercios que no trabajan en la planta pero que sus bienes y servicios son necesarios para que la planta produzca energía. Los empleados directos e indirectos (y sus familias) utilizan sus salarios provenientes del empleo directo e indirecto en el sector bioenergético para comprar bienes y servicios para su uso propio, creando empleo inducido, que no se incluye como empleo indirecto, y generación de ingreso inducida (véase debajo para una mayor discusión sobre los efectos del ingreso inducido) (UNTERM ; B.C. Ministry of Forests, Mines and Lands, 2010; UNEP/ILO/IOE/ITUC 2008).

### **Cálculo de 11.1**

El promedio del salario por el empleo en el sector bioenergético puede calcularse analizando un ejemplo de contratos

de empleo en diferentes etapas de la cadena de suministro de bioenergía, o consultando las asociaciones de trabajadores e industrias relevantes. Los salarios del sector de producción de materias primas bioenergéticas, podrían compararse con el salario promedio en el sector agrícola, para lo cual los datos deberían estar disponibles en estadísticas nacionales y/o censos agrícolas (si los hubiere). Los salarios en la industria de procesamiento de biomasa podrían compararse con el salario promedio en el sector de manufactura (de acuerdo con las estadísticas nacionales), mientras que para el transporte de biomasa y biocombustible, el comparador apropiado sería el sector de transporte como un todo, para lo cual los datos sobre el salario promedio deberían poder extraerse de las estadísticas nacionales también. Podría compararse a las diferentes fuentes de energía por medio del cómputo de un promedio de salario equilibrado a lo largo de la cadena de valor, en base a la participación de los diferentes tipos de empleo en la producción de una unidad de energía o capacidad de suministro eléctrico.

Los niveles de salario a través de las diferentes etapas de la cadena de suministro bioenergético también podrían compararse con los salarios mínimos legalmente establecidos a nivel nacional (si existiesen) o con los niveles de salarios mínimos establecidos por los estándares de la OIT, "Los salarios mínimos nacionales son pisos salariales de todo el sector económico que aplican a todos los trabajadores, con variaciones posibles entre regiones o amplias categorías de trabajadores, en particular trabajadores jóvenes u otros grupos tales como trabajadores domésticos" (ILO, 2008).

Esto puede ser particularmente útil para aquellos países en donde los trabajadores sindicalistas representan un bajo porcentaje de trabajadores, o en donde la libertad de asociación, no se encuentra a menudo garantizada y los salarios no están sujetos a un reclamo colectivo.

Con el fin de calcular la contribución del salario generado por el empleo en la producción bioenergética al cambio en los ingresos de un hogar o de un individuo, sería necesario deducir los salarios percibidos en los empleos prioritarios sustituidos por los empleos en la producción de bioenergía.

### **Cálculo de 11.2**

Los datos de los ingresos provenientes de la venta de productos bioenergéticos por los hogares y los individuos con trabajo independiente pueden extrapolarse de las encuestas en los hogares o de los contratos de compra-venta de tales productos. Los contratos de compra-venta pueden consultarse de las encuestas voluntarias de los negocios en el sector bioenergético. Los ingresos provenientes de la producción bioenergética (o materia prima) deberían medirse netos, sin los gastos relacionados con estas actividades, tales como la compra de semillas y fertilizantes y el alquiler del lugar de trabajo. Sin embargo, un análisis más detallado podría considerar al ingreso generado por la demanda adicional de estos insumos para la bioenergía.

En el caso de las ganancias de un hogar o de un individuo con trabajo independiente, de las actividades de una empresa, el ingreso total de la empresa debería estar equilibrado por la porción de la empresa de la cual es dueño el hogar o el individuo.

Para la evaluación de la permuta y el consumo propio de las materias primas bioenergéticas y otros productos, las cantidades de los productos permutados o los productos bioenergéticos de producción propia pueden obtenerse a través de encuestas de hogares especialmente diseñadas. Los

métodos para asignar el valor de consumo propio y de los bienes permutados se describen en Carletto et al., (2007) y sus referencias.

Con el fin de medir el cambio en el ingreso, es necesario contar con datos de referencia de nivel de ingresos por hogar, que incluye no sólo al dinero, sino que también a los equivalentes en bienes (por ejemplo, bolsas de arroz), antes de que se involucren en la producción de bioenergía y a la deducción del ingreso percibido con anterioridad proveniente de las actividades sustituidas o desplazadas por la producción de bioenergía, con el ingreso percibido de esta producción de bioenergía.

### Efectos de la recolección y distribución

El ingreso proveniente del empleo salarial (11.1) y no salarial (11.2) en la producción bioenergética podría resumirse en el nivel de hogar o de individuo (y agruparse como se desee, por ejemplo, por materia prima, escala de producción o región subnacional) para aportar una imagen más completa de la contribución de la producción de bioenergía (de diferentes tipos) a la generación del ingreso. Del mismo modo, el cambio total en el ingreso de un hogar o de un individuo debido al empleo ya sea salarial o no salarial en el sector bioenergético podría encontrarse y agregarse en el nivel que se desee.

La principal atención del presente indicador está puesta en el cambio en los ingresos como consecuencia de la producción bioenergética. Esta información puede ser de particular importancia para los países en donde un objetivo de la política energética sea el desarrollo económico y la reducción de la pobreza. Los datos recopilados para este indicador pueden facilitar el análisis al examinar el punto hasta el cual estos objetivos se alcanzan y se reduce la pobreza. Además, estos datos pueden facilitar una examinación más amplia de la contribución de la producción y uso de la bioenergía en la distribución de los ingresos más allá de la reducción de la pobreza.

Los cambios en la distribución de los ingresos pueden calcularse usando las medidas tales como el porcentaje de la población que se encuentra debajo del umbral de pobreza, la relación de ingresos para los quintiles más altos y más bajos o el Índice de Gini (véase Bellu et al., 2006 y otros módulos de FAO Easypol sobre el análisis y monitoreo de los impactos socioeconómicos de las políticas). Tales medidas podrían aplicarse a los datos recopilados para 11.1 y 11.2 de manera individual o conjunta. El índice de Gini, o su coeficiente, es una evaluación estadística de la distribución de los ingresos como se lo representa con la curva de Lorenz, que es una representación gráfica de la distribución de la riqueza en una población. En la curva de Lorenz, la porción acumulativa de los ingresos obtenidos se traza contra la porción acumulativa de la población desde los ingresos más bajos y hasta los más altos. "La línea de la igualdad" es la línea de 45 grados que conecta el punto (0%, 0%) con el punto (100%, 100%). El Índice de Gini es el área entre "la línea de la igualdad" y la curva de Lorenz. Mientras más pequeño sea el Índice de Gini más pareja será la distribución de la riqueza en la población. Por ejemplo, el Índice de Gini, promedio de ingresos o índice de pobreza podría calcularse para la distribución de los ingresos para un período de cálculo y luego, posteriormente para la misma distribución de los ingresos con la suma del cambio en los ingresos como consecuencia de los ingresos salariales y no salariales de la producción bioenergética medidos para este indicador. La diferencia entre estos dos valores mostraría

el cambio en la distribución de los ingresos debido al empleo directo e indirecto en la producción bioenergética. De modo alternativo, los cambios en los ingresos con combinación salarial y no salarial debido a la producción bioenergética, medidos a nivel hogar o de individuo podrían asignarse a los quintiles de ingresos y al cambio en los ingresos del quintil más rico, comparado con el cambio en los ingresos del quintil más pobre.

Para determinar el efecto distribucional definitivo, se necesitan modelos económicos bastante sofisticados, para los cuales los datos no se encuentran a menudo disponibles. Es por este motivo que podría preferirse un enfoque más práctico y más estrecho. En los casos donde los datos de los ingresos se calculan a nivel de hogar para otros propósitos, puede ser más práctico utilizar esto para calcular el cambio como consecuencia de la bioenergía, por medio de técnicas econométricas. El coeficiente de Gini, que se ha utilizado para cálculos con ingresos en general /o Las Encuestas de Cálculo de Estándares de Vida (Escobar, 2001) o encuestas similares de ingresos de hogares permiten que se evalúe la distribución de los ingresos y se comparen dos regiones (con y sin producción bioenergética) o diferentes hogares dentro de la misma área. Si puede probarse una relación estadística entre un Índice de Gini más bajo y la presencia de producción bioenergética en un área, esto puede indicar que el desarrollo bioenergético en esa área fomentó un buen balance de desarrollo rural y económico. Tendría que definirse el límite del área de producción bioenergética país por país y a nivel nacional de acuerdo algunos criterios como el número de trabajadores en el sector bioenergético y la porción de GDP (véase el Indicador 19, Valor Bruto Agregado) atribuible a la producción bioenergética en el área. Tal análisis, sin embargo, incluiría efectos inducidos o colaterales en la generación de los ingresos debido a la producción bioenergética que se encuentran fuera del alcance de los cambios en los ingresos principalmente abordados por el presente indicador (como se discute más adelante).

El cambio en la distribución de los ingresos como consecuencia de la producción bioenergética puede calcularse también por medio de métodos estadísticos y testearse sobre la base de los datos disponibles.

El presente indicador se centra en el cálculo de los ingresos provenientes de la producción bioenergética para aquellos involucrados de manera directa e indirecta en la producción de bioenergía. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, habrá efectos inducidos sobre los ingresos que pueden llegar a estar ampliamente dentro de una economía. De hecho, el acceso a servicios energéticos eficaces en función de sus costos en las áreas rurales tiene efectos colaterales significantes que podrían crear una nueva dinámica para la creación de empleo y desarrollo. Tales incrementos en el empleo y los ingresos pueden conducir entonces a un mayor consumo y demanda de bienes y servicios. La demanda a su vez, puede generar más empleo (UN Foundation, 2008). A nivel comunitario, la producción y el uso de la bioenergía pueden tener efectos sobre la producción local de alimentos, transporte de biomasa, construcción de infraestructuras (por ejemplo, nuevas rutas, escuelas, instalaciones de manejo de desechos, agua y cloacas, etc.), números y calidad de empleos generados o perdidos (medidos por el Indicador 11), y la generación de nuevas fuentes de ingreso para la comunidad local. Además los agricultores y los empresarios tienen un rol que cumplir para conducir la creación de mercados de biocombustibles, particularmente

en las áreas rurales. Pequeñas y medianas empresas pueden también participar a lo largo de la cadena de suministro, que incluye al desarrollo de materia prima y producción, procesamiento, transporte y marketing. Asimismo, la producción bioenergética puede generar una reducción en las facturas de energía de los hogares como consecuencia del desplazamiento de alternativas más caras.

### Limitaciones anticipadas:

En caso de que un número considerable de trabajos en el sector bioenergético sea informal (es decir, sin contratos), puede ser difícil medir los niveles de salario. Pueden encontrarse dificultades similares en el cálculo de los hogares e individuos con empleos independientes, ya que no siempre habrá transacciones comerciales involucradas, en particular si parte o toda la bioenergía producida (y/o productos Miembros) es para consumo propio. Sin embargo, métodos estándares para la asignación de precios en estas situaciones se mencionaron anteriormente. Es más probable que los datos para este indicador provengan de encuestas de hogares. Debido a que estas encuestas difieren en los métodos y los datos recopilados, los resultados de diferentes encuestas pueden no ser estrictamente comparables. Los esfuerzos para estandarizar los métodos de las encuestas están mejorando la situación, pero aún quedan diferencias, por ejemplo, si se usa gasto de ingresos o consumos como indicador de estándar de vida y en la definición de ingreso. Además, las diferencias en el tamaño de los hogares, el punto hasta el cual el ingreso se comparte con los demás miembros del hogar, edades y necesidades de consumo de los miembros de los hogares pueden afectar la compatibilidad de los resultados de las encuestas (UN DESA, 2007).

Todos estos efectos pueden considerarse como cambios en el ingreso como consecuencia de la producción energética, que contribuyen de manera potencial a un gran efecto en la distribución de los ingresos en el área de producción bioenergética. Con el fin de calcular un impacto dividido de estas externalidades sobre el ingreso, se necesitan encuestas especialmente diseñadas para los hogares. Los análisis comparativos (usando técnicas econométricas) de las áreas de producción bioenergética y no bioenergética representarían una opción metodológica (véase más arriba y Wlater et al., 2008).

### Sentido Práctico

#### Datos requeridos:

- Salarios en la producción de bioenergía con relación a los sectores comparables:
  - producción de materia prima bioenergética vs. producción agrícola (unidades de moneda local/año);
  - transporte de biomasa y de biocombustibles vs. el sector de transporte (unidades de moneda local/año);
  - conversión/procesamiento de biomasa a bioenergía vs. sector de manufactura (unidades de moneda local/año);
  - se requiere información con respecto a tipo de empleo previo a la producción bioenergética con el fin de calcular el cambio en los ingresos como consecuencia de empleo salarial en la producción bioenergética.

- Ingresos de la venta, permuta o consumo propio de productos bioenergéticos (que incluye a las materias primas) por hogares/individuos de empleo independiente.

- Tipos, cantidades y precios (de la canasta típica de) de los productos sustituidos por la producción propia de productos bioenergéticos, que incluye a las materias primas.

- Costo de la producción propia de diferentes productos bioenergéticos.

- Nivel de ingresos promedio de hogares, que incluye no sólo a la moneda sino que también a sus equivalentes en bienes (por ejemplo, bolsa de arroz) previos al comienzo de la producción bioenergética.

- Personas por hogar en la producción bioenergética.

Algunos países pueden desear usar los valores del Índice de Gini cuando se encuentren disponibles a nivel regional/ de distrito/municipal como datos de referencia con el fin de compararlos con las diferentes regiones/distritos/municipios y/o ingresos no salariales provenientes de la producción bioenergética de acuerdo con la siguiente fórmula estándar:

$$G = \text{Cov} \left\{ y, F(y) \right\} \frac{2}{\bar{y}}$$

Donde G es el Índice de Gini, Cov es la covarianza entre los niveles de ingreso y, y la distribución acumulativa del mismo ingreso F(y) e  $\bar{y}$  es un ingreso promedio. Para una guía paso a paso para calcular el Índice de Gini y la discusión relacionada, véase Bellu et al., 2005. Este cálculo requerirá una base de datos de ingreso por hogar/individuo en regiones con o sin producción bioenergética. Los datos por lo general se proporcionan en 5 quintiles de 20% desde el más pobre hasta el más rico. Estos datos pueden calcularse usando los datos estadísticos nacionales/internacionales existentes y datos tales como contratos de empleo en el sector bioenergético, contratos de compra-venta de productos bioenergéticos, o censos agrícolas. De modo alternativo, podrían recopilarse por medio de entrevistas y encuestas a nivel regional, de campo, in situ, o de hogar.

### Fuentes de datos (nacionales e internacionales)

- Contratos de empleo en el sector bioenergético
- Contratos de compra-venta de productos bioenergéticos
- Estadísticas nacionales y censos agrícolas
- Base de datos de la OIT sobre salarios mínimos
- Base de datos nacionales sobre salarios mínimos (para comparación), si están disponibles
- Bases de datos nacionales sobre la fórmula estándar para el Índice de Gini, si están disponibles
- Datos e información recopilados a nivel nacional por medio de las encuestas sobre los Cálculos del Estándar de Vida
- Banco Mundial: publicaciones de los Indicadores de Desarrollo Mundial (WDI, por sus siglas en inglés) y base de datos WDI en línea.

### Vacíos de información conocidos:

Las estrategias de recopilación de datos que implementan los sindicatos, los ministerios de finanzas/economía (o equivalentes), institutos de estadísticas nacionales, ministerios de producción/desarrollo/industria (o equivalentes), universidades, centros de investigación, e informes de certificación pueden servir para completar los datos faltantes. Los datos faltantes también pueden completarse por medio de

encuestas a nivel hogar y/o por medio de la realización de las encuestas sobre Cálculo de los Estándares de Vida en las áreas de interés.

#### Procesos internacionales relevantes74:

- Objetivos de Desarrollo de Milenio ONU (MDGs) indicador 1.6 (Proporción de personas empleadas que viven debajo de los USD 1 por día (PPP);
- Objetivos de Desarrollo de Milenio ONU (MDGs) indicadores 1.1 (proporción de la población debajo de USD 1 (PPP) por día, 1.2 (Coeficiente de la brecha de la pobreza) y 1.3 (porción del quintil más pobre en el consumo nacional);
- Indicadores CSD del Desarrollo Sostenible que incluyen tres indicadores de ingreso y su distribución: proporción de la población que vive debajo del umbral de la pobreza, proporción de la población debajo de USD 1 por día, y la relación de la porción en el ingreso nacional del quintil más alto al quintil más bajo.
- WWF-MPO está desarrollando un sistema de información sobre un ambiente de pobreza (P-E) e indicación (Porcentaje de Ingreso generado por la venta de biomasa es un indicador).

#### Referencias:

- B.C. Ministry of Forests, Mines and Lands. 2010. *The State of British Columbia's Forests*, 3rd edition.
- Bellu, L. et al. 2005. *Inequality Analysis. The Gini Index. Analytical Tools. Module 40. EasyPol online resources*. FAO. [http://www.fao.org/docs/up/easypol/329/gini\\_index\\_040EN.pdf](http://www.fao.org/docs/up/easypol/329/gini_index_040EN.pdf). [Consulta: noviembre 2011].
- Carletto, G., Covarrubias, K., and Krausova, M. 2007. *Rural Income Generating Activities (RIGA) Study. Methodological note on the construction of income aggregates*. Octubre.
- ILO. 2003. *Resolution concerning household income and expenditure statistics*. [http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/standards-and-guidelines/resolutions-adopted-by-international-conferences-of-labour-statisticians/WCMS\\_087503/lang--en/index.htm](http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/standards-and-guidelines/resolutions-adopted-by-international-conferences-of-labour-statisticians/WCMS_087503/lang--en/index.htm). [Consulta: noviembre 2011].
- ILO. 2008. *Global Wage Report 2008/09. Minimum wages and collective bargaining – Towards policy coherence*. Geneva.
- Hertz, T. et al. 2009. *Wage inequality in international perspective: Effects of location, sector, and gender*. FAO. Marzo. <http://www.fao.org/economic/riga/riga-publications/riga-publications/en/?page=2&ipp=10>. [Consulta: noviembre 2011].
- Walter A. et al. 2008. *Analysis of Environmental and Social Impacts of Bio-ethanol Production in Brazil*. UNICAMP, DEFRA, UK Embassy in Brazil.
- Winters, P. et al. 2008. *Rural wage employment in developing countries*. FAO. August. [http://www.fao.org/economic/riga/riga-publications/pubs-detail/en/?dyna\\_fef%5Bbackuri%5D=%2Feconomic%2Friga%2Friga-publications%2Friga-publications%2Fen%2F%3Fpage%3D2%26ipp%3D10&dyna\\_fef%5Buid%5D=43788](http://www.fao.org/economic/riga/riga-publications/pubs-detail/en/?dyna_fef%5Bbackuri%5D=%2Feconomic%2Friga%2Friga-publications%2Friga-publications%2Fen%2F%3Fpage%3D2%26ipp%3D10&dyna_fef%5Buid%5D=43788). [Consulta: noviembre 2011].

#### On Living Standard Measurement Surveys Study:

- Escobar, J. 2001. *The Determinants of Nonfarm Income Diversification in Rural Peru*. *World Development* Volume 29, Issue 3, marzo 2001, Pages 497-508.

- Grosh, M. 1996. *A manual for planning and implementing the living standards measurement study survey*. World Bank. ISSN: 0253-4517.
- Hayami, Y. 1978. *Anatomy of a Peasant Economy. A Rice village in the Philippines*. International Rice Research Institute.
- Lee, L. F., 1978. *Simultaneous Equation Models with Discrete and Censored Dependent Variables*. In: Manski P. and McFadden D. (Eds.), *Structural Analysis and Discrete Data with Econometric Applications*. MIT Press, Cambridge MA. Madlener, R. and Myles, H. 2001, *Modelling Socio-Economic Aspects of Bioenergy Systems: A survey prepared for IEA Bioenergy Task 29. Paper prepared for the IEA Bioenergy Task 29 Workshop in Brighton/UK, 2 Julio 2000* [http://www.task29.net/assets/files/reports/Madlener\\_Myles.pdf](http://www.task29.net/assets/files/reports/Madlener_Myles.pdf) [Consulta: noviembre 2011].
- Reardon, T. et al. 1998. *Rural nonfarm income in developing countries. Special chapter in The State of Food and Agriculture 1998*. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Roma.
- Reardon, T., Taylor, J.E., Stamoulis, K., Lanjouw, P. and Balisacan, A., 2000. *Effects of nonfarm employment on rural income inequality in developing countries: An investment perspective*. *Journal of Agricultural Economics* 51 2, pp. 266–288.
- Reardon, T., Berdegue, J. and Escobar, G., 2001. *Rural Nonfarm Employment and Incomes in Latin America: Overview and Policy Implications*. *World Development* 29(3), 395-410.
- UN DESA. 2007. *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, Third edition*.
- UNEP/ILO/IOE/ITUC 2008. *Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world*. Septiembre.
- United Nations Foundation. 2008. *Sustainable Bioenergy Development in West African Economic and Monetary Union (UEMOA) Member Countries*.
- World Bank. *Examples of LSMS carried out over the last 15 years* Disponible en <http://iresearch.worldbank.org/lsm/lsmssurveyFinder.htm>.
- Winters, P., Davis, B. and Corral, L. 2001. *Assets, activities and income generation in rural Mexico: Factoring in social and public capital*. University of New England Graduate School of Agricultural and Resource Economics & School of Economics. Working Paper Series in Agricultural and Resource Economics. ISSN 1442 1909. <https://www.une.edu.au/bepp/working-papers/ag-res-econ/arewp01-1.pdf>. [Consulta: noviembre 2011].

#### Fuentes electrónicas:

- CSD Indicators of Sustainable Development. [http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table\\_4.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table_4.htm). [Consulta: septiembre 2011].
- FAO EasyPol. <http://www.fao.org/easypol/output/>. [Consulta: septiembre 2011].
- ILO database on minimum wages. <http://www.ilo.org/travaildata/base/servlet/minimumwages>. [Consulta: septiembre 2011].
- Living Standard Measurements Surveys. <http://go.worldbank.org/IFS9WG7E00>. [Consulta: septiembre 2011].
- LSMS applications related to agriculture. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTRESEARCH/EXTLSMS/EXTSURAGRI/0,,contentMDK:22800726~menuPK:7420278~pagePK:64168445~pIPK:64168309~theSitePK:7420261,00.html>. [Consulta: noviembre 2011].
- MDGs. <http://www.un.org/millenniumgoals/>. [Consulta: noviembre 2011].
- UNTERM. <http://unterm.un.org/>. [Consulta: septiembre 2011].
- World Bank: World Development Indicators (WDI) publications and WDI online database. <http://go.worldbank.org/3JU2HA60D0> and <http://go.worldbank.org/6HAYAHG8H0>. [Consulta: septiembre 2011].
- WWF-MPO. [http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/all\\_publications/15830/Developing-and-Appling-Poverty-Environment-Indicators](http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/15830/Developing-and-Appling-Poverty-Environment-Indicators) [Consulta: septiembre 2011].

## Indicador 12

### Empleos en el sector de la bioenergía

#### Descripción:

Creación de empleo neto como resultado de la producción y el uso de la bioenergía, total (12.1) y desagregada (si es posible) de la siguiente manera:

- (12.2) calificado / no calificado
- (12.3) temporal / indefinido
- (12.4) Número total de empleos en el sector de la bioenergía y porcentaje que cumple con las normas laborales reconocidas nacionalmente, congruentes con los principios enumerados en la Declaración de la OIT sobre los Principios y Derechos Fundamentales en el Trabajo, con sectores comparables (12.5).

#### Unidad(es) de medición:

- (12.1) número, y número por MJ o MW
- (12.2) número, número por MJ o MW, y porcentaje
- (12.3) número, número por MJ o MW, y porcentaje
- (12.4) número, y como porcentaje de la población (en edad laboral)
- (12.5) porcentajes

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica a la producción y el uso de la bioenergía, y a todas sus materias primas/ usos finales/ rutas.

#### Relación con los temas:

Este indicador se relaciona principalmente con los siguientes temas: Desarrollo rural y social, y Condiciones laborales. Asimismo, mide la creación de empleo neto como consecuencia de la producción y el uso de la bioenergía, desglosada por calidad y tipo de empleo; por ejemplo, si los empleos resultantes son calificados o no, permanentes o temporarios.

Según la "Declaración relativa a los Principios y Derechos Fundamentales en el Trabajo" de la OIT (1998), los cuatro principios allí enumerados adquieren el carácter de derechos humanos. Los principios son los siguientes:

- a) la libertad de asociación y la libertad sindical, y el reconocimiento efectivo del derecho de negociación colectiva; la eliminación de todas las formas de trabajo forzoso u obligatorio;
- b) la abolición efectiva del trabajo infantil; y
- d) la eliminación de la discriminación en materia de empleo y ocupación.

Este indicador suministra información sobre la porción de empleos del sector bioenergético a los cuales se aplican estos principios fundamentales de la OIT. Compara esta muestra de condiciones laborales en el sector bioenergético con otros sectores importantes, ayudando así a evaluar el cumplimiento con los derechos laborales esenciales para garantizar condiciones dignas de trabajo en un sector de mucha actividad. Además, la información recabada por este indicador coloca a los empleos derivados de la producción y el uso de la bioenergía en un contexto de relevancia a nivel nacional.

El cambio en la cantidad, calidad y tipo de empleo debido a la producción y el uso de la bioenergía es fundamental para comprender la sostenibilidad social y económica del desarro-

llo bioenergético. La creación de diferentes tipos y formas de empleo se relaciona en particular con el desarrollo rural y social a través del incremento y la diversidad de fuentes de ingresos para la población local. Además, el avance de la tecnología (y, por lo tanto, de las habilidades) utilizada en toda la cadena de suministro del sector bioenergético puede estimular el aumento de empleos mejor remunerados y más productivos.

Junto con las políticas adecuadas, la creación de empleos remunerados y productivos que cumplan con los principios y derechos fundamentales expresados por la OIT ayudará a reducir la pobreza, fomentará el desarrollo rural y mejorará la situación socioeconómica general del país (ONU DAES, 2007; DFID, 2004).

Este indicador también se relaciona con los siguientes temas: Salud y seguridad, Desarrollo económico, y Acceso a la tecnología y habilidades tecnológicas. Debería ser interpretado junto con la información que ofrecen los Indicadores 11 (Cambio en el ingreso), 16 (Incidencia de lesiones, enfermedades y muertes por causas laborales), y 21 (Formación y recalificación de los empleados) con el propósito de evaluar de una manera más completa la calidad de los empleos creados.

#### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

La creación de empleo neto, con un alto porcentaje de empleos calificados, seguros y dignos, puede producir un impacto positivo en el desarrollo sustentable a nivel nacional y regional. Con el propósito de comunicar la toma de decisiones a nivel nacional y sub-nacional, se debe prestar especial atención a la creación de empleos netos a partir de la producción y el uso de la bioenergía en áreas donde existe un alto índice de desempleo. Además, un sector bioenergético en auge puede fomentar la transición hacia una mayor proporción de empleos calificados en áreas en las que se evidencian altos niveles de empleos no calificados. La proporción de trabajadores locales empleados y las tendencias en el equilibrio entre el sexo y la edad también pueden ser importantes cuando se evalúa el aporte de la bioenergía al desarrollo sostenible.

Si las tendencias respecto del cumplimiento con los derechos fundamentales expresados por la OIT en el sector bioenergético muestran que el sector está mejorando con el transcurso del tiempo y/o superando a sectores comparables en el país, podemos interpretar, entonces, que se está realizando un aporte positivo al desarrollo sustentable local o nacional. Las buenas condiciones laborales en el sector bioenergético también tienden a lograr una industria más segura y productiva. Un alto nivel de empleo, o la creación de empleos que no requieren capacitación y/o educación, puede no representar en todos los casos un rasgo positivo, puesto que dicha creación de empleos puede deberse a la falta de oportunidades educativas. En este sentido, este indicador debería ser evaluado en estrecha relación con los indicadores mencionados anteriormente, que ofrecen más información respecto de la calidad de los empleos creados.

#### Comparación con otras fuentes de energía:

La creación de empleo neto debido al desarrollo bioenergético se puede comparar con lo que sucede en la industria de combustibles fósiles (véase Walter et al., 2008 y los informes UNICA), así como en otros sectores de energías renovables. Los empleos del sector bioenergético que cumplen con estándares laborales a nivel nacional y con principios y derechos fundamentales reconocidos en el ámbito internacio-

nal también se pueden comparar con la industria de combustibles fósiles y con los sectores de energías renovables, dada la información suficiente (esto puede requerir la recopilación de datos en la cadena de suministro de cada sector).

## Base Científica

### Enfoque metodológico:

Existen muchas diferencias en la bibliografía, y en las estadísticas industriales y gubernamentales, respecto de las definiciones de empleo, empleo directo, empleo indirecto, índice de empleo, y unidades de medición para expresar la creación de empleo en los sectores energéticos. El ejemplo que sigue tiene el propósito de destacar algunas de las opciones prácticas más comunes de los pasos incluidos en la medición de este indicador, así como la necesidad de indicar con claridad la metodología utilizada para evitar resultados confusos, poco claros o que no pueden compararse.

### Definición de empleo

En general, muchas de las definiciones requeridas con respecto a la medición del empleo están incluidas en la "Resolución sobre estadísticas de la población económicamente activa, del empleo, del desempleo y del subempleo" adoptada por la decimotercera Conferencia Internacional de Estadígrafos del Trabajo (ICLS, por sus siglas en inglés), Ginebra, 1982. Las estadísticas de empleo definidas en la resolución de la ICLS se refieren a personas dentro de un rango de edad que nunca han trabajado (en un empleo remunerado o por cuenta propia) en el periodo de referencia a cambio de un salario o ganancia (o pagos en especie), o se han ausentado del empleo por motivos tales como enfermedad, maternidad o licencia por paternidad, vacaciones, capacitación o conflictos laborales. El concepto de actividad económica, o empleo, se define en términos de producción de bienes y servicios, conforme lo estipula el Sistema de Cuentas Nacionales de la ONU. En general, se distinguen tres categorías del total de empleados (UN DAES, 2007):

- trabajadores asalariados (también conocidos como empleados);
- trabajadores por cuenta propia, que incluye trabajadores independientes con empleados a cargo (empleadores), trabajadores independientes sin empleados a cargo (autónomos), y miembros de cooperativas de productores; y
- trabajadores familiares no remunerados (también conocidos como trabajadores familiares que no perciben un salario; nótese que esta es una subcategoría de trabajadores por cuenta propia, separados por el hecho de que las implicancias socioeconómicas asociadas con su estado pueden variar significativamente con las de otros trabajadores independientes).

### ¿Cuántas horas constituyen un empleo?

La resolución de la ICLS de 1982 también indica que los trabajadores familiares no remunerados que trabajan al menos una hora deben incluirse en el resultado total de empleo, si bien muchos países utilizan un límite horario mayor en su definición. Por otro lado, en ocasiones, para estimar el número de empleos se citan empleos de equivalente a tiempo completo (FTE, por sus siglas en inglés). Un trabajo de tiempo completo ha sido definido como un empleo que ocupa a los empleados durante treinta o más horas semanales. En el periodo de un año, un empleo FTE podría representar un empleado de tiempo completo; o dos,

o más, empleados de jornada reducida cuyas horas semanales alcanzan al menos treinta horas (todos empleados por un año completo); o dos o más trabajadores estacionales que trabajan al menos 30 horas por semana durante fracciones en un año que alcanzan un año completo (Banco Mundial et al., 2008). Resulta importante indicar el número de horas utilizadas para definir un empleo cuando se expresa el resultado del indicador.

### 12.1: Definición del alcance de la producción bioenergética y utilización de la cadena de valor, incluidos los empleos directos e indirectos

Para medir este indicador, será necesario definir el alcance de la cadena de valor de bioenergía (o del sector bioenergético) a considerar. En particular, se debe prestar atención a la definición del tipo de empleo que se pudo haber creado como consecuencia del uso de la bioenergía. Resulta útil diferenciar los empleos directos e indirectos. Los siguientes pasos de la cadena de valor requieren empleos que pueden estar incluidos en la medición de empleos directos creados a partir de la producción y el uso de la bioenergía:

- producción de materias primas de bioenergía;
- transporte de biomasa;
- procesamiento y conversión de biomasa;
- producción de equipos para el despliegue de la bioenergía (incluidas las plantas y el equipo específicamente diseñados para el uso de la bioenergía, tal como la tecnología de combustibles variables o cocinas mejoradas) – para su comparación con otras fuentes de energía, estos primeros cuatro pasos pueden ser considerados la etapa de producción, que incluye la manufactura relacionada con la producción y el uso de la bioenergía;
- suministro y distribución de bioenergía (incluidos los proveedores de biocombustibles y empresas de servicios de electricidad, calefacción y refrigeración);
- instalación de plantas de bioenergía y otros equipos para el despliegue de la bioenergía;
- operación y mantenimiento de plantas de bioenergía y otros equipos para el despliegue de la bioenergía;
- investigación y desarrollo relacionados con alguna de las actividades mencionadas anteriormente.

Los empleos indirectos en el sector bioenergético están definidos como empleos en otras empresas o industrias que se ocupan del suministro de bienes y servicios a dicho sector. Por ejemplo, una planta de bioenergía que ofrece empleos directos en el sector también genera empleos indirectos para minoristas, contadores, y otros negocios que los empleados del sector bioenergético no manejan o para los cuales no están capacitados, a fin de producir resultados directos en la planta de bioenergía. Los trabajadores de empleos directos e indirectos (y sus familias) destinan sus salarios a comprar bienes y servicios para su uso personal, creando así empleo inducido, que no está incluido en el empleo indirecto (véanse los siguientes párrafos para más detalles acerca del empleo inducido) (UNTERM; Ministerio de Bosques, Minas y Tierras de B.C., 2010; PNUMA/OIT/IOE/ITUC 2008).

Los trabajadores de empleos indirectos pueden ser contratados por aquellos que participan directamente en el sector bioenergético. Nótese que si se mide el número de empleos FTE creados en un año, los empleados de proveedores o contratistas no tienen que estar empleados de manera

permanente en la operación para que su empleo cuente. Por ejemplo: un contratista del sector de la construcción que aporta 20 empleados por un período de tres meses habría tenido el equivalente a 5 empleos de tiempo completo surgidos de la operación en ese año ( $20 \times 0.25 = 5$ ); y un proveedor que emplea 100 trabajadores y que vende diez por ciento de su resultado en un año a la operación también habría tenido el equivalente de 10 empleos de tiempo completo surgidos de los encargos de la operación (Banco Mundial et al., 2007).

Tanto para los empleos directos, como para los indirectos es necesario decidir e indicar si se incluirán los empleos creados en otros países como consecuencia de la producción en el sector bioenergético local.

Por ejemplo, muchos empleos en la instalación, operación y mantenimiento pueden ser creados en países que importan productos bioenergéticos.

El enfoque metodológico detallado en esta sección no intenta medir la creación de trabajo inducido (por ejemplo, empleos creados por el gasto de los empleados del sector bioenergético), o de efectos indirectos. Para estimar estos impactos en la economía, se podrían estudiar las economías locales que rodean cadenas específicas de suministro y determinar índices típicos de empleos inducidos directos e indirectos creados (Banco Mundial et al., 2008). Alternativamente, se podrían comparar dos áreas con y sin producción bioenergética utilizando análisis econométricos. Esto se podría combinar con un análisis más amplio del efecto de la producción bioenergética en los ingresos (Walter et al., 2008) – véase el Indicador 11 (Cambio en los ingresos).

### **12.1: Definición de empleos perdidos/ despidos como consecuencia de la producción y el uso de la bioenergía (a fin de aportar cifras de creación de empleo neto)**

Puesto que el indicador mide la creación de empleo neto, la medición del número de empleos creados (cada año, u otro periodo de medición) en los pasos indicados de la cadena de valor de bioenergía debe ser complementado por la medición (o estimación) del número de despidos o empleos perdidos como consecuencia de la producción y el uso de la bioenergía. Esto conlleva dos elementos: empleos perdidos en el sector bioenergético y despidos en otros sectores. El primero puede abordarse con la simple medición del cambio en el número total de empleos en el sector bioenergético cada año, en lugar del número de empleos creados y perdidos por separado. No obstante, se requiere el número de empleos perdidos en el sector bioenergético para el Indicador 21 (Formación y recalificación de los trabajadores), por lo tanto, se sugiere medir ambos números individualmente. El segundo es más complicado, pero se puede simplificar al centrarse en trabajadores agrícolas que han perdido sus empleos debido a un cambio en el uso del suelo para la producción de materias primas bioenergéticas. Si se considera que la bioenergía sustituye a otras formas de energía (por ejemplo, el equivalente del combustible fósil, conforme lo determina el Indicador 20 (Cambio en el consumo de combustibles fósiles y en el uso tradicional de biomasa), los países podrían tener intenciones de llevar a cabo una comparación simple de empleos por unidad de energía de capacidad de potencia para estas dos fuentes de energía. Alternativamente, se podría llevar a cabo una forma más avanzada de análisis para comprender las consecuencias para otros sectores, incluidos otros sub-sectores energéticos (por ejemplo, la utilización de modelos de equilibrio general computable).

### **12.2-12.3: Desglose de cifras en la creación de empleos**

#### **Definición de empleos calificados y no calificados**

Un empleo calificado es aquel que requiere alguna habilidad, conocimiento o capacidad especial. Un trabajador calificado pudo haber adquirido sus capacidades o conocimientos en un instituto educativo especializado, la universidad o la escuela técnica, o en el empleo. (Véase el Indicador 21, Formación y recalificación de los trabajadores). Un empleo no calificado es aquel que no requiere habilidades especiales. Los empleos se pueden clasificar como calificados, no calificados o no clasificables, en función de la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUO-88) y, a veces, también, de documentos específicos del país.

#### **Definición de empleos temporarios y permanentes**

Un empleo temporario puede ser estacional, periódico, de corta duración, o puede no ser llevado a cabo por el personal estable de la empresa. En el caso de un empleo temporario, que también puede referirse a un contrato por tiempo determinado, la relación laboral dura solo por un periodo específico y definido, o hasta que se termina un proyecto.

Una vez que el plazo o el proyecto finalizan, la relación laboral por tiempo determinado se extingue. Con frecuencia, se considera que dichos empleados ocupan una posición “contratual”. Los empleos del sector agrícola pueden, a menudo, ser de una duración limitada y abarcar actividades estacionales finitas específicas del cultivo y la cosecha de productos agrícolas. En general, estos empleos temporarios son considerados empleos estacionales. Los empleos estacionales se incluyen en la categoría de empleos temporarios.

El empleo permanente se refiere tanto a la duración como a la naturaleza del empleo. Los empleos con una duración indefinida incluyen un servicio continuo que dura por un periodo no determinado. El empleo permanente no implica una finalización explícita específica o probable de la relación laboral. Este tipo de empleo está acompañado por una cantidad de obligaciones y derechos, entre los cuales está el derecho a ser notificado del cese de la relación laboral en un plazo razonable. El empleo por un tiempo determinado es aquel definido por la debida celebración de un contrato con un plazo determinado. No se requiere que un empleador notifique la extinción de la relación laboral al empleado con una antelación razonable, puesto que la relación laboral llega naturalmente a un final anticipado en un plazo específico, o al momento de la finalización de un proyecto específico.

De conformidad con las normas y convenciones nacionales, los países pueden determinar qué diferentes pares de términos, tales como “corto plazo” y “largo plazo”, “estacional” y “no estacional”, o “regular” e “irregular”, son los más importantes para describir el empleo en el sector bioenergético.

#### **Desglose adicional**

Si es posible, estas mediciones también deberían desglosarse por sexo y edad. El desglose de creación de empleo neto por sexo se refiere al Objetivo 1. B de los Objetivos de Desarrollo del Milenio “Alcanzar empleo pleno y productivo, y trabajo decente para todos, incluyendo mujeres y jóvenes”. Será medido por porcentaje de mujeres y jóvenes (entre 15 y 24 años, conforme a lo acordado durante la preparación del Año Mundial de la Juventud (1985), y al respaldo de la Asamblea General – véase A/36/215 y resolución 36/28, 1981) en comparación con el número total de empleados en el sector bioenergético.

### 12.1-12.3: Presentación de las cifras de creación de empleo de una manera coherente e informativa

#### Mediciones adecuadas, también para su comparación con fuentes alternativas de energía

Esta sección plantea lineamientos para medir el número de empleos creados y perdidos/despidos, y para desglosar estos números en varios aspectos.

No obstante, indicar simplemente una cantidad neta de empleos creados por la producción y el uso de la bioenergía en un país puede no ser muy informativo, especialmente, cuando se realiza una comparación con otros sub-sectores de energía.

Con el propósito de facilitar dicha comparación (y también para controlar el rendimiento en el tiempo), la creación de empleo en el sector energético está expresada habitualmente utilizando la medición de empleos por MW de capacidad instalada.

Esta capacidad se calcula generalmente en una base acumulativa, pero en ocasiones solo se cuenta la capacidad instalada en el año de medición. El último enfoque está más sujeto a la variación debido a los cambios en las condiciones políticas y económicas (Dalton y Lewis, 2011).

Si bien el concepto de "capacidad instalada" (por ejemplo, en MJ por año) también puede ser utilizado para combustibles, los empleos por MJ de contenido de energía de combustibles producidos y utilizados sería probablemente una medición más adecuada para la producción y el uso de combustibles.

En los países que exportan e importan bienes y servicios de bioenergía, se podrían indicar cifras individuales para empleos netos creados en toda la cadena de valor (por MJ y/o MW) y para empleos netos creados por la producción (por MJ de energía emitida) o el uso (por MJ de energía utilizada o MW de capacidad de potencia instalada) de bioenergía en el país, según corresponda.

Esto puede evitar cifras extremadamente altas para los países exportadores, si se expresan los empleos por MW de capacidad instalada o MJ de energía utilizada.

#### Nivel de agregación

El número y la calidad de empleos pueden ser agregados hasta la escala espacial deseada (nacional o regional), para las etapas de producción y procesamiento de materias primas por separado y en la etapa de agricultura, para cada materia prima. Si la mecanización aumenta, se espera que los empleos agrícolas disminuyan, y sería importante dar a conocer esos factores explicativos como información contextual para los valores del indicador.

Diferentes formas de energía representarán diferentes tipos de empleo en diferentes números y proporciones. Por ejemplo, es probable que el sector bioenergético en algunos países requiera mucha mano de obra en la etapa de producción de materias primas; muchas de las tecnologías incluidas en energías renovables requieren relativamente mucha mano de obra para su instalación; la energía eólica generalmente requiere menos operación y mantenimiento que otros tipos de energía renovable.

Estos tipos diferentes de empleos pueden presentar características diferentes (por ejemplo, la operación y el mantenimiento pueden generar empleos de mayor duración que la instalación). Por lo tanto, puede resultar útil clasificar los diferentes tipos de empleo de la siguiente forma: manufactura; instalación; operación y mantenimiento; investigación y desarrollo; y (si es pertinente) distribución.

### 12.4: Medición del total de mano de obra y su representación en porcentajes de la población activa

El indicador incluye la medición de la fuerza de trabajo total en el sector bioenergético (12.4), que se puede obtener mediante encuestas de la industria. Se sugiere expresar 12.4 como un total simple y como un índice de empleo o porcentaje para el sector. La base de población para este índice debería ser aquella utilizada por el país para la tasa de empleo general. Esto varía en todos los países, pero en muchos casos, se utiliza la población residente activa no institucional que vive en hogares de familia, excluyendo a los miembros de las fuerzas armadas y a las personas que residen en instituciones psiquiátricas o de otro tipo, o cárceles. En la mayoría de los países, la población activa está definida por las personas mayores de 15 años. (Para más detalles, véase UN DAES, 2007).

#### 12.5: Medición del porcentaje de empleos que cumplen con estándares laborales reconocidos a nivel nacional de acuerdo con los principios enumerados en la Declaración relativa a los Principios y Derechos Fundamentales en el Trabajo de la OIT

El enfoque más práctico puede ser identificar la legislación existente que promueve el cumplimiento con los cuatro principios mencionados anteriormente, la aplicación de dicha legislación y cualquier esquema voluntario que presente evidencias del cumplimiento con la legislación nacional o con los principios de la OIT directamente. El porcentaje de empleos que cumplen con estos cuatro principios se puede hallar agregando evidencia a raíz de inspecciones esporádicas llevadas a cabo por la policía o por organismos gubernamentales sobre la producción de materias primas de bioenergía y sitios de procesamiento, y de esquemas voluntarios de certificación. La evidencia debe ser extraída de una muestra lo suficientemente representativa, y puede ser agregada a nivel nacional o sub-nacional (si existe una diferencia significativa) para cada materia prima, para toda la producción de materias primas, para todo el procesamiento y para toda la cadena de valor. El Manual SIMPOC (Programa de Información, Estadística y de Seguimiento en Materia de Trabajo Infantil de la OIT) sugiere varios métodos de recopilación. En ausencia de encuestas específicas sobre cultivos, los informes de la OIT pueden ser utilizados para identificar los temas observados con respecto al cumplimiento de los principios fundamentales en un país.

#### 12.5: Comparación con otros sectores en un país

El valor para 12.5 está dado en primer lugar por el cálculo del porcentaje de la fuerza de trabajo total de la bioenergía para el cual se cumplen los principios de la Declaración de la OIT, como se indica anteriormente. Por lo tanto, este valor se compara con otros sectores relevantes. Puesto que es complicado derivar un valor para la cadena de valor completa, los pasos específicos de la cadena de valor bioenergética se pueden comparar con pasos comparables en otros sectores. La comparación con fuentes de energía alternativas, se podría llevar a cabo en una unidad de energía o capacidad de potencia instalada, como se indicó anteriormente, cubriendo toda la cadena de valor. Para la etapa de producción de materias primas de bioenergía, otra posibilidad es comparar el valor de la bioenergía con un valor

promedio para la agricultura en un país. En la práctica, esto puede incluir una evaluación de las condiciones laborales típicas en la producción de ciertos cultivos o en la agricultura en cierta escala dentro de un país.

### Limitaciones anticipadas:

La medición de este indicador dependerá en gran medida de las definiciones utilizadas para medir empleos, que varían ampliamente en los países y estudios. Dichos factores incluyen el número mínimo de horas laborales requeridas en una semana o año, u otro periodo de medición, para definir un empleo; reconocimiento del empleo por cuenta propia y otras formas de empleo poco comunes, tales como el trabajo familiar no remunerado, pasantías o producción no comercial; diferencias en las edades laborales máximas y mínimas; definiciones de empleos directos e indirectos; e inclusión y exclusión de empleos creados en el exterior.

Como se expresó anteriormente, la creación de empleo, o el alto empleo en sí mismo, no tiene que ser enteramente positiva. Las propiedades de los empleos también son importantes. Además, un gran número de empleos creados por unidad de energía no representa necesariamente una característica positiva de una fuente de energía. Esto dependerá de las circunstancias nacionales y locales. La productividad de estos empleos también se debería tomar en cuenta: el Indicador 19 (Valor bruto agregado) es importante en este sentido.

Como se indicó anteriormente, dado que diferentes fuentes de energía requieren diferentes niveles de empleo para etapas diferentes en su producción y uso (por ejemplo, manufactura, distribución, instalación, operación y mantenimiento, I&D), la comparación de las cifras de empleo neto debe hacerse con cuidado. Puede ser necesario derivar números típicos de empleos en cada una de las etapas antes mencionadas por unidad o capacidad de potencia, dada una indicación de la duración (plazo determinado, periódico, habitual, etc.) y ubicación (local o extranjera) de los empleos.

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

- Número de empleos creados anualmente (o sobre algún otro período de medición indicado) en el suministro de bioenergía y uso de la cadena de valor. Esta información debería desglosarse de la siguiente manera:

- calificado/ no calificado
- temporal/ permanente
- y posiblemente también por sexo y edad.

- Número total de trabajadores en la cadena de valor del sector bioenergético.

- Número de trabajadores que cumplen con los cuatro principios de la OIT antes mencionados en la producción de la bioenergía y el uso de la cadena de valor.

Estos datos pueden ser recabados a través de cuentas estadísticas nacionales/internacionales, información de partes interesadas/industria o, alternativamente, mediante entrevistas y encuestas, en el campo, sitio u hogar.

Con referencia al sector bioenergético, cuando los datos no están disponibles, el gobierno puede generar métodos suplementarios para recolectar información, tales como estudios basados en hogares o inspecciones esporádicas a productores/operarios.

Se requerirán datos equivalentes para su comparación con otros sectores, tales como la agricultura y otros sectores energéticos.

### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

El sitio web de la OIT incluye una variedad de bases de datos e informes sobre estadísticas laborales, incluyendo la base de datos de los Indicadores Clave del Mercado del Trabajo (KILM).

Se puede utilizar la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (ISCO-88) (incluida la distinción entre empleo calificado y no calificado) y los informes de la OIT relacionados con la Declaración relativa a los Principios y Derechos Fundamentales en el Trabajo para dar un abordaje general de las condiciones laborales que componen el indicador.

Incluyen:

- compilación de informes anuales del país
- compilación de puntos de referencia del país
- situación del país
- archivo de los puntos de referencia por país; y
- observaciones realizadas por empleadores internacionales y organizaciones de trabajadores

El Manual SIMPOC (Programa de Información, Estadística y de Seguimiento en Materia de Trabajo Infantil de la OIT) sugiere varios métodos de recopilación. Conforme a fuentes secundarias, el Manual SIMPOC destaca que una amplia gama de instituciones, si bien no primarias, relacionadas con el trabajo, a menudo, producen información útil al respecto. Algunos ejemplos son informes escolares anuales compilados por los ministerios de educación, encuestas escolares e informes de inspección, informes estadísticos emitidos por oficinas nacionales de estadística, encuestas e investigaciones llevadas a cabo por organizaciones de desarrollo internacional, y otros estudios e informes elaborados por ministerios nacionales y la comunidad aportante.

### Vacíos de información conocidos:

La falta de información en la creación de empleo se puede solucionar con la revisión de estadísticas nacionales y regionales. Si no existen, los datos pueden ser recolectados a nivel regional o local (productores y sector industrial). Se puede utilizar la metodología expresada en Moraes et al., 2008 para efectuar también un desglose por región. Además, las referencias completas que se pueden utilizar como ejemplo son aquellas relacionadas con la producción de caña de azúcar en Brasil (véase referencias).

La ausencia de información sobre empleos en el sector bioenergético que cumplen con estándares laborales reconocidos a nivel nacional se puede solucionar con los siguientes datos:

- inspecciones esporádicas al azar a los productores/operarios
- datos recolectados por auditorías laborales privadas
- datos de estadísticas nacionales comparables sobre trabajadores agrícolas

### Procesos internacionales relevantes:

Los procesos internacionales relevantes incluyen los siguientes:

- Indicador 1.5 (Índice de empleo) y 3.2 (Proporción de mujeres en empleos remunerados en el sector no agrícola) de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de la ONU;

- el Programa de Información, Estadística y de Seguimiento en materia de Trabajo Infantil (SIMPOC) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la “Encuesta de Medición de la Calidad de Vida” (LSMS) del Banco Mundial;
- Il Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), a través de las Encuestas de Indicadores Múltiples por Conglomerados (MICS, por sus siglas en inglés);
- estadísticas e informes de la OIT;
- la Iniciativa Empleo Verde de PNUMA/OIT/IOE/ITUC y el Programa de Empleo Verde de la OIT.

## Referencias:

- B.C. Ministry of Forests, Mines and Lands. 2010. *The State of British Columbia's Forests*, 3rd edition.
- Carletto, G., Covarrubias, K., and Krausova, M., *Rural Income Generating Activities (RIGA) Study: Methodological note on the construction of income aggregates*, FAO, Octubre 2007, Disponible en <http://www.fao.org/economic/riga/riga-publications/riga-publications/en/?page=2&ipp=10>. [Consulta: noviembre 2011].
- DFID. 2004. *Labour standards and poverty reduction*. Department For International Development. UK.
- Dalton, G.J, Lewis, T., 2011. *Metrics for measuring job creation by renewable energy technologies, using Ireland as a case study*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (2011) 2123–2133. Enero.
- ILO. 2001. *Stopping Forced Labour. Global Report under the Follow-Up to the ILO Declaration on Fundamental Principles and Rights at Work*. Geneva, ILO.
- ILO. 1930. *Forced Labour Convention. ILO Convention 29*, Disponible en [http://www.ilocarib.org.tt/projects/cariblex/conventions\\_21.shtml](http://www.ilocarib.org.tt/projects/cariblex/conventions_21.shtml).
- ILO. 1957. *Abolition of Forced Labour Convention. ILO Convention 105*, Disponible en [http://www.ilocarib.org.tt/projects/cariblex/conventions\\_11.shtml](http://www.ilocarib.org.tt/projects/cariblex/conventions_11.shtml).
- ILO. 1973. *Minimum Age Convention. ILO Convention 138*, Disponible en [http://www.ilocarib.org.tt/projects/cariblex/conventions\\_6.shtml](http://www.ilocarib.org.tt/projects/cariblex/conventions_6.shtml).
- ILO. *Conventions on child labour*, Disponible en <http://www.ilo.org/ipecc/facts/ILOconventionsonchildlabour/lang--en/index.htm>
- ILO. 1998. *Declaration on Fundamental Principle and Rights at Work*, Disponible en <http://www.ilo.org/declaration/lang--en/index.htm>. [Consulta: noviembre 2011].
- ILO. 1999. *Worst Forms of Child Labour Convention. ILO Convention 182*. Disponible en [http://www.ilocarib.org.tt/projects/cariblex/conventions\\_9.shtml](http://www.ilocarib.org.tt/projects/cariblex/conventions_9.shtml)
- ILO. 2010. *The Green Jobs Programme of the ILO*, Disponible en [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---integration/documents/publication/wcms\\_107815.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---integration/documents/publication/wcms_107815.pdf). [Consulta: noviembre 2011].
- ILO. 2008. *Child Labour Statistics Meeting of Experts on Labour Statistics. Report I*, Geneva, 1-10 Abril 2008.
- ILO. 2004. *Forced Labour: Definitions, Indicators and Measurement*. Marzo.
- IPEC. 2008. *Action against child labour. International Programme on the Elimination of Child Labour. IPEC Highlights*.
- Macedo, I. C. Et al. 2005. *Sugar cane's energy - Twelve studies on Brazilian sugar cane agribusiness and its sustainability*. UNICA. p. 237.
- Moraes et al. 2009. *Externalidades sociais dos diferentes combustíveis no Brasil*, Disponible en [http://www.unica.com.br/downloads/estudosmatrizenergetica/pdf/Matriz\\_Social\\_Moraes2.pdf](http://www.unica.com.br/downloads/estudosmatrizenergetica/pdf/Matriz_Social_Moraes2.pdf). [Consulta: noviembre 2011].
- Gemt - Grupo de Extensão em Mercado de Trabalho, Disponible en <http://www.esalq.usp.br/gemt/content.php?sectionid=7&PHPSESSID=360d8df4d927498d265472620bbcb069>. [Consulta: noviembre 2011].
- Neves, M, Trombin, V and Consoli M. 2008. *Mapeamento e Quantificação do Setor Sucreenergético*, Disponible en [http://www.unica.com.br/downloads/estudosmatrizenergetica/pdf/Matriz\\_Mapeamento\\_Neves1.pdf](http://www.unica.com.br/downloads/estudosmatrizenergetica/pdf/Matriz_Mapeamento_Neves1.pdf). [Consulta: noviembre 2011].
- Ritualo, A., Castro, C.L. and Gormly, S. 2005. *Measuring Child Labor: Implications for Policy and Program Design*.
- UN DESA. 2007. *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*. Third edition.
- Verma, V. 2008. *Sampling for household-based surveys of child labour. International Programme on the Elimination of Child Labour (IPEC). International Labour Organization (ILO)*.
- Walter, A et al. 2008. *Analysis of Environmental and Social Impacts of Bio-ethanol Production in Brazil*. University of Campinas, DEFRA, UK Embassy in Brazil
- World Bank, UNCTAD, International Council on Mining and Metals. 2008. *Resource Endowment Toolkit – The Challenge of Mineral Wealth: using resource endowments to foster sustainable development*, septiembre.

## Fuentes electrónicas:

- ICLS. [en línea]. <[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---stat/documents/normativeinstrument/wcms\\_087481.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---stat/documents/normativeinstrument/wcms_087481.pdf)> [Consulta: septiembre 2011].

## Indicador 13

### Cambio en tiempo no pagado invertido por mujeres y niños en la recolección de biomasa

#### Descripción:

Cambio en el tiempo promedio no pagado invertido por mujeres y niños en la recolección de biomasa, como resultado de cambiar del uso tradicional de la biomasa a los servicios modernos de bioenergía

#### Unidad(es) de medición:

Horas por semana por hogar, porcentaje.

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica al uso de los servicios modernos de bioenergía que han sustituido a los servicios tradicionales que incluían la recolección de biomasa (el valor será inexistente en todos los otros casos).

Relación con los temas:

Este indicador se relaciona principalmente con el siguiente tema: Desarrollo rural y social. En la mayoría de los países en desarrollo, la recolección de leña representa una actividad intensa que demanda mucho tiempo y energía, en particular, en las zonas más distantes. En general, las mujeres son quienes más se encargan de estas actividades. Los datos provenientes de África Subsahariana, por ejemplo, indican que las mujeres dedican, en promedio, hasta tres o cuatro por ciento más de tiempo que los hombres a la recolección de leña y de agua. Las evidencias demuestran que la recolección de madera pone a las mujeres y niñas en una situación de riesgo para su salud y su seguridad, y que limita el tiempo que pueden dedicar a la educación y a las actividades destinadas a generar ingresos. (Gaye, 2007; Nankuhni & Findes, 2003, citados en Rossi & Lambrou, 2009). En algunos casos, la recolección de leña también se ha relacionado con el trabajo infantil. Nankuhni (2004) descubrió que en Malawi las mujeres representaban el determinante más significativo de la participación de los niños en la recolección de leña (y agua). Conforme a este mismo estudio, las niñas participaban de estas actividades más que los niños mientras asistían simultáneamente a la escuela (Nankuhni, 2004; Banco Mundial, 2006, citado en Rossi & Lambrou, 2009).

El cambio a la bioenergía moderna puede ser considerado un indicador claro de avance en el desarrollo sustentable a nivel local, en particular, a nivel doméstico, en áreas rurales o en aquellas con dependencia al uso de combustibles sólidos para cocinar y calefaccionar. Mide directamente el costo de oportunidad del tiempo dedicado por mujeres y niños a la recolección de combustible, e indica la reducción de la posibilidad de lesiones generadas por las grandes cantidades de madera, las restricciones sobre la actividad económica y educativa debido a la baja calidad del aire o el alumbrado, la degradación ambiental debido a la explotación de recursos a partir de la recolección de dendrocombustibles, y la vulnerabilidad de las mujeres a la violencia cuando recolectan combustible en áreas que enfrentan disturbios civiles o guerras (Shirnding, 2002).

Este indicador también brindará información sobre los siguientes temas: Cambio en el uso del suelo, que incluye

efectos indirectos; Acceso a la energía; Salud y seguridad de las personas; y Desarrollo económico.

Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

Como se indicó en la sección anterior, en la mayoría de los países en desarrollo la recolección de leña representa una actividad que demanda mucho tiempo a grandes sectores de la población, en particular, a las mujeres y niños. Esta actividad también conlleva riesgos ambientales y para la salud. Con la medición del tiempo que ahorran mujeres y niños en la recolección de biomasa como consecuencia del cambio de servicios tradicionales de bioenergía a servicios modernos (e indirectamente los beneficios ambientales y para la salud Miembros), este indicador ofrece información importante respecto del aporte de estos últimos servicios al desarrollo sostenible.

#### Comparación con otras fuentes de energía:

Este indicador también puede ser medido en el caso de un cambio en el uso tradicional de biomasa a servicios modernos de energía con base en los combustibles fósiles o fuentes de energía renovable diferentes a la bioenergía moderna.

#### Fundamentos científicos

#### Enfoque metodológico:

Los servicios modernos de energía están definidos en el glosario y metodología del Indicador 14 (Bioenergía usada para expandir el acceso a servicios modernos de energía).

Diferentes tipos de metodologías pueden ser utilizados para llevar a cabo encuestas sobre el uso del tiempo (destacando la recolección de leña, en este caso). El Banco Mundial ofrece una lista de ocho métodos utilizados en las encuestas sobre uso del tiempo, incluyendo ventajas y desventajas de cada uno de ellos (2005, p.37-38). Como se manifiesta en este documento, la "observación directa" es uno de los enfoques más comunes y destacados. En este caso, el investigador observa las actividades de los individuos en tiempos específicos y las registra. Una de las ventajas de este enfoque radica en que no requiere que una persona observada esté alfabetizada o tenga una noción del tiempo precisa o estandarizada. Por otro lado, este enfoque es muy costoso y, en consecuencia, permite solo muestras pequeñas. Otro método incluido en la lista se denomina "entrevistador que administra el tiempo diario" (interviewer administered time diary). En este caso, no existe un cuestionario con una lista específica de actividades y el encuestado describe cada actividad con sus propias palabras desde el comienzo hasta el final del día. Este enfoque es coherente con respecto a la información del tiempo de la actividad –exigiendo un cómputo total del tiempo– y puede también ofrecer información sobre actividades simultáneas.

Este indicador y la encuesta sobre uso del tiempo deberían centrarse en los hogares en los que hubo un cambio del uso tradicional de biomasa a los servicios modernos de bioenergía. La información debería ser aportada desde los hogares y a niveles regionales sub-nacionales, y nacionales.

Sería provechoso obtener información adicional sobre el uso del tiempo ahorrado para destinar a diferentes actividades (por ejemplo, educación, economía/comercio, esparcimiento). La distancia de viaje y el tiempo dedicado a la recolección de leña dependerá, entre otras cosas, de la disponibilidad y accesibilidad de los recursos forestales. En áreas

afectadas por la deforestación, o donde los bosques cercanos están protegidos, las distancias para que las comunidades locales puedan recolectar leña pueden ser más extensas. En Uganda, por ejemplo, la distancia promedio para recolectar leña (principalmente, por mujeres y niños) aumentó de 0.06 km en 2000 a 0.9 km como consecuencia de la deforestación (Ministerio de Finanzas, Planificación y Desarrollo Económico de Uganda, 2003; citado en UN DAES, 2010).

Por esta razón, mapear y analizar el suministro y la demanda de recursos forestales ofrecerá información clara de la distancia que recorren las personas en un área determinada para recolectar leña. Esto se puede llevar a cabo utilizando la metodología de Mapeo de Oferta y Demanda Integrada de Dendrocombustibles (WISDOM, por sus siglas en inglés) de la FAO. Se trata de una metodología explícita espacial que mapea la oferta y la demanda de biomasa para los usos de la energía y cuantifica el suministro de biomasa de fuentes directas e indirectas. Comprender las diferencias espaciales en el suministro de biomasa de fuentes directas e indirectas y los patrones de uso de los dendrocombustibles permite destacar áreas que muestran superávits o déficits.

### Limitaciones anticipadas:

Las principales limitaciones están representadas por la falta de información: véase la página siguiente.

### Sentido práctico

#### Requisitos de información:

- Horas por semana ahorradas en la recolección de biomasa a nivel doméstico.

Las entrevistas y encuestas a nivel doméstico serán utilizadas como métodos de medición si la información no está disponible.

#### Fuentes de información (internacionales y nacionales):

En los últimos años, algunos países en desarrollo han implementado encuestas sobre el uso del tiempo a nivel nacional, algunas de las cuales incluyen la recolección de leña entre las actividades consideradas. Algunos países que han llevado a cabo dichas encuestas son los siguientes: India y Nepal, 1999; Sudáfrica, 2000; e Isla Mauricio, 2003 (Banco Mundial, 2005). Además de las estadísticas nacionales (en los pocos países donde están disponibles), las fuentes de información adicional

- Encuestas sobre dendrocombustibles de la FAO
- Estadísticas de la ONU y encuestas del PNUD
- Informes de ONG

#### Vacíos de información conocidos:

Con frecuencia, falta información sobre la fuente de energía (por ejemplo, bioenergía, fósil, solar) utilizada en el servicio moderno de energía que ha reemplazado el uso anterior de biomasa sólida con fines de calefacción y cocción de alimentos y, de hecho, sobre la naturaleza (por ejemplo, bioenergía, fósil) de esta biomasa sólida. Se pueden realizar encuestas a hogares con preguntas más específicas sobre este tema para

suplir esta falta de información en los datos disponibles.

Muy pocos países poseen estadísticas disponibles sobre el número de mujeres y hombres que recolectan leña y sobre el tiempo que dedican a esta tarea. Aun cuando dichos datos están disponibles, puede faltar información con respecto a la recolección de leña, por ejemplo, para necesidades domésticas, para venta o como entrada para actividades aptas para generar de ingresos, tales como panadería o ladrillos. Por lo tanto, puede resultar complicado calcular el tiempo ahorrado gracias al cambio del uso tradicional de biomasa a los servicios modernos específicos de bioenergía.

#### Procesos internacionales relevantes:

- Alianza Global de Cocinas Limpias (Global Alliance for Clean Cookstoves)
- Indicadores de Desarrollo Mundial del Banco Mundial
- Evaluación Mundial de Energía del PNUD
- Objetivos de Desarrollo del Milenio de la ONU

#### Referencias:

- Gaye, E. 2007. *Access to Energy and Human Development. Occasional Paper. New York: United Nations Development Program, Human Development Report Office.*
- Nankhuni, F. 2004. *Environmental Degradation, Resource Scarcity and Children's Welfare in Malawi: School Attendance, School Progress, and Children's Health. Ph.D. Dissertation in Agricultural Economics, Pennsylvania State University. Accessible on: <http://etda.libraries.psu.edu/>. [Consulta: noviembre 2011].*
- Nankhuni, F.J., Findeis, J.L., 2003. *Inter-relationships between women's and children's work: Effects on children's education in Malawi. Paper presented at the Population Association of America Annual Meetings, 1-3 May, 2003. Minneapolis, Minnesota.*
- SANDEE. 2008. *Determinants of Fuelwood Use in Rural India: Implications for Managing the Energy Transition. Working paper No. 37-08. Department of Policy Studies at TERI University, New Delhi.*
- Rossi and Lambrou. 2009. *Making Sustainable Biofuels Work for Smallholder Farmers and Rural Households. Roma.: Food and Agriculture Organization (FAO) of the UN.*
- Uganda Ministry of Finance. 2003. *Planning and Economic Development. Uganda Poverty Status Report 2003. Kampala.*
- UNDESA. 2010. *The World's Women 2010 – Trends and Statistics. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs.*
- World Bank. 2005. *Gender, Time Use, and Poverty in sub-Saharan Africa. World Bank working paper no. 73. Washington DC: The World Bank Group.*
- Yeh, E. 2004. *Indoor air pollution in developing countries: Household use of traditional biomass fuels and the impact on mortality. Berkeley working paper.*

#### Fuentes electrónicas:

- *Global Alliance for Clean Cookstoves.* <http://cleancookstoves.org/>. [Consulta: septiembre 2011].
- *UNDP's World Energy Assessment,* <http://www.undp.org/energy/activities/wea/> [Consulta: septiembre 2011].
- *United Nations Millennium Development Goals.* <http://www.un.org/millenniumgoals/> [Consulta: septiembre 2011].
- *WISDOM.* <http://www.wisdomprojects.net/global/index.asp> [Consulta: septiembre 2011].
- *World Bank's World Development Indicators.* <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators> [Consulta: septiembre 2011].

## Indicador 14

### Bioenergía usada para ampliar el acceso a servicios modernos de energía

#### Descripción:

(14.1) Cantidad total y porcentaje de mayor acceso a servicios energéticos modernos obtenidos por medio de bioenergía moderna (desagregados por tipo de bioenergía), medidos en términos de (14.1a) energía y (14.1b) números de hogares y negocios

(14.2) Número total y porcentaje de hogares y negocios que usan la bioenergía, desagregados en bioenergía moderna y uso tradicional de la biomasa

#### Unidad(es) de medición:

(14.1a) Los servicios modernos de energía pueden ser combustibles líquidos, gaseosos, o sólidos, calefacción, refrigeración y electricidad. Un cambio en el acceso a cada una de estas formas de energía moderna puede ser medido en megajoule (MJ) por año, y así se prefiere, a fin de permitir una comparación entre diferentes formas de servicio de energía; pero cada una también debe ser medida en las unidades adecuadas de volumen o masa por año, que puede a menudo ser más conveniente, y que puede determinar las siguientes posibles unidades para este indicador:

- combustibles líquidos: litros/año o MJ/año y porcentaje
- combustibles gaseosos: metros cúbicos/año o MJ/año y porcentaje
- combustibles sólidos: toneladas/año o MJ/año y porcentaje
- calefacción y refrigeración: MJ/año y porcentaje
- electricidad: MWh/año o MJ/año (para uso de la electricidad), MW/año (si solo se puede medir la capacidad de generación de energía a la que ha logrado un nuevo acceso), horas/año (para el tiempo tanto para el uso de la electricidad como para el acceso al suministro de electricidad en funcionamiento) y porcentaje

(14.1b) número y porcentaje

(14.2) número y porcentaje

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica a la producción y el uso de la bioenergía y a todas sus materias primas, usos finales y rutas.

#### Relación con los temas:

Este indicador se relaciona principalmente con el siguiente tema: Acceso a la energía. Mide la expansión del acceso a la energía y, en particular, a servicios modernos de energía suministrada por la bioenergía moderna, tanto para hogares como para empresas.

El Grupo Asesor del Secretario General sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas define al acceso universal a la energía como "el acceso a servicios de energía limpios, confiables y asequibles utilizados para cocinar y calefacción, iluminar, y para las comunicaciones y producción" (AGECC, 2010). En la práctica, esto requiere un acceso posible a las siguientes categorías de servicios modernos de energía: electricidad para iluminación, comunicación y

otros usos domésticos; combustibles y tecnologías modernas para cocinar y calefaccionar; y potencia mecánica para uso productivo (por ejemplo, riego, procesamiento agrícola), que puede ser provista a través de la electricidad o combustibles modernos, o directamente de fuentes renovables tales como la hidrofuerza (Bazilian y Nussbaumer, 2010). La bioenergía moderna puede cumplir un papel importante en la provisión o mejoramiento del acceso a los servicios modernos de energía. Con la medición de la cantidad y el porcentaje total del aumento en el acceso a servicios modernos de energía obtenidos a través de la bioenergía moderna y el número y porcentaje total de hogares y empresas que utilizan bioenergía, desglosados en bioenergía moderna y uso tradicional de biomasa, este indicador ofrece información importante respecto del aporte de la bioenergía moderna al acceso a la energía.

El acceso a la energía se relaciona estrechamente con un número de índices de desarrollo sociales y económicos, tales como el PBI per cápita y el Índice de Desarrollo Humano (Bazilian & Nussbaumer, 2010), en tanto "los servicios modernos de energía representan un componente fundamental del suministro apropiado de alimentos, cobijo, agua, sanidad, salud, educación y acceso a la comunicación. La falta de acceso a dichos servicios genera pobreza y carencia, y limita el desarrollo humano y económico. Se requieren servicios de energía adecuados, asequibles y confiables para garantizar el desarrollo humano y económico, y también para lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio" (UN DAES, 2006). Expandir el acceso a la energía y a los servicios modernos de energía a través de la bioenergía moderna (en contraposición al uso tradicional de biomasa para energía o combustibles fósiles) producirá una cantidad de beneficios ambientales y socioeconómicos, en particular, a través de la disminución del uso del dendrocombustible y el carbón.

Por estos motivos, el indicador también se relaciona con los siguientes temas: Emisiones de gases de efecto invernadero; Capacidad productiva de la tierra y los ecosistemas (en particular, el Indicador 3, Niveles de cosecha de recursos madereros); Calidad del aire; Cambio en el uso del suelo, incluidos los efectos indirectos; Valor y oferta de una canasta nacional de alimentos; Desarrollo rural y social (que se relaciona estrechamente con el Indicador 13, Cambio en el tiempo no remunerado que dedican las mujeres y los niños a la recolección de biomasa); Salud y seguridad (que se relaciona estrechamente con el Indicador 15, Cambio en la tasa de mortalidad y la carga de morbilidad atribuible al humo en interiores); Desarrollo Económico (que se relaciona con el Indicador 20, Cambio en el consumo de combustibles fósiles y en el uso tradicional de biomasa); Seguridad energética/ Diversificación de fuentes y suministro.

#### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional

Este indicador ofrece una evaluación del aporte de la bioenergía moderna al acceso a la energía y a los servicios modernos de energía en los hogares y empresas. Dada la importancia del acceso a la energía en el desarrollo sostenible (como se indica anteriormente), el indicador ayuda a evaluar el aporte de la bioenergía moderna al desarrollo sostenible de un país. En general, un aumento en el acceso a los servicios modernos de energía logrado a través de la bioenergía moderna (14.1) producirá un impacto positivo en el desarrollo sostenible. No obstante, también se debería considerar la calidad (por ejemplo, continuidad/ nivel del servicio) de la energía –y los servicios miembros– suminis-

trada por la bioenergía. Los gastos excesivos y el servicio eléctrico poco confiable, por ejemplo, pueden representar un gran obstáculo respecto de las operaciones comerciales y el crecimiento (Bazilian & Nussbaumer, 2010). Asimismo, en general, un aumento en el número de hogares y empresas que utilizan bioenergía moderna (14.2) representará un aporte positivo al desarrollo sostenible y a la sustentabilidad de las energías en un país. No obstante, como se indica en el Indicador 22 (Diversidad energética), llega un momento en el que la dependencia de un país a la bioenergía (o al menos una cantidad reducida de recursos de bioenergía) puede no ser óptima.

### Comparación con otras fuentes de energía:

Se puede realizar una comparación con otras fuentes de energía (renovables y no renovables) que proveen servicios modernos de energía.

### Base Científica

#### Enfoque metodológico:

La definición práctica de GBEP respecto de los servicios modernos de energía es la disponibilidad para el usuario final (por ejemplo, un hogar o una empresa a los fines de este indicador) de los siguientes servicios:

- electricidad para alumbrado, comunicación, salud, educación y otros usos;
- combustibles o tecnologías modernas para cocinar, calefaccionar o refrigerar;
- potencia mecánica para uso productivo (por ejemplo, riego, procesamiento agrícola) suministrada a través de electricidad o combustibles modernos, o directamente a través de fuentes renovables tales como la hidrofuerza; y
- transporte, suministrado a través de la electricidad o combustibles modernos.

La definición de GBEP de los servicios modernos de energía se basa en dos criterios: eficiencia energética y seguridad para la salud. Cuando los servicios modernos de energía se basan en la combustión de combustibles, los combustibles (ya sea sólidos, líquidos o gaseosos) deben ser quemados en cámaras de combustión eficientes y seguras, cocinas mejoradas, o células de combustible. En este contexto, eficiencia significa la salida de energía como porcentaje del valor calorífico del combustible. Seguridad se refiere a la ausencia de contaminantes interiores del aire y baja cantidad de contaminantes liberados al exterior a través del sistema de energía.

Los servicios modernos de energía también se pueden definir por lo que no son. No incluyen: uso de kerosene u otros combustibles para alumbrado; combustión de combustibles en cocinas abiertas o fuego, sin chimeneas o extractores (o cualquier otro sistema de energía que libere gases de combustión al interior o altas concentraciones de contaminantes al aire); o energía humana o de tracción animal. Los servicios modernos de bioenergía se definen como servicios modernos de energía para los cuales la biomasa es su fuente principal de energía.

Los servicios modernos de bioenergía incluyen la electricidad que llega al usuario final a través de una red eléctrica proveniente de plantas generadoras de energía a través de biomasa; calefacción distrital; refrigeración distrital; cocinas mejoradas (que incluyen las estufas utilizadas para calefacción) en los hogares y en las empresas; sistemas de genera-

ción independientes o conectados a la red eléctrica para hogares y empresas; sistemas de calefacción a biomasa domésticos o industriales; sistemas de refrigeración a biomasa domésticos o industriales, maquinaria a base de biomasa para actividades y negocios agrícolas; tractores y otros vehículos, y moledoras y fresadoras que se cargan con biocombustibles.

Los servicios modernos de bioenergía no incluyen biomasa utilizada para cocinar o calefaccionar en cocinas abiertas o fuegos que no cuentan con chimeneas o extractores, o cualquier otro sistema de energía que libere gases de combustión en el interior o altas concentraciones de contaminantes al aire de las materias primas o biocombustibles empleados.

14.1: Debido a que este componente del indicador mide el aumento en el acceso a los servicios modernos de energía, es necesario establecer qué significa el acceso a dichos servicios, y qué hogares y empresas no los poseen o no los tenían antes de que comience el periodo de medición. Un mayor acceso a los servicios modernos de energía a los fines de este indicador no pretende generar un mayor consumo de energía para, por ejemplo, actividades de esparcimiento adicionales. (Tampoco pretende generar nuevos usos de bioenergía en un hogar o empresa para servicios modernos de energía que anteriormente ofrecían acceso a través del uso de otras fuentes de energía, tal como los combustibles fósiles). Se han propuesto nuevos límites a este tipo de acceso y se está trabajando a nivel internacional para este fin (Practical Action, 2011; Bazilian y Nussbaumer, 2010; Bazilian et al., 2010; AGECC, 2010; PNUD y OMS, 2009; IEA, 2009; UNDESA, 2006; Modi et al., 2006). No obstante, se ha acordado que el acceso a la energía requiere un determinado nivel de acceso asequible para las siguientes tres categorías de servicios modernos de energía en los hogares y en empresas (que representan una subcategoría de la definición expresada anteriormente respecto de los servicios modernos de energía):

- electricidad para alumbrado y comunicaciones;
- combustibles y tecnologías modernas para cocinar y calefaccionar;
- potencia mecánica para uso productivo (por ejemplo, riego, procesamiento agrícola) suministrada a través de electricidad o combustibles modernos, o directamente a través de fuentes renovables tales como la hidrofuerza.

Algunos autores también sugieren como requisitos energéticos básicos los servicios de refrigeración para alimentos y para mantener las temperaturas en las cámaras a menos de, por ejemplo, 30° C (Practical Action, 2011). Quienes viven en hogares también deberían tener acceso a dichos servicios básicos, tales como educación y salud, que a su vez requieren servicios modernos de energía. Además, un determinado nivel de acceso al transporte puede ser fundamental para el sustento y esto, entonces, puede ser incluido en la potencia mecánica para usos productivos (AGECC, 2010; IEA, 2009). En la práctica, dichas definiciones y límites pueden ser interpretados como disponibilidad de la información.

Por lo tanto, la evaluación del ítem 14.1 puede llevarse a cabo de manera más eficiente mediante el cálculo de cada una de las tres categorías anteriores de servicios de energía en zonas de un país donde se considera que los hogares y las empresas no poseen el acceso adecuado a estos servi-

cios al comienzo del período de medición. De ser posible, la porción de hogares y empresas sin acceso a la electricidad se deberá calcular separada de la porción que no tiene acceso a combustibles o tecnologías modernas para cocinar o calefaccionar (o aquellos que utilizan la combustión abierta de carbón y el uso tradicional de biomasa como su fuente de energía principal para cocinar o calefaccionar), y la porción sin acceso a potencia mecánica para uso productivo. Asimismo, la expansión del acceso a la electricidad, los combustibles y tecnologías modernas para cocinar y calefaccionar, y la potencia mecánica para uso productivo, deberán indicarse por separado además de incluirse en una cifra total.

Si la nueva capacidad calorífica y/o de potencia ha sido instalada en un país y llega a los hogares o empresas que antes no tenían acceso a servicios modernos de energía, un enfoque para determinar el aporte de la bioenergía moderna sería identificar la cantidad de fuentes que no son de bioenergía (por separado) y comparar esto con el consumo promedio de un hogar y empresa en un área determinada. En el caso de las plantas de energía independientes, no dependientes de red, su capacidad de potencia deberá estar disponible en los documentos del proyecto o en la administración de la planta.

Con respecto a las cocinas mejoradas, la energía para calefaccionar y cocinar liberada por el biogás, y la potencia mecánica emitida por aceites vegetales y otros biocombustibles, la cantidad de energía que llegó a los hogares y empresas que antes no tenían acceso a los servicios modernos de energía, se podrán estimar en función de las ventas (o la distribución en caso de programas de desarrollo/ayuda) de equipos que son requeridos con fines productivos y del uso de estos tipos de energía.

Se deberán llevar a cabo encuestas de mercado o de hogares con el propósito de validar y/o complementar esta información. Dichas encuestas serían particularmente útiles para los usuarios de este indicador que desean evaluar el número de personas que se benefician de un mayor acceso al transporte personal a través de la bioenergía moderna (en contraposición a un mayor uso de transportes para usos no productivos, o sustitución de combustibles fósiles modernos para transporte por biocombustibles modernos o bioelectricidad). Se deberá agregar la información recabada a nivel local para formar una cifra nacional.

A los fines de expresar el aporte de la bioenergía a un mayor acceso a los servicios modernos de energía como porcentaje del aumento total en este acceso, el procedimiento mencionado anteriormente se deberá extender a todas las fuentes de energía utilizadas para aumentar el acceso a los servicios modernos de energía durante el periodo de medición.

14.2: Este componente del indicador, comparado con el ítem 14.1, mide la extensión del uso de todas las formas posibles de servicios modernos de bioenergía categorizados al comienzo de esta sección con respecto a toda la población, y el nivel de uso tradicional de biomasa para energía. La cantidad de energía liberada por fuentes modernas de bioenergía que llega a los hogares y empresas a través de las redes de electricidad, refrigeración o calefacción pueden ser divididos por el consumo promedio por hogar y empresa para obtener un valor estimado para el número de hogares y empresas que utilizan la bioenergía moderna. En el caso de las plantas de energía independientes, no dependientes de red, el número y tipo estimado de hogares y empresas que reciben suministro deberá estar disponible en los documentos del

proyecto o en la administración de la planta. Con respecto a las cocinas mejoradas, la energía para calefaccionar y cocinar liberada por el biogás, y la potencia mecánica emitida por aceites vegetales y otros biocombustibles, el número de hogares y empresas que los utilizan pueden ser determinados a través de encuestas de mercado y/o de hogares y agregado a la cifra nacional.

El número de hogares y empresas que utilizan la bioenergía para el transporte se puede estimar a partir del valor del combustible del transporte y de las ventas de vehículos, complementado con encuestas. Se pueden utilizar encuestas de mercado y/o de hogares para determinar la energía suministrada por el uso tradicional de biomasa.

Los valores de 14.1 y 14.2 se pueden calcular por separado para los hogares rurales y para los urbanos, cuando sea pertinente.

### Limitaciones anticipadas:

La falta de datos e información de referencia a nivel local puede representar una limitación, en particular, en los países en desarrollo. Además de la limitación de datos disponibles, el concepto de acceso a servicios modernos de energía es multidimensional y contextual y, por lo tanto, difícil de definir.

### Sentido práctico

#### Requisitos de información:

14.1:

- cantidad de electricidad adicional generada y suministrada a la red eléctrica a través de fuentes de bioenergía y de aquellas que no son de bioenergía;
- cantidad de electricidad adicional generada por los sistemas independientes de fuentes de bioenergía y de aquellas que no son de bioenergía, y utilizados por hogares o empresas que previamente no tenían un acceso adecuado a la electricidad;
- cantidad de energía adicional utilizada para cocinar, calefaccionar, y refrigerar a través de combustibles y tecnologías modernas para hogares y empresas que anteriormente no tenían un acceso adecuado a tales servicios a través de fuentes de bioenergía y de aquellas que no son de bioenergía;
- cantidad de potencia mecánica adicional utilizada (en la producción) por hogares y empresas que anteriormente no tenían un acceso adecuado a la potencia mecánica para uso productivo a través de las fuentes de bioenergía y de aquellas que no son de bioenergía;
- número de hogares y empresas que obtienen un mayor acceso a los servicios modernos de energía a través de las fuentes de bioenergía y de aquellas que no son de bioenergía o, si se conoce, el promedio de consumo por hogar o empresa de electricidad; energía para cocinar, calefaccionar, refrigerar a través de combustibles y tecnologías modernas; y potencia mecánica.

14.2:

- cantidad de energía de fuentes modernas de bioenergía utilizadas en los hogares y empresas como electricidad, calefacción/refrigeración y potencia mecánica, y transporte;
- consumo promedio por hogar y empresa de electricidad; energía para cocinar, calefaccionar y refrigerar a través de combustibles y tecnologías modernas; potencia mecánica; y energía para el transporte;
- cantidad de energía utilizada a través del uso tradicional de

biomasa;

- número de hogares y empresas que utilizan energía a través del uso tradicional de biomasa o, si se conoce, el consumo promedio de energía a través del uso tradicional de biomasa en áreas donde este uso se ha identificado, y el número de hogares y empresas en dichas áreas.

Esta información puede ser recabada a través de cuentas estadísticas nacionales/internacionales, cálculos/cómputos de datos (existentes) o a través de encuestas de mercado y/o de hogares. La recolección de datos puede ser realizada a nivel nacional, regional, en el campo (agricultura), o en los hogares.

### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

- PNUD y OMS contienen una gran cantidad de información y fuentes de información a nivel global, regional y nacional sobre el acceso a la energía (2009).
- Información de IEA sobre energía en países desarrollados y en desarrollo.
- Censos anuales sobre energía, combinados y nacionales.

### Vacíos de información conocidos:

Estos vacíos de información incluyen la falta de desglose por fuente de energía en algunas estadísticas de uso y producción de energía, en particular, en los países en desarrollo. Puede resultar útil para diseñar o modificar encuestas de hogares para identificar qué fuentes de energía son utilizadas para los usos principales de energía tales como cocinar, alumbrar, calefaccionar/refrigerar, o transportar personas.

### Procesos internacionales relevantes:

- Indicadores de Desarrollo Sostenible CDS. En particular, el indicador sobre Porción de hogares sin electricidad u otros servicios modernos de energía.
- Indicadores Energéticos de Desarrollo Sostenible (IEDS). En particular, el indicador SOC1: Porción de hogares (o población) sin electricidad o energía comercial, o que depende fuertemente de energía no comercial.
- HEDON Red de Energía para Hogares.
- Global Village Energy Partnership.
- Objetivo de garantizar el acceso universal a los servicios modernos de energía en el 2030 (propuesto en el informe del año 2010 del Grupo Asesor del Secretario General sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas, "Energía para un futuro sostenible").

- Índice multidimensional de pobreza del PNUD (dimensión de la calidad de vida): los hogares utilizan combustibles "sucios" para cocinar (estiércol, leña o carbón).
- Programa de Desarrollo de la ONU - Energía para el Desarrollo Sostenible.

### Referencias:

- AGECC. 2010. *Energy for a Sustainable Future: Summary Report and Recommendations. The Secretary-General's Advisory Group on Energy and Climate Change.* New York.
- Bazilian, M. and Nussbaumer, P. 2010. *UNIDO Contribution to the 4th UN Conference on LDCs – Energy Services.* <http://www.unohrrls.org/UserFiles/File/UNIDO%20Contribution%20on%20LDC%2010V%20Energy%20Services.pdf>. [Consulta: noviembre 2011].
- Bazilian, M., Nussbaumer, P., Cabraal, A., Centurelli, R., Detchon, R., Gielen, D., Rogner, H., Howells, M., McMahon, H., Modi, V., Nakicenovic, N., O'Gallachoir, B., Radka, M., Rijal, K., Takada, M., and Ziegler, F. 2010. *Measuring Energy Access: Supporting a Global Target.* The Earth Institute, Colombia University.
- IAEA. 2005. *Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies.* ISBN 92-0-116204-9. Vienna.
- IEA. 2009. *World Energy Outlook 2009.* International Energy Agency. Paris.
- Modi, V., McDade, S., Lallement, D., and Saghir, J. 2006. *Energy and the Millennium Development Goals.* New York: Energy Sector Management Assistance Programme, United Nations Development Programme, UN Millennium Project, and World Bank.
- Practical Action. 2011. *Poor People's Energy Outlook.* [en preparación]
- UNDESA. 2006. *Indicators of Sustainable Development, Guidelines and Methodologies.* Third Edition.
- UNDP and WHO. 2009. *The energy access situation in developing countries.* World Bank. 2006. *Energy Policies and Multitopic Household Surveys - Guidelines for Questionnaire Design in Living Standards Measurement Studies.*

### Fuentes electrónicas:

- CSD Indicators of Sustainable Development. [http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table\\_4.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table_4.htm). [Consulta: noviembre 2011].
- Energy Indicators for Sustainable Development (EISD). [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1222\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1222_web.pdf). [Consulta: noviembre 2011].
- HEDON Household Energy Network. <http://www.hedon.info/> [Consulta: noviembre 2011].
- Global Village Energy Partnership. <http://www.gvepinternational.org/> [Consulta: noviembre 2011].
- UNDP multidimensional poverty index. <http://www.ophi.org.uk/policy/multidimensional-poverty-index/mpo-resources/>. [Consulta: noviembre 2011].
- UN Development Programme – Energy for Sustainable Development <http://www.undp.org/energy/>. [Consulta: noviembre 2011].

76 Cuando se realiza la conversión a litros/año y MJ/año para los combustibles líquidos, se deberá utilizar el Poder Calorífico Inferior (PCI) para el combustible líquido dado. Por ejemplo, el contenido de la energía (PCI) del etanol anhidro es 21.1 MJ/litro. Además, cuando se comparan diferentes combustibles líquidos, se deberá tomar en cuenta la diferencia en el contenido de energía por litro.

77 Los servicios de energía moderna están definidos en el Glosario. La definición se ha incluido en este párrafo nuevamente para que el texto sea más claro.

78 Las cocinas mejoradas están definidas en el Glosario. Las cocinas mejoradas comprenden cocinas cerradas, con chimeneas, así como también cocinas abiertas o fuegos con chimeneas o extractores, pero no incluyen cocinas abiertas o fuegos que no poseen chimeneas o extractores. Este tipo de cocinas, generalmente, cuentan con una eficiencia energética mayor a 20-30% y sus gases de combustión son liberados en zonas alejadas de sus usuarios.

79 Se pueden hallar lineamientos simples para calcular la porción de personas sin servicios modernos de energía en UN DAES (2006). En estos lineamientos, la "Porción de población sin electricidad u otro servicio moderno de energía" está definida por la porción de hogares sin acceso a energía moderna o electricidad y por la porción de hogares que dependen fuertemente de fuentes de energía no comercial "tradicionales".

80 Véase la sección sobre fuentes electrónicas.

## Indicador 15

### Cambio en la mortalidad y tasas de enfermedades atribuibles a humos en espacios cerrados

#### Descripción:

(15.1) Cambio en la mortalidad y en las tasas de enfermedades atribuibles a humos en espacios cerrados por el uso de combustibles sólidos

(15.2) Cambios en estos como resultado del mayor despliegue de los servicios de bioenergía moderna, incluyendo cocinas de biomasa mejoradas

#### Unidad(es) de medición:

Porcentajes

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica a la producción y el uso de la bioenergía y a todas sus materias primas, usos finales y rutas.

#### Relación con los temas:

Este indicador se relaciona principalmente con los siguientes temas: Salud y seguridad, Desarrollo rural y social, y Acceso a la energía. La falta de acceso a fuentes de energía limpias, eficientes y modernas en el hogar puede impactar en la salud de muchas formas. Los efectos directos en la salud más significativos derivan de la contaminación atmosférica causada por la quema de combustibles sólidos, a menudo, en interiores con fuegos abiertos y cocinas simples (Bruce et al., 2000; OMS, 2006). El uso de fuegos abiertos o cocinas ineficientes en los hogares libera grandes cantidades de humo debido a la combustión incompleta de combustibles sólidos - principalmente, madera, pero en muchos casos carbón, excremento animal, y/o desechos de cultivos. Este humo contiene una amplia gama de contaminantes que provocan daños a la salud, incluidos el material particulado y el monóxido de carbón que afectan a la salud. Respirar este humo daña la salud de todos los miembros de la familia pero, especialmente, de las mujeres y sus niños (PNUD y OMS 2009).

Como en un año se cocina todos los días, la mayoría de las personas que utilizan combustibles sólidos están expuestas a pequeñas partículas que muchas veces son mayores a los límites anuales aceptados de contaminación atmosférica exterior. Cuanto mayor sea la cantidad de tiempo que las personas pasan en estos ambientes altamente contaminados, más graves serán las consecuencias para su salud. Las mujeres y niños que pasan en el interior y en la cercanía de sus hogares muchas horas diarias son los más expuestos a riesgos a causa de la contaminación atmosférica interior.

La transición a los combustibles más limpios y el incremento de la eficiencia de combustibles a través de mejores cocinas pueden reducir los riesgos para la salud de todos los miembros de la familia. Además de evitar problemas respiratorios, una situación energética más segura en el hogar permite hervir agua y, por lo tanto, ayuda a reducir la incidencia de enfermedades transmitidas por este medio. También puede aumentar el número de alimentos calientes consumidos por día y, por lo tanto, mejorar la seguridad alimenticia y la nutrición. Una cocina cerrada y elevada evita que los niños

pequeños se caigan en el fuego o se vuelquen jarros con líquidos calientes que los puedan quemar o escaldar.

Por lo tanto, cerrar la brecha energética en los hogares puede ser un disparador para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con la salud. La introducción de prácticas energéticas en el hogar que, además de disminuir los niveles internos de humo, ahorra combustible y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, puede contribuir de manera significativa a lograr el Objetivo de Desarrollo del Milenio 7.

#### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

La quema de combustibles sólidos produce niveles de contaminación atmosférica interior extremadamente altos: niveles típicos de 24 horas de PM10 en hogares que utilizan biomasa en África, Asia o América Latina oscilan entre los 300 y 3000 microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Los máximos durante la cocción de alimentos pueden llegar hasta 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En comparación, el límite anual promedio PM10 acordado por la Unión Europea es 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La inhalación de humo duplica el riesgo de neumonía y otras infecciones severas del tracto respiratorio inferior entre los niños menores de cinco años. Las mujeres expuestas al humo interior son tres veces más propensas a sufrir enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC), tales como bronquitis o enfisemas crónicos, que las mujeres que cocinan con electricidad, gas u otros combustibles más limpios (OMS, 2006). La transición a combustibles modernos más limpios y más eficientes, tales como biogás, gas licuado de petróleo (GLP), biopropano, y gel combustible etanol pueden reducir significativamente el riesgo para la salud y evitar casi 2 millones de muertes por año a nivel mundial (PNUD y OMS 2009). En el corto plazo, la promoción de tecnologías más limpias y eficientes para combustibles, tales como las cocinas mejoradas, extractores de humo, y cocinas a fuego protegidas podrían reducir de manera sustancial la contaminación atmosférica interior y podrían generar otros tantos beneficios socioeconómicos. Este indicador ayudará a evaluar la extensión de la transición a servicios modernos de energía limpios para cocinar y calefaccionar, y las implicancias para la salud de esta transición (15.1) y, en particular, el rol de la bioenergía en este caso (15.2).

#### Comparación con otras fuentes de energía:

Se pueden realizar comparaciones alternativas con otras fuentes de energía que suministran servicios modernos de energía.

#### Base Científica

#### Enfoque metodológico:

Se deberán realizar encuestas a hogares para recabar información sobre el uso de servicios modernos de energía (incluida la bioenergía moderna por separado) en comparación a los combustibles sólidos tradicionales (por ejemplo, carbón vegetal, carbón) y el equipo utilizado en el interior (por ejemplo, cocinas), combinadas con los datos de mortalidad y la carga de morbilidad a causa de la contaminación atmosférica interior derivada del uso de combustibles sólidos. Una vez que se conoce una carga de morbilidad aplicable nacional o internacional, la información obtenida para el Indicador 14 (Bioenergía usada para expandir el

acceso a servicios modernos de energía) se puede utilizar para atribuir un cambio en la carga de morbilidad a la transición del uso tradicional de combustibles sólidos para cocinar y calefaccionar a los servicios modernos de bioenergía.

La carga de morbilidad de la población se puede medir utilizando varias mediciones, tales como la prevalencia de neumonía severa en niños, los años de vida potencialmente perdidos (DALY, por sus siglas en inglés), o muertes. El método general comprende los siguientes pasos:

**Paso 1.** Obtención de datos clave: obtener estimaciones sobre los datos clave de evaluación local, características de exposición (por ejemplo, porcentaje de la población expuesta al uso de combustibles sólidos (UCS), y cargas de morbilidad (hospitalizaciones de niños, DALY perdidos, o muertes a causa de problemas de salud relacionados con el UCS) de fuentes de investigación primarias o secundarias.

**Paso 2.** Cálculo de fracciones atribuibles: utilizar características de exposición, riesgos relativos, y la ecuación adecuada, calcular fracciones atribuibles por cada grupo de enfermedad/edad/sexo.

**Paso 3.** Cálculo de cargas atribuibles: multiplicar las fracciones atribuibles del Paso 2 por las cargas correspondientes de morbilidad, y calcular cargas atribuibles para cada grupo de enfermedad/edad/sexo.

**Paso 4.** Resultados finales: sumar cargas de morbilidad atribuibles calculadas en el Paso 3 para obtener el total de la carga de morbilidad a partir del UCS. Los resultados también pueden ser presentados por persona, por enfermedad, y por edad/ sexo.

Debido a que la información de exposición-respuesta para UCS radica principalmente en la clasificación binaria del UCS, una clasificación local deberá computar al menos los tipos de combustibles y los servicios de energía dominantes utilizados en los hogares encuestados y clasificarlos en servicios modernos de energía, servicios modernos de bioenergía u otros combustibles. (Esas clasificaciones binarias también deberán ser validadas por los datos de exposición-respuesta basados en las mediciones de material particulado y monóxido de carbono). Las preguntas esenciales que se deberán incluir en una encuesta a hogares sobre el uso de energía incluyen las siguientes:

- ¿Cuáles son los servicios de energía más utilizados para cocinar?
- ¿Cuáles son los servicios de energía más utilizados para calefaccionar?
- ¿Qué tipos de cocinas se utilizan (mejoradas o tradicionales)?
- ¿Dónde se ubica la cocina (en el interior o en el exterior del hogar)?
- ¿Cuántas ventanas hay en la cocina?
- ¿Cuáles son los alimentos básicos que se cocinan a diario?

Los servicios posibles de energía incluirían el uso tradicional de biomasa sólida (por ejemplo, estiércol, carbón vegetal, madera, o residuos de cultivos), carbón, combustibles modernos (por ejemplo, biogás, gel etanol, gas natural, gas licuado de petróleo) y electricidad. En la medida de lo posible, se deberá indicar la fuente de electricidad (por ejemplo, carbón, biomasa, hidrofuerza).

La OMS sugiere un enfoque posible (2004).

### Limitaciones anticipadas:

La medición del uso tradicional de combustibles sólidos (o de energía no comercial) y el acceso a servicios modernos

de energía para cocinar y calefaccionar, en general, incluye la identificación de los hogares que utilizan combustibles sólidos o para los cuales estos combustibles representan la fuente de energía principal. Las definiciones aplicadas varían y la medición está sujeta a interpretación. Por ejemplo, el "acceso a la electricidad" podría reflejar conceptos diferentes, como el acceso físico a la electricidad (conexión a la red) o el acceso económico a la electricidad (capacidad para pagar la factura de electricidad).

### Sentido práctico

#### Requisitos de información:

- número de hogares que dependen del uso tradicional de biomasa o de otros combustibles sólidos para calefaccionar o cocinar;
- número de hogares que utilizan los servicios modernos de energía, incluidos (por separado) los servicios modernos de bioenergía, (por ejemplo, biocombustibles, cocinas mejoradas, electricidad de biomasa) para sustituir el uso tradicional de biomasa o de otros combustibles sólidos para calefaccionar y cocinar;
- estadísticas sobre infecciones respiratorias agudas (ALRI, por sus siglas en inglés) y enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC).

#### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

- proporción de la población que utiliza combustibles sólidos (OMS, 2006);
- centro de información de Encuestas de la Organización Mundial de la Salud. Información sobre la población: Estimaciones de la división de las Naciones Unidas para la población de hecho (revisión 2002);
- estimaciones de la OMS sobre las muertes y DALY a causa de ALRI, EPOC y cáncer de pulmón. Organización Mundial de la Salud, Muerte y DALY. La fuente de información más importante sobre consumo de combustibles y electricidad, comerciales y no comerciales, es la encuesta de hogares. Los resultados de estas encuestas se pueden obtener de informes publicados por organismos de estadísticas gubernamentales. Alrededor de dos tercios de los países en desarrollo han realizado muestras de encuestas a hogares que son representativas a nivel nacional, y algunas ofrecen datos de buena calidad sobre la calidad de vida. Organismos internacionales tales como UNICEF también llevan a cabo sus propias encuestas sobre hogares. La información sobre el consumo de combustibles y electricidad en los hogares de la población promedio están disponibles en los Balances de Energía de Países de la OCDE y de Países que no son miembros de la OCDE, y de la Agencia Internacional de Energía (IEA);
- humo interior emanado por combustibles sólidos: evaluación de la carga de morbilidad ambiental a nivel nacional y local (Desai et al., 2004);
- contaminación atmosférica interior a causa del uso de combustibles sólidos en los hogares (Smith et al. en OMS, 2004, capítulo 18).
- cuantificación comparativa de riesgos para la salud: Carga de morbilidad global y regional atribuible a factores de riesgo seleccionados (OMS, 2004);
- la World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability [Evaluación Mundial de Energía: Energía y el Desafío de la Sustentabilidad] de 2009 del PNUD y la

OMS contiene una gran cantidad de información y fuentes de información a nivel global, regional y nacional sobre el acceso a la energía y los impactos del uso de la energía en los hogares; el PNUD de ONU DAES y el Consejo Mundial de Energía poseen información relevante sobre el uso de energía y la contaminación atmosférica relacionada, y los efectos para la salud.

### Vacíos de información conocidos:

Actualmente, existe un vacío de información con respecto a los tipos de servicios modernos de energía que están reemplazando el uso de combustibles sólidos para cocinar y calefaccionar.

Para obtener esta información faltante se pueden emplear encuestas a hogares más detalladas.

### Procesos internacionales relevantes:

• Programa de la OMS sobre Contaminación Atmosférica Interior. Para enfrentar esta carga de morbilidad sustancial y en aumento, la OMS ha desarrollado un programa completo para apoyar a los países en desarrollo. El Programa de la OMS sobre Contaminación Atmosférica Interior se centra en las siguientes características:

- investigación y evaluación
- desarrollo de capacidades
- evidencia para formuladores de políticas

• Indicadores 6.9 (Tasa de incidencia, prevalencia y mortalidad asociadas a la tuberculosis) y 4.1 (Tasa de mortalidad de niños menores de 5 años) de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de la ONU.

• La Alianza Global de Cocinas Limpias es "una nueva asociación mixta creada con el fin de salvar vidas, empoderar a las mujeres, mejorar la subsistencia, y combatir el cambio climático a través de la creación de un pujante mercado de soluciones limpias y eficientes para la cocina de los hogares.

El objetivo "100 by 20" de la Alianza tiene como objetivo lograr que 100 millones de hogares utilicen cocinas y combustibles limpios y eficientes en el año 2020. La Alianza trabajará con socios públicos, privados y sin fines de lucro para ayudar a superar las barreras del mercado que actualmente impiden la producción, despliegue y utilización de cocinas limpias en los países en desarrollo".

• La Evaluación Global de Energía (GEA) constituye una iniciativa importante creada por el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA) para ayudar a los formuladores de políticas a afrontar los desafíos de suministrar servicios energéticos para el desarrollo sostenible, mientras se mejoran las amenazas existentes y emergentes asociadas a lo siguiente: seguridad de suministro; acceso a formas modernas de energía para el desarrollo y la reducción de la pobreza; impactos ambientales locales, regionales y globales; y asegurando inversiones suficientes.

• Iniciativa del Grupo del Banco Mundial. Su objetivo es brindar a 250 millones de personas en África Subsahariana acceso a productos de alumbrado basados en combustibles

no fósiles, de bajo costo, seguros y confiables, con servicios energéticos básicos en el año 2030.

- HEDON ofrece descripciones de cocinas y métodos para medir la eficiencia y emisión de cocinas.
- Indicadores de Desarrollo Sostenible de ONU DAES: porcentaje de la población que utiliza combustibles sólidos para cocinar, y porción de hogares sin electricidad o servicios modernos de energía.

### Referencias:

- Desai M., Mehta S., Smith K.R. 2004. *Indoor smoke from solid fuels - Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Environmental Burden of Disease Series, No. 4.*
- UNDP and WHO, 2009. *The energy access situation in developing countries.*
- WHO. 2004. *Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. Geneva.*
- WHO. 2008. *Evaluating household energy and health interventions : a catalogue of methods.*
- WHO. 2006. *Fuel for life. Household energy and health. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. Geneva.*

### Fuentes electrónicas:

- CSD Indicators of Sustainable Development. [http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table\\_4.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table_4.htm) [Consulta: noviembre 2011].
- GEA. <http://www.iiasa.ac.at/Research/ENE/GEA/index.html> [Consulta: noviembre 2011].
- Global Burden of Disease (GBD), [http://www.who.int/healthinfo/global\\_burden\\_disease/en/index.html](http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/en/index.html) [Consulta: septiembre 2011].
- Global indoor air pollution database. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book=dcp2&part=A6048> This Access database on indoor air pollution, commissioned by WHO and developed by researchers at the University of California at Berkeley, aims to provide the scientific community with an overview of measured household indoor air pollution levels in about 250 communities around the world. Researchers can review and analyse findings within and across studies, and can either query the database directly or export the files into a statistical programme for in-depth analysis. [Consulta: septiembre 2011].
- Global alliance for Clean Cookstove. <http://cleancookstoves.org/> [Consulta: noviembre 2011].
- HEDON Household Energy Network. <http://www.hedon.info/> [Consulta: noviembre 2011].
- Practical action web site. [http://practicalaction.org/sudan/sharing9\\_kitchen\\_smoke](http://practicalaction.org/sudan/sharing9_kitchen_smoke) Case studies where the health issues were reviewed and compared across different communities. [Consulta: noviembre 2011].
- Practical action web site. [http://practicalaction.org/energy/indoor\\_air\\_pollution](http://practicalaction.org/energy/indoor_air_pollution) Reducing Indoor Air pollution in rural households. [Consulta: septiembre 2011].
- United Nations Millennium Development Goals. <http://www.un.org/millenniumgoals/> [Consulta: septiembre 2011].
- United Nations population division. <http://www.un.org/esa/population/unpop.htm> [Consulta: noviembre 2011].
- World Bank initiative. <http://www.itf-commodityrisk.org>
- World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability. <http://www.undp.org/energy/activities/wea/drafts-frame.html> [Consulta: noviembre 2011].
- WHO press release, 30 Abril 2007, <http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2007/np20/en> [Consulta: noviembre 2011].
- World Health Organization Survey data center. <http://surveydata.who.int/> [Consulta: noviembre 2011].

## Indicador 16

### Incidencia de lesiones, enfermedades y muertes laborales

#### Descripción:

Incidencia de lesiones, enfermedades y muertes laborales en la producción de bioenergía en relación con sectores comparables

#### Unidad(es) de medición:

Número/ha (para su comparación con otras actividades agrícolas) o número/MJ o MW (para su comparación con fuentes alternativas de energía)

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica a la producción y el uso de la bioenergía, a todas sus materias primas y rutas.

#### Relación con los temas:

Este indicador se relaciona principalmente con los siguientes temas: Calidad del aire y Salud y seguridad. Los cuatro componentes del indicador se refieren a diferentes aspectos de la calidad del aire. Este indicador se relaciona principalmente con el siguiente tema: Salud y seguridad. También se relaciona con los siguientes: Desarrollo rural y social, y Condiciones laborales. Se refiere a la salud y seguridad en el trabajo y puede ayudar a dar un marco para evaluar la protección de los trabajadores contra peligros y riesgos, que se relacionan, en términos generales, a la sustentabilidad de la producción.

Este indicador y otros indicadores sobre seguridad y salud en el trabajo son generalmente utilizados por las empresas, gobiernos y otras partes interesadas para formular políticas y programas destinados a prevenir lesiones, enfermedades y muertes en el trabajo, así como también controlar la implementación de estos programas y destacar áreas particulares de riesgos en aumento tales como una ocupación, industria o ubicación particular.

#### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

El indicador brinda información sobre lesiones, enfermedades y muertes relacionadas con el trabajo, que representan una medición directa sobre la seguridad de la población empleada en la industria. Al comparar índices de lesiones, enfermedades o muertes en el trabajo en la producción de bioenergía en relación con otros sectores comparables, se puede evaluar la sostenibilidad del sector bioenergético a nivel nacional en términos de seguridad y condiciones laborales.

#### Comparación con otras fuentes de energía:

Se pueden comparar las lesiones, enfermedades y muertes en el trabajo que ocurren en la producción de energía a partir de combustibles fósiles y otras fuentes de energía.

#### Base Científica

#### Enfoque metodológico:

Generalmente, la información sobre lesiones laborales se recaba por sector. Por lo tanto, a los fines de identi-

car la incidencia de lesiones, enfermedades y muertes en el trabajo relacionadas con la producción de materias primas de bioenergía, será necesario diseñar módulos específicos de cuestionarios para adjuntarlos a las encuestas habituales sobre mano de obra (encuestas a hogares sobre condiciones laborales).

Además, estos cuestionarios específicos se pueden utilizar para recabar información sobre lesiones, enfermedades y muertes en el trabajo ocurridas en la parte informal del sector agrícola y a empleados por cuenta propia (en general, no incluidos en estadísticas nacionales).

Puesto que este tipo de información ha sido recabada por otras industrias durante algún tiempo, se puede establecer un punto de referencia para su comparación.

Si es posible, se debería evaluar la salud de los trabajadores que se incorporan a la industria bioenergética para obtener un punto de referencia más directo. Posiblemente, la salud de referencia para los trabajadores en el sector podría ser mejor o peor que "el promedio nacional".

En este caso, los trabajadores en peores condiciones de salud pueden ser más susceptibles a sufrir lesiones o enfermedades en el trabajo.

Se pueden hallar referencias en este enfoque en el trabajo llevado a cabo por los Centros de las Naciones Unidas para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés), el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, por sus siglas en inglés) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

La información sobre lesiones en el trabajo combinada con información de los institutos estadísticos nacionales destacará la interacción entre el índice de frecuencia de lesiones y la evolución de la producción industrial a lo largo del tiempo.

La regresión múltiple con tasas transformadas con logaritmos se puede adoptar para modelar las tendencias de muertes laborales para cada industria.

Posiblemente, también se debería informar el tipo de lesión, enfermedad y muerte en el trabajo.

#### Limitaciones anticipadas:

En general, la información sobre lesiones laborales es recopilada por sector (para bioenergía se trata principalmente del sector agrícola) y no resulta sencillo desglosar esa información por cultivos de energía y otros cultivos.

Por razones prácticas, hay una discrepancia entre el número de accidentes que ocurren realmente y aquellos que se publican en informes y periódicos.

Por lo tanto, los accidentes relativamente poco comunes tienen más posibilidades de ser registrados que aquellos más frecuentes o habituales que se publican en menor cantidad (AIEA et al., 2005).

Además, los trabajadores eligen, en ocasiones, no informar lesiones o enfermedades relacionadas con el trabajo por miedo a perder el empleo.

El diseño de encuestas a hogares específicas destinadas a ayudar a medir el desglose del impacto según las diferentes actividades agrícolas puede representar un enfoque relativamente costoso.

Además, el tamaño de la muestra debe ser lo suficientemente grande para detectar la incidencia de lesiones laborales relativamente poco comunes.

Se considera que el estado actual del conocimiento sobre efectos provocados contra la salud de acción retardada a causa de accidentes relacionados con diferentes sistemas de energía es limitado (AIEA et al., 2005).

## Sentido práctico

### Requisitos de información:

- hectáreas utilizadas para la producción de bioenergía, y producción total de biocombustibles y capacidad de potencia de bioenergía instalada en el país o región;
- número de lesiones, enfermedades o muertes en el trabajo informadas en la producción de bioenergía;
- número de lesiones, enfermedades y muertes en el trabajo informadas en actividades agrícolas u otros sectores;
- número de días perdidos debido a lesiones o enfermedades en la producción de bioenergía y en actividades agrícolas u otros sectores;
- tipo de lesiones, enfermedades y muertes en el trabajo informadas por la producción de bioenergía, y en actividades y sectores agrícolas;

Esta información se puede obtener de estadísticas nacionales/internacionales o cálculos/cómputos de datos (existentes), cuando estén disponibles, a nivel nacional o regional. Alternativamente, se puede obtener por entrevistas y encuestas. También se pueden obtener de registros hospitalarios relacionados con departamentos de emergencias.

### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

- Información sobre lesiones laborales aportada por organizaciones nacionales para seguros de lesiones laborales. La mayoría de los países compilan estadísticas sobre lesiones ocurridas en el trabajo. En general, estas estadísticas provienen de informes administrativos sobre lesiones emitidos a organismos responsables de indemnizaciones, inspecciones laborales o seguridad y salud ocupacional.
- Alrededor de 110 países envían regularmente sus datos a la OIT para su publicación en el Anuario sobre Estadísticas Laborales. La OIT también llevó a cabo muchas otras encuestas sobre salud y seguridad laboral en muchas industrias y regiones específicas (base de datos de la Organización Internacional del Trabajo LABORSTA). Se pueden hallar pautas internacionales actuales sobre lesiones laborales en la Resolución sobre estadísticas de lesiones laborales (derivadas de accidentes laborales) - [OIT], adoptada en la 16ª Conferencia Internacional de Estadígrafos Laborales en 1998.
- Las descripciones metodológicas de estadísticas nacionales sobre lesiones en el trabajo difundidas por la OIT son producidas y actualizadas en función de la información suministrada por las organizaciones nacionales relevantes en respuesta a cuestionarios específicos. También se obtiene información de otras fuentes, incluidas publicaciones y sitios web nacionales e internacionales, y otros documentos oficiales de la OIT. El objetivo principal de producir este tipo de descripciones es ofrecer información básica sobre las fuentes y métodos utilizados en cada país para compilar las estadísticas sobre lesiones laborales difundidas por la OIT, a fin de mejorar la utilidad de estos datos con diferentes propósitos y para indicar las diferencias entre series nacionales con respecto a su abordaje, definiciones, métodos de medición, métodos de recopilación de datos, periodos de referencia, etc.
- El Major Accident Reporting System (eMARS) [Sistema para informar accidentes graves] fue creado por la Comisión Europea y está operado por la Major Accident Hazards Bureau (MAHB) [Agencia de riesgos de accidentes graves] del Centro de Investigación Conjunto de la Comisión Europea

en Ispra, Italia. La Worldwide Offshore Accident Databank (WOAD) [Base de datos mundial sobre accidentes offshore] fue creada por la organización noruega Det Norske Veritas.

- En Estados Unidos, NIOSH y CDC poseen varios programas de control de la Salud Laboral, como por ejemplo Work-RISQS.

### Vacíos de información conocidos:

En algunos países, la información con respecto a la causa de la lesión o enfermedad se recaba al momento del ingreso al hospital, por lo tanto, es razonable considerar que estas visitas como consecuencia de lesiones o enfermedades pueden ser monitoreadas. No obstante, en muchos países, falta información con respecto a las lesiones y sus causas, lo que puede significar que solo la medición de las muertes representaría un indicador más confiable, pero mucho más incompleto. A partir de los datos recopilados respecto del sector agrícola se podría evaluar un análisis más profundo por producción de cultivo. Un método posible para recopilar estos datos es tomar en cuenta los registros hospitalarios de ingreso a Emergencias a causa de lesiones o enfermedades laborales. Este método de recopilación de datos se utiliza actualmente en Estados Unidos para la base de datos Work-RISQS mencionada anteriormente.

### Procesos internacionales relevantes:

- La OIT ha desarrollado y conserva un sistema de estándares laborales internacionales. A través de este trabajo, adquieren y conservan conjuntos de datos sobre salud y seguridad laboral para varias industrias.
- Los Indicadores Energéticos de Desarrollo Sostenible, desarrollados por la AIEA, ONU DAES, IEA, Eurostat, y AAE, poseen un indicador de muertes a causa de accidentes por energía producida por cadena de combustible (véase AIEA et al., 2005).

### Referencias:

- IAEA, UN DESA, IEA, Eurostat, EEA. 2005. *Energy Indicators For Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*.

### Fuentes electrónicas:

- CDC. <http://www.cdc.gov/> [Consulta: Septiembre 2011].
- eMARS. <http://ipsc.jrc.ec.europa.eu/index.php/Emars-Accident-Reporting/697/0/> [Consulta: Septiembre 2011].
- ILO Indicators of safety and health at work. <http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/statistics-overview-and-topics/safety-and-health/lang--en/index.htm> [Consulta: septiembre 2011].
- ILO LABORSTA. <http://laborsta.ilo.org/> [Consulta: septiembre 2011].
- ILO LABORSTA descriptions of national statistics on occupational injuries. <http://laborsta.ilo.org/applv8/data/SSM8/E/SSM8.html> [Consulta: septiembre 2011].
- ILO New Methodologies for Collecting Occupational Injury Data. <http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/download/ktisi.pdf> [Consulta: septiembre 2011].
- MAHB. <http://sta.jrc.ec.europa.eu/index.php/mahb-action> [Consulta: septiembre 2011].
- NIOSH. <http://www.cdc.gov/niosh/> [Consulta: septiembre 2011].
- Sixteenth International Conference of Labour Statisticians in 1998. [http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/meetings-and-events/international-conference-of-labour-statisticians/WCMS\\_087574/lang--en/index.htm](http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/meetings-and-events/international-conference-of-labour-statisticians/WCMS_087574/lang--en/index.htm) [Consulta: septiembre 2011].
- WOAD. <http://www.dnv.com/services/software/products/safeti/safetiqr/woad.asp> [Consulta: septiembre 2011].
- Work-RISQS. <http://www2.cdc.gov/risqs/default.asp> [Consulta: septiembre 2011].

## PILAR ECONÓMICO

## TEMAS

GBEP considera relevantes a los siguientes temas, los cuales guiaron el desarrollo de los indicadores bajo este pilar:

Disponibilidad de recursos y eficiencia de su utilización en la producción, la conversión, la distribución y el uso final de la bioenergía, desarrollo económico, viabilidad económica y competitividad de la bioenergía, acceso a la tecnología y a las capacidades tecnológicas, seguridad energética / diversificación de fuentes y suministro, seguridad energética / infraestructura y logística para distribución y uso.

NOMBRE DEL INDICADOR	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR
PRODUCTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productividad de las materias primas para bioenergía por materia prima o por granja/plantación.</li> <li>• Eficiencias de procesamiento por tecnología y materia prima.</li> <li>• Cantidad de producto final de bioenergía por masa, volumen o contenido energético por hectárea por año.</li> <li>• Coste de producción por unidad de bioenergía.</li> </ul>
BALANCE NETO DE ENERGÍA	Ratio de energía de la cadena de valor de la bioenergía en comparación con otras fuentes de energía, incluyendo ratios de energía de producción de materia prima, procesamiento de la materia prima para la obtención de bioenergía, uso de la bioenergía; y/o análisis del ciclo de vida
VALOR AGREGADO BRUTO	Valor agregado bruto por unidad de bioenergía producida y como porcentaje del producto interior bruto.
CAMBIO EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES Y EN EL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustitución de combustibles fósiles por bioenergía nacional medida en contenido energético y ahorros anuales de divisas convertibles debidos a la reducción de compras de combustibles fósiles.</li> <li>• Sustitución del uso tradicional de la biomasa por bioenergía moderna nacional, en contenido energético.</li> </ul>
FORMACIÓN Y RECALIFICACIÓN	Porcentaje de trabajadores formados en el sector de la bioenergía del total de la masa laboral y porcentaje de trabajadores re-calificados del número total de empleos perdidos en el sector de la bioenergía.
DIVERSIDAD ENERGÉTICA	Cambio en la diversidad del suministro total de energía primaria debido a la bioenergía.
INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA	Número y capacidad de rutas para los sistemas críticos de distribución, en conjunto con una evaluación de la proporción de bioenergía asociada con cada uno de ellos.
CAPACIDAD Y FLEXIBILIDAD DEL	• Ratio de capacidad para el uso de bioenergía en comparación con el uso real por cada ruta significativa de utilización. Ratio de la capacidad flexible que puede usar bioenergía u otras fuentes energéticas frente a la capacidad total.

83 Otros indicadores sobre seguridad y salud son los siguientes: Indicadores de capacidad y habilidad: Número de inspectores o profesionales de la salud que se encargan de la seguridad y salud laboral; e Indicadores de actividades: Número de días de capacitación, número de inspecciones; véase la sección sobre recursos electrónicos. Otros aspectos importantes relacionados con la seguridad y la salud en el trabajo que se pueden medir además de los temas contemplados por este indicador son los siguientes: Seguridad de maquinarias y ergonomía; manejo y transporte de materiales; sólido manejo de químicos; protección contra riesgos biológicos; y el bienestar y las instalaciones son importantes para la salud y seguridad de los trabajadores.

## Indicador 17

### Productividad

#### Descripción:

(17.1) Productividad de las materias primas para bioenergía por materia prima o por granja/plantación

(17.2) Eficiencias del procesamiento por tecnología y materia prima

(17.3) Cantidad de producto final de bioenergía por masa, volumen, o contenido energético por hectárea por año

(17.4) Coste de producción por unidad de bioenergía

#### Unidad(es) de medición:

(17.1) Toneladas/ha, por año

(17.2) MJ/tonelada

(17.3) Toneladas/ha por año, m<sup>3</sup>/ha por año, o MJ/ha por año

(17.4) USD/MJ

### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica a la producción de bioenergía y a todas sus materias primas y rutas.

#### Relación con los temas:

Este Indicador se relaciona principalmente con el siguiente tema: Disponibilidad de recursos y eficiencias de uso en la producción, conversión, y distribución de la bioenergía. La productividad es una medición de salida en un proceso de producción, por unidad de entrada, y puede ser utilizada para medir la eficiencia con la que los insumos se transforman en productos finales. Este indicador se centra en la productividad de la tierra utilizada para producir bioenergía, y la eficiencia económica general de la producción que, en cierta medida, representará la eficiencia completa del uso de todos los insumos. Este indicador está formado por cuatro valores: productividad de materias primas de bioenergía, la eficiencia del procesamiento de materias primas, la eficiencia completa de la producción de productos finales (por ejemplo, biocombustibles) para bioenergía, y los costos de producción por unidad de bioenergía. El indicador se puede utilizar para medir la productividad y la eficiencia del uso de los recursos en granjas, terrenos, o a nivel nacional, teniendo en cuenta otros coproductos. Este indicador se centra en la productividad de la bioenergía, en lugar de la distribución y uso final, pero estos pueden ser incluidos si es pertinente.

Un uso más eficiente de los recursos aumenta su disponibilidad, reduce los impactos ambientales negativos, y promueve la sostenibilidad económica.

Este indicador también mide los costos de la producción local de bioenergía en relación con los de los combustibles fósiles locales e internacionales, otras fuentes de energía renovable y bioenergía internacional, que puede ayudar a determinar si la bioenergía local es viable a nivel económico y competitiva a nivel nacional.

Nótese que la eficiencia de los insumos como agua, fertilizantes y mano de obra que se utilizan en la producción de bioenergía no se aborda directamente en este indicador, no obstante, se trata indirectamente a través de la medición final de productividad y los costos de producción. El Indicador 5 mide la eficiencia del uso del agua; el Indicador 6 aborda tangencialmente la eficiencia del uso de fertilizantes

y pesticidas; y el Indicador 12 puede ser utilizado para evaluar la eficiencia laboral en la producción de bioenergía.

Este indicador también brindará información sobre los siguientes temas: Emisiones de gases de efecto invernadero; Capacidad productiva de la tierra y el ecosistema; Disponibilidad, eficiencia en el uso la calidad del agua; Cambio en el uso de la tierra, incluyendo los efectos indirectos; Precio y suministro de una canasta nacional de alimentos; Desarrollo económico y Viabilidad económica y competitividad de la bioenergía.

Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

El incremento en la productividad puede significar un uso más eficiente de los insumos, un aumento en la disponibilidad de tierras y otros recursos, y una reducción en la carga que recae sobre el medio ambiente. La disminución de la necesidad de tierras e insumos reduce los costos de producción y, en consecuencia, aumenta las ganancias. Ambos aspectos son fundamentales para el medio ambiente y la sostenibilidad económica a nivel nacional.

La viabilidad y competitividad económica de la producción de bioenergía, como se demuestra a través de la productividad y los costos, contribuyen a su sostenibilidad general y ofrecen información respecto de la competitividad de la bioenergía local y la eficiencia con la que un país utiliza sus recursos para satisfacer sus necesidades. También puede tomar decisiones sobre el aumento de la producción de bioenergía en un país.

La sostenibilidad económica a largo plazo es una función de aumentos a largo plazo y constantes (Alston et al., 2010). El crecimiento de la productividad en el sector bioenergético se relaciona estrechamente con el aumento en la productividad de materias primas, que puede reflejar un incremento general en la productividad agrícola (Ball et al., 2001).

**NOTA:** El aumento en la productividad puede derivar del uso de una mayor cantidad de insumos en lugar de la utilización de insumos existentes de una manera más eficiente. Las eficiencias del uso de los recursos no son implícitas a menos que se adopten prácticas recomendables y se implementen, con el transcurso del tiempo, innovaciones en el desarrollo de materias primas y tecnologías de procesamiento. Las tendencias de seguimiento en otros insumos, como se sugiere en la metodología, pueden ofrecer una mayor comprensión con respecto a la eficiencia de insumos en comparación con la eficiencia total de la producción.

#### Comparación con otras fuentes de energía:

La productividad en términos del uso de la tierra no se presta para su comparación con otras formas de energía. En cambio, informa los cambios sobre el uso de tierras agrícolas. Asimismo, la eficiencia del procesamiento de materias primas en biocombustibles no se compara con otras fuentes de energía, puesto que se deberían realizar dichas comparaciones en función de un ciclo de vida completo. Por tanto, 17.1 y 17.3 representarán, generalmente, solo un valor de seguimiento del rendimiento en la producción de bioenergía y de comparación con otras formas de agricultura. No obstante, en algunos casos, puede haber un valor de comparación de uso de la tierra para otras fuentes de energía si estas pueden competir con la bioenergía o agricultura por estas tierras.

La eficiencia económica se presta para su comparación con todos los tipos de energía. Los costos de producción de la bioenergía local pueden ser útiles comparados con el

equivalente local e internacional de combustibles fósiles y los costos de producción de energía renovable alternativa en términos de dólares estadounidenses por unidad de producto útil de bioenergía.

## Base Científica

### Enfoque metodológico:

La información para la productividad de materias primas (17.1 y 17.3) y costos de producción (17.4) puede ser recabada a nivel nacional (o regional) si existe una evaluación de rendimiento agrícola, de lo contrario, a través de muestras (o encuestas) externas, y la subsiguiente agregación. De manera similar, la información para la etapa de procesamiento (17.2) se puede recabar a nivel nacional (o regional) si hay informes sobre eficiencia de las plantas de producción de biocombustibles, de lo contrario, a través de muestras de las plantas de procesamiento. La elección del tamaño de la muestra debería considerar el grado de variación en la productividad y costos de producción a nivel local o nacional. Los métodos utilizados para analizar la productividad del sector agrícola se podrían generalizar para analizar la productividad de las materias primas de bioenergía. Por ejemplo, si bien sus métodos de análisis difieren de muchas maneras, los importantes estudios sobre productividad agrícola elaborados por Kendrick y Grossman (1980), Jorgenson, Gollop, y Fraumeni (1987), y Jorgensen y Gollop (1992) son útiles para las comunidades de materias primas de bioenergía más amplias.

El indicador, como ha sido definido, se refiere a la productividad de materias primas de bioenergía y la eficiencia de su procesamiento, distribución y costos de producción de bioenergía. No obstante, esa cantidad de producción de materias primas de bioenergía se relaciona con la producción de materias primas que no pertenecen a ese sector en el mismo terreno o granja (por ejemplo, a través de rotación de cultivos, cultivo intercalado, producción integrada de cultivos y ganado, administración del terreno, etc.), la productividad de toda la producción agrícola en las tierras utilizadas para la producción de materias primas de bioenergía se debe tomar en cuenta para derivar la productividad de las materias primas de bioenergía. El mismo principio se podría aplicar a la etapa de procesamiento (por ejemplo, a través de la consideración de coproductos).

Los límites del sistema para los cálculos de los costos de productividad y producción deben ser definidos y expresados con claridad a fin de facilitar el control de tendencias y la comparación con otras fuentes de energía. En particular, para los puntos 17.2 y 17.3, será necesario aclarar si se incluyen pérdidas de energía durante la transmisión, distribución y transporte. El método de procesamiento sujeto a medición en 17.2 deberá comenzar con materias primas no procesadas en el mismo estado que las materias primas cuya productividad se mide en el punto 17.1, a fin de que ambas cifras se puedan combinar para ofrecer un valor de productividad de los productos finales.

Si bien este indicador solo mide la productividad total de la tierra y el costo relacionado, también debería realizarse una evaluación de las tendencias en la productividad con respecto a los insumos, tales como fertilizantes, agua, tecnología y trabajo; estos insumos contribuyen directamente con la producción total de la tierra, y representan componentes del costo de producción.

Las tendencias de seguimiento en los costos de producción y, por separado, de las materias primas y componentes de procesamiento de estos costos totales de producción, permitirían una evaluación de los avances tecnológicos y, posiblemente también, ayudarían a identificar potencial para futuras reducciones. Las tendencias de seguimiento en el valor de coproductos también informaría sobre cómo la producción de bioenergía se está diversificando y, por tanto, propagando riesgos para los productores e inversores, y sobre cómo los mercados de productos que no son de bioenergía están afectando la viabilidad y eficiencia económica del sector bioenergético.

La medición de la productividad y los costos de producción en las granjas o terrenos (para la producción de materias primas) y entre los coproductos (para procesamiento) ofrecerá una comprensión más completa del rol de la eficiencia del uso de recursos y prácticas agrícolas recomendables en la producción de bioenergía. Por ejemplo, cuando se utiliza el cultivo intercalado o la rotación de cultivos con la intención de incrementar la productividad total de una granja o plantación, se podrá tomar en cuenta la productividad total de dicha granja o plantación, no solo la productividad de las materias primas de bioenergía. Aun si el cultivo intercalado genera una caída en la productividad de los cultivos de bioenergía, puede causar un aumento general de la productividad en la granja o plantación.

### Limitaciones anticipadas:

En muchos países en desarrollo, la falta de capacidad para recabar y analizar información, y la falta de desarrollo de capacidades para fortalecer estas áreas, puede significar un factor limitante del aumento de la productividad, costos de producción e información eficiente de procesamiento. Esto se aplica en mayor medida a la información pública.

La información de empresas privadas que operan en países en desarrollo puede ser aportada pero puede no estar disponible inmediatamente.

Los costos de producción en la cadena de suministro representan información privada y probablemente no estén disponibles. La productividad de tierras privadas representa información privada y probablemente no esté disponible.

Además, los costos de producción local pueden variar ampliamente en las regiones de un país y, por lo tanto, se podría necesitar una muestra grande para calcular el costo promedio.

## Sentido práctico

### Requerimiento de datos:

17.1: El rendimiento promedio de producción de materias primas de bioenergía en el país, por materia prima. Alternativamente, cuando no es posible desglosar la información, se puede considerar el rendimiento promedio de producción de un cultivo/materia prima (no destinado específicamente a bioenergía) (por ejemplo, rendimiento de producción nacional promedio para semillas de colza). Cuando se utiliza el cultivo intercalado o la rotación de cultivos, la producción de materias primas de bioenergía por unidad de tierra se debe ajustar en consecuencia.

17.2: Eficiencias de procesamiento de materias primas de bioenergía en productos finales. Las eficiencias de procesamiento de materias primas de bioenergía deben tomar la transformación de materias primas en combustibles líquidos

y/o calor y/o electricidad por tecnología y por materia prima.

17.3: Cantidades de bioenergía producidas y tierras utilizadas para su producción. Bioenergía y/o materias primas medidas en energía, masa o volumen conforme sea conveniente para cada tipo de bioenergía. Se pretende que la eficiencia total de producción de los productos finales de bioenergía y/o la información sobre la eficiencia de transmisión, distribución y transporte incluya estas etapas del ciclo de vida en lugar de incluir únicamente la producción y procesamiento de materias primas.

17.4: Costos de producción de bioenergía local por unidad de energía.

Esta información se puede recabar de estadísticas nacionales/internacionales o cálculos/cómputos de datos (existentes), obtenidos a nivel nacional, regional, de campo (agricultura) o de sitio (planta de procesamiento).

### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

- FAOSTAT ofrece información sobre rendimientos de producción de cultivos agrícolas para los cultivos y países más importantes;
- IEA World Energy Outlook;
- bases de datos nacionales o sub-nacionales de ministerios de agricultura, energía, industria, economía, etc.;
- institutos de estadísticas nacionales;
- asociaciones/ cámaras nacionales y regionales sobre industrias de bioenergía;
- la Sun Grant Initiative trabaja con el Programa de Biomasa del Departamento de Eficiencia Energética y Energía Renovable de las Naciones Unidas para desarrollar e implementar una Alianza Regional de Biomasa destinada a abordar las barreras relacionadas con el desarrollo del suministro sostenible y predecible de materias primas de biomasa.

### Vacíos de información conocidos:

La recopilación de información en plantas de producción de biocombustibles por separado (encuestas) puede ser necesaria en algunos casos.

### Procesos internacionales relevantes:

- Conversion Efficiencies: Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and methodologies [Eficiencias de conversión: indicadores de energía para el desarrollo sostenible; lineamientos y metodologías] (AIEA. 2005).
- El Ministerio de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) ha monitoreado la productividad de

la agricultura como función de la tierra e insumos durante décadas. Muchos medios de recopilación de datos y modos de análisis son relevantes para los países que buscan ubicar su propia recopilación de datos y programas de análisis. USDA estima el uso de la tierra en función de datos obtenidos a nivel regional a partir de los Censos de Agricultura, que representan la fuente más importante de información de la agricultura de Estados Unidos. USDA recopiló recientemente datos sobre la producción de energía en las granjas, incluidos los digestores anaeróbicos.

### Referencias:

- Alston, J., Anderson, M., James, J., Pardey, P. 2010. *Persistence Pays: U.S. Agricultural Productivity Growth and the Benefits from R&D Spending*. Springer. New York.
- Ball, V. E., Bureau, J.C., Butault, J. P., Nehring, R. 2001. *Levels of Farm Sector Productivity: An International Comparison*. *Journal of Productivity Analysis* 15 (2001): 5- 29.
- ECOFYS. 2010. *Evaluation of improvements in end-conversion efficiency for bioenergy production*. Final report.
- FAO. *Value Chain Analysis for policy-making*, Disponible en [www.fao.org/easypol](http://www.fao.org/easypol)
- IAEA. 2005. *Conversion Efficiencies: Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*, IAEA, UN Department of Economic and Social Affairs, IEA, Eurostat, and European Environment Agency.
- Jorgenson, D., Gollop, F. 1992. *Productivity Growth in U.S. Agriculture: A Postwar Perspective*. *American Journal of Agricultural Economics* 74. August 745-50.
- Jorgenson, D., Gollop, F., Fraumeni, B. 1987. *Productivity and U.S. Economic Growth*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Kendrick, J.W., Grossman E.S. 1980. *Productivity in the United States, Trends and Cycles*. Baltimore MD: The Johns Hopkins University Press.
- UNCTAD. 2009. *The Biofuels Market: current situation and alternative scenarios*.

### Fuentes electrónicas:

- FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx> . Faostat provides data for production yields of agricultural crops. [Consulta: Octubre 2011].
- IEA. <http://www.iea.org/weo/WorldEnergyOutlook>. [Consulta: octubre 2011].
- The Sun Grant Initiative. <http://www.sungrant.org/Feedstock+Partnerships/> [Consulta: octubre 2011].
- USDA Census of Agriculture. <http://www.agcensus.usda.gov/> [Consulta: octubre 2011].
- USDA On-Farm Energy Survey. [http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Online\\_Highlights/On-Farm\\_Energy\\_Production/index.asp](http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2007/Online_Highlights/On-Farm_Energy_Production/index.asp) [Consulta: octubre 2011].

## Indicador 18

### Balance neto de energía

#### Descripción:

Ratio de energía de la cadena de valor de la bioenergía en comparación con otras fuentes de energía, incluyendo ratios de energía de:

- (18.1) producción de materia prima,
- (18.2) procesamiento de la materia prima para la obtención de bioenergía,
- (18.3) uso de la bioenergía; y/o
- (18.4) análisis del ciclo de vida

#### Unidad(es) de medición:

- (18.1) relación
- (18.2) relación
- (18.3) relación
- (18.4) relación

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica a la producción, conversión y uso de la bioenergía, y a todas sus materias primas, usos finales y rutas.

#### Relación con los temas:

Este Indicador se relaciona principalmente con el siguiente tema: Disponibilidad de recursos y eficiencias de uso en la producción, conversión, y distribución de la bioenergía. La producción de bioenergía requiere energía como insumo en diferentes etapas de la cadena de valor. La energía primaria requiere que la producción de bioenergía pueda ser lograda a través del consumo de energía fósil y/o renovable.

La relación de energía neta (es decir, el producto de la relación de energía para el insumo de energía total) representa un indicador útil de la eficiencia de la energía relativa de una ruta determinada de producción y uso de bioenergía.

Cuanta más energía se consume durante el ciclo de vida de la bioenergía, se dispone de menos energía para satisfacer otras necesidades energéticas. El uso eficiente de la energía es fundamental para mejorar la seguridad energética y para optimizar el uso de los recursos naturales disponibles. Los insumos de energía del proceso de producción de bioenergía, a veces, provienen de los hidrocarburos; por lo tanto, un alto nivel de relación de energía neta indicará el uso eficiente de estos recursos no renovables. Además, puesto que los requisitos de energía (para la producción y el procesamiento de materias primas) pueden contribuir significativamente con los costos de producción de bioenergía, este indicador se relaciona con la eficiencia económica, medida a través de los costos de producción del Indicador 17 (Productividad). Este indicador también brindará información sobre los siguientes temas: Emisiones de gases del efecto invernadero; Acceso a la energía; Viabilidad económica y competitividad de la bioenergía; y Seguridad energética/Diversificación de fuentes y suministro.

#### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

Una relación de energía neta mayor a uno para la producción, el procesamiento y el uso combinados de una materia

prima de bioenergía determinada indica que su producción es sostenible desde una perspectiva energética. En otras palabras, indica que la cantidad de energía que suministra el biocombustible es mayor que la cantidad de energía requerida para su producción. En muchos casos, el balance de energía neta representará el alcance de sustitución de combustibles fósiles por bioenergía, que representa otro claro indicador de su aporte al desarrollo sostenible (véase el Indicador 20, Cambio en el consumo de combustibles fósiles y en el uso tradicional de biomasa).

El indicador provee una base para identificar las formas de energía más eficientes para producir bioenergía entre un conjunto dado de opciones, y puede ser utilizada para seleccionar las materias primas, tecnologías y prácticas adecuadas. Considerar las tres etapas de ciclo de vida - producción, procesamiento y uso -, por separado, indicará las mejoras potenciales en la eficiencia energética para la práctica agrícola e industrial incluida en la producción y uso de la bioenergía.

**Nota:** En el indicador se expresa implícitamente que diferentes países producirán y consumirán bioenergía de muchas maneras distintas. En algunos países, el transporte y la potencia serán los usos predominantes de la bioenergía. No obstante, es improbable que este sea el caso en muchas regiones del mundo donde la biomasa tradicional se utiliza en los hogares para cocinar y alumbrar. En algunos países en desarrollo el uso principal de la bioenergía tiene lugar en los hogares, y esto se puede considerar el único nivel de análisis relevante.

#### Comparación con otras fuentes de energía:

La relación de energía neta y el balance de diversos tipos de bioenergía se pueden comparar con otros tipos de energía relevantes dependiendo del uso final. Los biocombustibles utilizados para el transporte se deberán comparar con los combustibles fósiles y/o con los vehículos eléctricos. La bioenergía para electricidad, como la producida por digestores anaeróbicos, deberá ser comparada con la producción de electricidad a partir de combustibles fósiles, paneles solares y viento, entre otros. Las eficiencias promedio de las refinerías de combustibles fósiles se podrían comparar con las plantas de procesamiento de bioenergía. La eficiencia energética promedio de los motores de combustión interna de flotas de vehículos nacionales y de plantas nacionales de bioenergía para calefaccionar y generar energía, se pueden comparar con combustibles fósiles similares.

Otras comparaciones de energía dependen de conjuntos de datos o métodos de estimación disponibles. El ciclo de vida completo de la relación de energía puede ser evaluado para combustibles fósiles o fuentes de energía alternativas, y se deberían considerar los insumos de energía integrados (por ejemplo, la energía requerida para extraer, refinar/procesar y transportar o distribuir combustibles fósiles) para una comparación completa.

#### Base Científica

#### Enfoque metodológico:

El indicador puede consistir de un único valor correspondiente al ciclo de vida de la relación de energía de la cadena considerada y/o un conjunto de valores para cada paso de la cadena, incluyendo la eficiencia de la producción de materias primas, el procesamiento y el uso final de biocombustibles, etc. El producto de la energía se calcula en función de la evalua-

ción del uso de bioenergía considerado. Los insumos de energía se estiman mediante la suma de toda la energía requerida en cada etapa de producción y uso de bioenergía utilizando datos disponibles y modelos, si son necesarios (véase, por ejemplo, Liebrandt et al., 2011). Si la producción de materias primas de bioenergía se integra con otras producciones no energéticas (por ejemplo, cultivos intercalados) este valor se debería ajustar en consecuencia. Actualmente, el contenido de energía de las materias primas se caracteriza por el valor supuesto de conversión para el material dentro de cada ruta primaria de producto de biocombustible. En consecuencia, los impactos energéticos de las pérdidas de materias primas a través del suministro y la conversión son justificados. Los esfuerzos actuales para investigar y explicar los conceptos de procesamiento distribuido también están desarrollando el rastreo de masa completa y balance energético seguido a los fines de facilitar la comprensión rigurosa del contenido de energía de materias primas directas a través de sistemas de bioenergía.

La presencia de agua (H<sub>2</sub>O) en la biomasa complica la comparación con diferentes fuentes de bioenergía y la comparación de la biomasa con combustibles que no contienen agua. Para dar coherencia a este tema, se debería considerar el poder calorífico interior (PCI) de insumos y productos a los fines de comparar diferentes procesos de combustión. El poder calorífico interior supone que el estado final del agua en el combustible es vapor de agua, en lugar de agua en estado líquido. La transición de estado gaseoso a líquido libera más calor, pero este calor difícilmente se captura y utiliza. Se debe informar el contenido de energía de los insumos de combustibles fósiles. También se debería indicar el alcance de las fuentes de energía consideradas en el cálculo de los insumos de energía.

La metodología para la distribución de coproductos y los valores de energía de los insumos (por ejemplo, energía requerida para la producción de fertilizantes o semillas) debe ser transparente y basarse en una metodología reconocida para el LCA. Con este propósito, se recomienda el Marco Común Metodológico de GBEP para Análisis de ciclo de gases de efecto invernadero de Bioenergía como referencia y base común para identificar explícitamente la presunción hecha y los pasos seguidos en la cadena de producción de bioenergía. La información puede ser recabada a nivel nacional si existe una evaluación de rendimiento agrícola o, alternativamente, a través de muestras de campo y su subsiguiente agregación. El Ministerio de Energía de Estados Unidos ha desarrollado el modelo Emisiones Reguladas de Gases de Efecto Invernadero y Uso de Energía para Transporte (GREET, por sus siglas en inglés) para evaluar el ciclo de vida de las emisiones de gas de efecto invernadero relacionado con varios combustibles de transporte (véase Fuentes de información). El modelo GREET también brinda información sobre el uso de la energía, es decir, sus productos, y por lo tanto, puede ofrecer percepciones en la evaluación del uso de bioenergía (18.3) y análisis de ciclo (18.4).

De manera similar, la información para la etapa de procesamiento de materias primas de bioenergía (18.2) se puede obtener a nivel nacional (o regional) si hay informes sobre eficiencia de las plantas de producción de biocombustibles, de lo contrario, a través de muestras de las plantas de procesamiento. El Ministerio de Energía de Estados Unidos produce informes de proyectos para mejorar la comprensión del estado actual de las tecnologías de conversión y para identificar las mejoras necesarias para el futuro (véase

Fuentes de información). Asimismo, la información sobre el uso de bioenergía se puede considerar una muestra representativa de las plantas de potencia de bioenergía del país, mientras que la información sobre flota de vehículos se puede recabar mediante encuestas privadas o públicas.

Si bien en este indicador sugerimos el uso de la relación de energía neta para medir la eficiencia de energía del sistema bioenergético, se puede obtener un valor adicional incluyendo el valor energético neto (a veces, también, se denomina balance energético, energía neta o ganancia de energía neta). Se ofrece una referencia útil sobre el cálculo y el uso del balance de energía (valor de energía neta = producto de energía - insumo de energía) en el Energy and Resource Group Biofuel Analysis Meta-Model (EBAMM, por sus siglas en inglés) (Farrell et al., 2006).

### Limitaciones anticipadas:

Las variaciones en la definición de los límites del sistema para el cálculo de la relación de energía neta y el uso de mediciones alternativas, tales como balance de energía neta y rendimiento de energía neta, pueden impedir comparaciones. Se recomienda el uso de metodologías con referato para cálculos, incluidos los métodos utilizados para la distribución de coproductos, especificando con claridad qué metodología se ha utilizado para el cálculo de relaciones de energía neta, adoptando el enfoque del Marco Común Metodológico de GBEP para Análisis de ciclo de gases de efecto invernadero de Bioenergía como base para informar de manera transparente las estimaciones y los pasos seguidos en la cadena de bioenergía. Además, vale la pena notar la diferencia entre energía y GEI LCA: las diferentes fuentes de energía (por ejemplo, combustibles sólidos y líquidos) tienen diferentes usos y diferentes valores para la sociedad (con frecuencia, con dependencia local). No obstante, este indicador (si se mide en su forma más simple) mide solo el producto/insumo de energía sin diferenciar las formas de energía en esta ecuación.

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

Los tres bloques de la cadena de valor de bioenergía más importantes identificados en la breve descripción - producción, procesamiento y uso - se deberían calcular teniendo en cuenta una base común

(1) Los insumos de la relación de energía (energía primaria) requeridos para la producción de materia prima cultivada (por ejemplo, producción y aplicación de fertilizantes, químicos, trabajo y energía integrada en maquinarias), para el contenido de energía de una unidad de materia prima (lista para ser procesada) y coproductos relacionados.

(2) El contenido de la relación de energía de biocombustibles y coproductos producidos para contenidos de energía de insumo de materia prima.

(3) La eficiencia energética promedio de los motores de combustión interna de la flota de vehículos nacionales y plantas nacionales de bioenergía (para generación y potencia de energía) u otra aproximación según corresponda (con razón). En más detalle, se requiere la siguiente información:

18.1:

- rendimientos de materias primas agrícolas (tonelada/ha);
- insumos de energía primaria por unidad de materia prima producida (MJ/tonelada);

- energía indirecta (por ejemplo, utilizada en maquinaria) por unidad de materia prima producida (MJ/tonelada).

18.2:

- contenido de energía de materia prima producida/procesada (si las mediciones previas no están disponibles) (MJ);
- eficiencias energéticas de plantas de conversión (muestra).

18.3:

- contenido de energía de la fuente de bioenergía considerada (MJ);
- segmentación de flota nacional de vehículos y eficiencias relativas;
- eficiencias de una muestra representativa de plantas nacionales generadoras de bioenergía, como informaron los propietarios de dichas plantas.

Esta información se puede obtener mediante estadísticas nacionales/internacionales cuando estén disponibles o alternativamente a través del cómputo de datos (existentes), mediciones físicas, biológicas o químicas, o entrevistas y encuestas a nivel nacional, regional, de campo (agricultura) o de sitio (planta de procesamiento).

### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

- Balance Energético de Etanol a base de Maíz (USDA, 2002);
- Servicio de Investigación Económica del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos: Productividad Agrícola en Estados Unidos;
- el Ministerio de Administración de Información Energética de Estados Unidos (EIA) publica los factores de conversión termal que utiliza para estimar el contenido calorífico bruto en Unidades Termales Británicas (Btus) de una cantidad determinada de energía medida en unidades físicas. Los factores de conversión de etanol y biodiesel se pueden consultar en el sitio web de la EIA;
- el Programa de Biomasa del Ministerio de Energía de Estados Unidos plantea casos de diseño para evaluar el contenido de energía de los biocombustibles producidos. Se puede encontrar un ejemplo en NREL (2007, p. 33);
- documentación del Modelo GREET;
- de ser posible, se pueden utilizar informes nacionales e internacionales sobre eficiencia de flotas de vehículos, eficiencias de plantas de bioenergía, y evaluaciones nacionales sobre rendimiento agrícola, como fuentes de información disponible.

### Vacíos de información conocidos

El modelo GREET u otros similares se pueden utilizar para estimar la energía del producto final en función de la información sobre contenido de energía de otros insumos. Otras alternativas incluyen el seguimiento de datos sobre el rendimiento de los mecanismos de conversión, el seguimiento de información sobre gestión de producción, y de información sobre el producto final, tal como el millaje del vehículo.

### Procesos internacionales relevantes:

El Energy and Resource Group Biofuel Analysis Meta-Model (EBAMM) desarrollado por la University of California, Berkeley.

### Referencias:

- Bureau, J., Disdier, A., Gauroy, C., Tréguer, D. 2010. A quantitative assessment of the determinants of the net energy value of biofuels. *Energy Policy*, Volume 38, Issue 5, May. Pages 2282-2290.
- EUCAR, CONCAWE. 2007. *Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context. WELL-to-WHEELS Report Version 2c*. Marzo.
- Farrell, A., Plevin, R., Turner, B., Jones, A., O'Hare, M, Kammen, D. 2006. *Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals*. *Science*. Volume 311. Enero 2006.
- Gnansounou, E., Dauriat, A., Villegas, J., Panichelli, L. 2009. *Life cycle assessment of biofuels: Energy and greenhouse gas balances*. *Bioresour. Technology*, Volume 100, Issue 21, Noviembre, Pages 4919-4930.
- Huo, H., Wang, M., Bloyd, C., Putsche, V. 2008. *Life-Cycle Assessment of Energy and Greenhouse Gas Effects of Soybean-Derived Biodiesel and Renewable Fuels*. Argonne National Laboratory, Energy Systems Division.
- Leibbrandt, N. H., Knoetze, J.H., Gorgens, J.F. 2011. *Comparing biological and thermochemical processing of sugarcane bagasse: An energy balance perspective*. *Biomass and Bioenergy* 35, 2117-2126.
- Menichetti, E., Otto, M. 2008. *Energy balance and greenhouse gas emissions of biofuels from a life-cycle perspective*. 2009. Pages 81-109 in: Howarth, R.W., Bringezu, S. 2008. *Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use*. *Proceedings of the Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) International Biofuels Project Rapid Assessment*, 22-25 Septiembre 2008, Gumpersbach Germany. Cornell University, Ithaca NY, USA.
- Nguyen, T. L. T., Gheewala, S.H., Garivait, S. 2008. *Full chain energy analysis of fuel ethanol from cane molasses in Thailand*. *Applied Energy*. Volume 85, Issue 8, August, Pages 722-734.
- NREL. 2007. *Thermal Indirect Gasification and Mixed Alcohol Synthesis of Lignocellulosic Biomass*. Technical Report NREL/TP-510-41168. Abril.
- Pereira de Souza, S. et al. 2010. *Greenhouse gas emissions and energy balance of palm oil biofuel*. *Renewable Energy*, Volume 35, Issue 11, Noviembre, Pages 2552-2561.
- Persson, T. et al. 2009. *Maize ethanol feedstock production and net energy value as affected by climate variability and crop management practices*. *Agricultural Systems*. Volume 100, Issues 1-3, Abril, Pages 11-21.
- Pradhan, A. et al. 2009. *Energy Life-Cycle Assessment of Soybean Biodiesel*. USDA Agricultural Economic Report Number 845. Septiembre.
- USDA. 2002. *The Energy Balance of Corn Ethanol: An Update*. U.S. Department of Agriculture, Office of the Chief Economist, Office of Energy Policy and New Uses. Agricultural Economic Report No. 814.

### Fuentes electrónicas:

- EBAMM. <http://rael.berkeley.edu/sites/default/files/EBAMM/> [Consulta: octubre 2011].
- EIA's conversion factors for fuel ethanol and biodiesel [http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/pdf/pages/sec13\\_3.pdf](http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/pdf/pages/sec13_3.pdf) [Consulta: octubre 2011].
- GBEP GHG Common Methodological Framework. <http://www.globalbioenergy.org/toolkit/clearing-house-on-ghg-methodologies/en/> [Consulta: octubre 2011].
- GREET. <http://greet.es.anl.gov/main> [Consulta: octubre 2011].
- USDA Economics Research Service. <http://www.ers.usda.gov/Data/AgProductivity/> Agricultural Productivity in the United States. [Consulta: octubre 2011].

85 Este aspecto del balance de energía neta se aborda de manera más completa en el Indicador 20 (Cambio en el consumo de combustibles fósiles y en el uso tradicional de biomasa).

86 Véase la sección sobre fuentes electrónicas.

## Indicador 19

### Valor agregado bruto

#### Descripción:

Valor agregado bruto por unidad de bioenergía producida y como porcentaje del producto interior bruto

#### Unidad(es) de medición:

USD/MJ y porcentaje

### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica a la producción y el uso de la bioenergía, y a todas sus materias primas/ usos finales/ rutas.

#### Relación con los temas:

Este indicador se relaciona principalmente con el siguiente tema: Desarrollo económico. El Banco Mundial define al desarrollo económico como el cambio cualitativo y reestructuración de la economía de un país en función del avance tecnológico y social. Uno de los indicadores de desarrollo económico más utilizados es el Producto Bruto Interno (PBI) per capita, que mide el incremento de la productividad económica de un país con respecto a su población y, en cierto grado, refleja el nivel de vida de la población de un país.

El desarrollo económico se relaciona estrechamente con el crecimiento económico, definido por el Banco Mundial como el cambio cuantitativo o expansión de la economía de un país. El crecimiento económico se mide generalmente como el aumento porcentual anual del PBI.

El crecimiento económico se produce de dos maneras: una economía puede tanto crecer de manera "extensiva" mediante la utilización de más recursos (capital físico<sup>92</sup>, humano<sup>92</sup> o natural<sup>92</sup>) o de manera "intensiva" mediante la utilización de la misma cantidad de recursos con más eficiencia (de manera más productiva). Cuando se alcanza el crecimiento económico mediante la utilización de más mano de obra, no implica el crecimiento del ingreso por habitante. Sin embargo, cuando se logra mediante la utilización más productiva de todos los recursos, incluida la mano de obra, trae aparejado un incremento en el ingreso por habitante y la mejora en el nivel promedio de vida de la población<sup>92</sup>. El crecimiento económico intensivo es condición del desarrollo económico<sup>92</sup>. El crecimiento intensivo y el extensivo interactúan de maneras complejas para producir cambios en la economía.

El Valor Agregado Bruto (VAB) se define como el producto menos el valor de consumo intermedio y representa una medición del aporte al PBI del productor, industria o sector, individualmente. El VAB plantea un valor monetario de la cantidad de bienes y servicios que han sido producidos, menos el costo de todos los insumos y materias primas que corresponden directamente a esa producción. Este indicador también brindará información sobre Viabilidad económica y competitividad de la bioenergía.

#### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

El indicador muestra el aporte del sector bioenergético a la economía nacional. También indica el aporte del PBI por

unidad de bioenergía. Esto permite una comparación más útil con otras formas de energía.

Podría resultar complicado definir si el VAB y los cambios en el PBI impulsan el desarrollo económico y, además, el desarrollo sostenible; esto se puede abordar, en parte, calculando el cambio neto en el valor agregado (descrito como extensión de la metodología) a nivel regional. Además, se debería considerar el grado de aporte de la bioenergía al PBI en el crecimiento económico extensivo o intensivo (el VAB por miembro de personal empleado en bioenergía puede ser útil en este sentido). No obstante, el usuario de estos indicadores puede realizar sus propias evaluaciones, dada la etapa de desarrollo económico de su país y la relación entre el PBI en crecimiento y el desarrollo económico, teniendo en cuenta otros factores. El indicador se debería complementar con un sistema de contabilidad ambiental-económica (o contabilidad ambiental), como se indica a continuación.

#### Comparación con otras fuentes de energía:

Se puede llevar a cabo una comparación con el VAB de cualquier industria o fuente de energía.

### Base Científica

#### Enfoque metodológico:

A los fines de este indicador se utiliza la siguiente definición (véase ONU, 2009):

• Valor agregado bruto = valor de producción - consumo intermedio

Los productores de bioenergía serán encuestados respecto de sus cuentas de producción. El enfoque metodológico incluirá la definición de la cadena de valor de bioenergía. Si esto incluye la etapa de producción de materias primas, calcular el VAB del sector bioenergético (es decir, su aporte a la economía) requiere determinar qué producción de materia prima de bioenergía se destina a la producción de bioenergía, o establecer supuestos simplificados para que sea posible hacer ese desglose (por ejemplo, si 10% de un cultivo producido en el país se utiliza para bioenergía, entonces, el 10% del VAB de aquellos que producen este cultivo cuenta para la bioenergía).

Esta metodología permite tres extensiones principales, dependiendo del sistema de cuentas nacionales elegido por un país:

Valor agregado neto (VAN): El valor agregado y el PBI también se pueden medir netos restando el capital fijo, una cifra que representa la disminución del valor durante el periodo en el que el capital fijo se utilizó en un proceso de producción.

#### Contabilidad ambiental:

La conversión de recursos naturales (capital natural) en ganancias económicas se recompensa en el PBI sin dar cuentas del agotamiento de estos recursos naturales. Por este motivo, en la contabilidad ambiental, se utiliza el producto neto interno (PNI, de un país) o valor agregado neto (VAN, de un sector o región) cuando la depreciación del capital fijo (incluido el capital natural, como por ejemplo, las reservas de combustibles fósiles, las tierras y los bosques) se sustrae del PBI o del VAB. Entonces, mientras el VAB para el sector bioenergético se propone como una buena medida de aporte a corto plazo al desarrollo económico de este sector, el VAN se puede estimar y comparar con

el VAN de otras fuentes de energía. Para el cálculo del VAN conforme a la contabilidad ambiental, se requiere el desglose de cambios en la calidad de la tierra (degradación o mejora, deforestación, forestación, reforestación, etc.) y, por lo tanto, en el valor o acciones de capital natural generado por la producción de bioenergía, en lugar de otras causas.

Cambio neto en el Valor Agregado: esta versión del indicador será una medida agregada de los aportes económicos de la producción de bioenergía de una región determinada. El indicador requerirá la estimación del valor agregado bruto (o cualquiera de las extensiones antes mencionadas) para la región correspondiente. Además, se deberá estimar un valor de referencia válido para el supuesto sin cambio en la producción de bioenergía desde la medición anterior (o periodo de referencia). El cambio neto en la medición del valor agregado es, por tanto, la diferencia entre "nueva producción de bioenergía" y las estimaciones de referencia ("sin nueva producción de bioenergía"). Estas estimaciones pueden ser la base en una agregación de estimaciones de un sector individual, pero también podrían ser compiladas en función del tipo de información agregada que estará disponible más fácilmente a nivel nacional/sub-nacional. Esta medición expresa en cifras netas los cambios en otros sectores de la economía que acompañan la producción de bioenergía en la estimación del aporte agregado total del sector bioenergético a la economía regional. Esta medición regional también puede ser ajustada por el balance o transferencia y otros cambios en los flujos y venta de activos. Wicke et al., (2009) y Arndt et al., (2008) describen posibles enfoques de esta medición.

### Limitaciones anticipadas:

El valor agregado bruto se puede obtener de una manera relativamente sencilla una vez que se encuentra el sistema de contabilidad adecuado. Las limitaciones metodológicas incluyen la falta de contabilidad para cambios en el capital social si no se adopta el VAN conforme a la contabilidad ambiental (véase más arriba). Esto resulta particularmente importante si se desea una visión a largo plazo, especialmente, con respecto a la comparación entre formas de energía renovable y no renovable. La estimación de la depreciación del capital natural es un ejercicio un tanto complicado, si bien la FAO y el Banco Mundial han creado herramientas simples (véanse las referencias anteriores) y se continúa trabajando en un Sistema de Contabilidad de Economía Ambiental (SEEA, por sus siglas en inglés), junto con un SEEA específico para Energía, que representará un estándar de estadística nacional relacionado con la denominada contabilidad ambiental. El cálculo del VAB del sector bioenergético no muestra el aporte a la economía nacional debido a la actividad económica inducida como consecuencia, por ejemplo, del gasto de salarios de aquellos que trabajan en dicho sector. Las limitaciones en la información surgen de la medición de inventario y consumo propio, pero los enfoques para ingresar estos valores utilizan suposiciones simplificadas para suplementar la información disponible.

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

- valor total de producto = cambio en inventarios + ingresos por ventas + consumo final propio
- consumo intermedio

Nótese que si se mide el VAN, la depreciación del capital fijo será un requisito de información adicional.

Estos datos, para ser recabados a nivel nacional, se pueden obtener a partir de cuentas estadísticas nacionales/internacionales, o entrevistas y encuestas.

### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

- cuentas nacionales;
- cuentas nacionales de fuentes internacionales, incluyendo el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional, y las Naciones Unidas.

### Vacíos de información conocidos:

La falta de información se puede superar utilizando estrategias de recopilación de datos implementadas por institutos estadísticos nacionales, ministerios de energía, finanzas (o equivalentes), agricultura (o equivalentes), gobiernos regionales, cámaras nacionales de bioenergía, bancos centrales nacionales, etc. Se puede requerir la creación de un sistema de análisis de la cadena de valor anterior a la recopilación de datos en países donde se lleva a cabo este tipo de contabilidad.

### Procesos internacionales relevantes:

Los Indicadores Mundiales de Desarrollo (WDI) recopilados por el Banco Mundial se basan en la información de fuentes internacionales sobre mediciones de ingresos, principalmente, a nivel nacional.

El Sistema de Contabilidad de Economía Ambiental (SEEA) representa un marco para compilar las estadísticas ambientales vinculadas a las nacionales.

El estudio sobre Economía de Ecosistemas y Biodiversidad (TEEB, por sus siglas en inglés) consiste en una iniciativa internacional importante destinada a destacar los beneficios económicos globales de la biodiversidad y los costos en función de sus pérdidas.

### Referencias:

- Arndt, C., Benfica, R., Tarp, F., Thurlow, J., Uaiene, R. 2008. *Biofuels, Poverty, and Growth. A Computable General Equilibrium Analysis of Mozambique. IFPRI Discussion Paper 00803.*
- Bolt K., Matete M. and Clemens M. 2002. *Manual for Calculating Adjusted Net Savings. Policy and Economics Team – Environment Department. World Bank.*
- ERIA. 2007. *Investigation on Sustainable Biomass Utilization Vision in East Asia, Research Project Report No. 6-3. Disponible en <http://www.eria.org/research/no6-3.html> [Consulta: noviembre 2011].*
- Domac, J. 2004. *Socio-economic drivers in implementing bioenergy projects. Biomass and Bioenergy 28 (2005) 97–106.* FAO 1997. *Biomass energy in ASEAN member countries. Disponible en <http://www.fao.org/sd/EGdirect/EGan0008.htm> [Consulta: noviembre 2011].*
- Gerardi, W. 2006. *Renewable Energy - A Contribution to Australia's Environmental and Economic Sustainability. Renewable Energy Generators Australia. Disponible en <http://www.rega.com.au/Documents/Publications/J1281%20Final%20Report%20> [Consulta: noviembre 2011].*
- Lange G.M. 2003. *Policy Applications of Environmental Accounting. Environment Department Paper No. 88, The World Bank, Washington, DC.*
- Melhuish, M. 1998. *Energy for Economic, Environmental and Social Sustainability. New Zealand Report for GEO Project. Sustainable Energy Forum. Wellington, New Zealand.*
- Sarraf, M. 2004. *Assessing the Costs of Environmental Degradation in the Middle East and North Africa Region. Environment Strategy Notes No. 9. The World Bank, Washington, DC.*
- Sarraf M., Larsen B. and Owaygen M. 2004. *Cost of Environmen-*

*tal Degradation —The Case of Lebanon and Tunisia Environment Department Paper No. 97, The World Bank, Washington, DC.*

- World Bank. 2002. *Arab Republic of Egypt: Cost Assessment of Environmental Degradation. Report No. 25175-EGT. Washington, DC.*
- World Bank. 2004 *Beyond Economic Growth Student Book. Glossary. Disponible en <http://www.worldbank.org/depweb/english/beyond/global/glossary.html#30> [Consulta: noviembre 2011].*
- World Bank. 2006. *A Guide to Valuing Natural Resources Wealth. Policy and Economics Team The World Bank, Washington, DC.*
- Wicke, B., Smeets, E., Tabeau, A., Hilbert, J., Faai, A. 2009. *Macroeconomic impacts of bioenergy production on surplus agricultural land—A case study of Argentina. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 13 (2009) 2463–2473.*
- UN. 2009. *UN System of National Accounts 2008 <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008.pdf> Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting 2003. [Consulta: noviembre 2011].*

## Fuentes electrónicas:

- FAO. *Value Chain Analysis for policy-making. [www.fao.org/easypol](http://www.fao.org/easypol) [Consulta: septiembre 2011].*
- SEEA. <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea.asp> [Consulta: septiembre 2011].
- TEEB. <http://www.teebweb.org/> [Consulta: septiembre 2011].
- UN Statistics Division: *Environmental-Economic Accounting. <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/met.asp> [Consulta: septiembre 2011].*
- WDI. <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators> [Consulta: septiembre 2011].
- World Bank. *Beyond Economic Growth Student Book glossary. <http://www.worldbank.org/depweb/english/beyond/global/glossary.html> [Consulta: septiembre 2011].*

---

87 Estos términos fueron definidos por el Banco Mundial en el glosario *Beyond Economic Growth Student Book* – véase la sección sobre fuentes electrónicas.  
88 Véase la sección sobre fuentes electrónicas.

## Indicador 20

### Cambio en el consumo de combustibles fósiles y en el uso tradicional de la biomasa

#### Descripción:

(20.1) Sustitución de combustibles fósiles por bioenergía nacional medida en contenido energético (20.1a) y ahorros anuales de divisas convertibles debido a la reducción de compras de combustibles fósiles (20.1b)

(20.2) Sustitución del uso tradicional de la biomasa por bioenergía moderna nacional, en contenido energético

#### Unidad(es) de medición:

(20.1a) MJ por año y/o MW por año

(20.1b) USD por año

(20.2) MJ por año y/o MW por año

#### Relevancia

##### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica a la producción y el uso de la bioenergía, y a todas sus materias primas, usos finales y rutas.

##### Relación con los temas:

Este indicador se relaciona principalmente con los siguientes temas: Desarrollo económico, Seguridad energética/Diversificación de fuentes y suministro y Desarrollo rural y social (Sagar y Kartha, 2007). El uso de la biomasa producida localmente para bioenergía puede sustituir el consumo de combustibles fósiles y/o del uso tradicional de biomasa para energía, lo que produciría impactos positivos significativos en el desarrollo económico y seguridad energética de un país o región.

La reducción del consumo de combustibles fósiles importados puede generar ahorros en moneda convertible. Para los países en desarrollo de bajos ingresos, estos ahorros pueden conllevar aumentos en las reservas de monedas convertibles. El nivel de reservas en moneda convertible es fundamental para el desarrollo de la economía sostenible de muchos países, en particular, de aquellos que perciben bajos ingresos, puesto que proveen medios para comprar importaciones y proteger el valor de su moneda. La estabilidad financiera de un país se utiliza para determinar su grado de solvencia estimado; en consecuencia, mayores reservas pueden facilitar la obtención de créditos, que puede contribuir con el desarrollo sostenible. Como tal, la utilización de bioenergía para reducir el consumo de combustibles fósiles puede generar una retroalimentación positiva que provoque impactos de alto alcance en la seguridad económica de los países y potencial para su desarrollo. Además, los ahorros públicos de las importaciones fósiles evitadas pueden cambiar para promover el desarrollo local a través de inversiones en infraestructura, educación, sanidad, y otros servicios esenciales.

Dependiendo del contexto del país productor de bioenergía, puede ser más o menos económico que la importación de combustibles fósiles. Estos costos de producción, de inversión y de infraestructura relativos necesarios para un sector bioenergético pujante deberán ser considerados cuando se calculan los efectos sobre los ahorros y la moneda

convertible. Como tal, este indicador deberá ser evaluado en relación con los siguientes Indicadores: Indicador 17 (Productividad), Indicador 23 (Infraestructura y logística para la distribución de bioenergía) y el Indicador 24 (Capacidad y flexibilidad del uso de bioenergía).

El reemplazo del uso tradicional de biomasa por bioenergía moderna conllevará una amplia gama de beneficios para el desarrollo social y económico, en particular, en áreas rurales. Por lo tanto, se relaciona además con los siguientes temas: Acceso a la energía y Salud y seguridad. Los indicadores relevantes para estos temas son los siguientes: Indicador 14 (Bioenergía usada para expandir el acceso a servicios modernos de energía) e Indicador 15 (Cambio en la tasa de mortalidad y la carga de morbilidad atribuible al humo en interiores).

Este indicador también se relaciona estrechamente, en particular, en términos de requisitos de información con el Indicador 18 (Balance de energía neta). Puesto que este indicador mide el alcance en el que la bioenergía moderna sustituye a los combustibles fósiles y el uso tradicional de biomasa a nivel nacional, también indicará una evaluación de las consecuencias de este cambio en la combinación de energía de un país con relación a todos los temas e indicadores respecto de los cuales se comparan la bioenergía moderna y estas formas de energía sustituidas.

#### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

La reducción del consumo de combustibles fósiles y el uso tradicional de biomasa brinda un panorama importante de la extensión y el ritmo de la transición a la bioenergía moderna y, por tanto, indica la evaluación general del aporte de la bioenergía al desarrollo sostenible a nivel nacional (Gehlhar et al., 2010).

Específicamente, los ahorros anuales en moneda convertible debido a la sustitución de combustibles fósiles por bioenergía indicarán en qué medida el país ha mejorado o empeorado económicamente a causa de esta sustitución. A los fines de realizar esta evaluación, los ahorros en moneda convertible se deberán interpretar a la luz de los impactos generales en los costos monetarios de su suministro de energía, teniendo en cuenta los costos relativos de producción o compra de bioenergía y combustibles fósiles, y en el valor especial de moneda convertible (en relación con la moneda nacional) para el país y su desarrollo económico.

#### Comparación con otras fuentes de energía:

Se puede llevar a cabo una comparación con otras fuentes de energía renovable, tanto para 20.1 como para 20.2, mediante la aplicación del mismo enfoque que para la bioenergía moderna. El indicador ya incluye una comparación con combustibles fósiles y el uso tradicional de biomasa para energía. La comparación entre diferentes tipos de bioenergía también es posible.

#### Base Científica

##### Enfoque metodológico:

20.1

##### a) Cantidad de energía de combustible fósil sustituida

Un medio simple para aproximarse a la cantidad de energía de combustibles fósiles que ha sido sustituida por bioenergía moderna local será utilizar la siguiente fórmula para cada tipo importado de energía fósil (i):

$E_{fossil} \text{ sub } i = E_{bioenergy} \times X(1 - 1/NER_i)$

donde:

- $E_{fossil} \text{ sub } i$  es la cantidad de energía de combustible fósil, desglosada por tipo de combustible, sustituida por bioenergía moderna local del país;
- $E_{bioenergy}$  es la cantidad de bioenergía moderna producida en el ámbito local consumida en el país; y
- $NER_i$  es la relación de energía neta (promedio nacional) para bioenergía moderna producida en el ámbito local, consumida en el país, desglosada por tipo de combustible fósil, y calculada conforme a la metodología del Indicador 18, Balance de energía neta, y utilizando solo insumos de combustible fósil para el término de insumo de energía (relación de energía neta = producto de energía/insumo de energía).

Las mediciones agregadas de  $E_{fossil} \text{ sub } i$  representarán el total de sustitución de combustibles fósiles, si bien los valores individuales pueden ser más útiles. La medición de sustitución se puede desglosar en el cálculo en diferentes tipos de combustible fósil, por ejemplo, productos de aceite y petróleo, carbón y gas natural, y electricidad. Nótese que este enfoque considera que la bioenergía moderna solo desplaza a los combustibles fósiles y no a otras formas de energía renovable.

La nueva producción y uso de bioenergía no siempre sustituye el consumo de combustible fósil, pero a veces ayuda en la satisfacción de la nueva demanda de energía. Por lo tanto, la bioenergía sustituye el crecimiento del consumo de combustible fósil y costos relacionados. A los fines de determinar la forma marginal de energía cuyo consumo fue sustituido por la bioenergía, se requerirá un punto de referencia proyectado de consumo nacional de energía sin esta bioenergía adicional.

Además, la nueva producción de bioenergía puede generar una demanda de energía adicional. Por lo tanto, un análisis más sofisticado incluye la estimación del alcance de la producción de bioenergía local que ha generado un aumento del consumo total de energía a través del ejercicio de presión descendente de los precios de la energía (el denominado "efecto rebote").

#### b) Ahorros anuales en moneda convertible

Como se indicó anteriormente, los países pueden identificar y estimar los tipos y cantidades de combustibles fósiles importados sustituidos por la producción local y uso de bioenergía, suponiendo que se sustituyen las importaciones en lugar de la producción local de combustibles fósiles. Estas cantidades pueden, entonces, multiplicarse por el costo de compra promedio (en USD) del combustible o electricidad respectiva a lo largo del año en consideración, y sumarse para dar ahorros anuales en moneda convertible a causa de la sustitución de importaciones de combustible fósil.

Cuando se importan insumos para producir bioenergía local, el valor calculado indicado anteriormente no reflejará en realidad los ahorros locales en moneda convertible a causa de la sustitución de bioenergía local por combustibles fósiles. Esto se debe a que el costo del combustible fósil requerido para producir estos insumos se incluye en este cálculo. Por lo tanto, si cantidades significativas de moneda convertible se utilizan para comprar insumos (por ejemplo, fertilizantes, materias primas o metanol), se deberá realizar una comparación entre los precios de compra de dichos

insumos y el combustible fósil relacionado, y la diferencia sustraída de los ahorros anuales calculados como se indica anteriormente.

#### c) Agregación

La agregación a nivel nacional se podría realizar por tipo de combustible o sector (calor, potencia, transporte). La agregación a nivel de regiones sub-nacional (por ejemplo, utilizando datos de las provincias o cámaras de comercio locales o regionales) puede ser adecuada si las prácticas de producción de bioenergía o fuentes de energía marginales sustituidas por bioenergía difieren significativamente en el ámbito regional.

#### d) Extensiones posibles del alcance de este indicador

El alcance de este indicador se centra en los cambios en el uso local de combustibles fósiles y uso tradicional de biomasa para la energía como consecuencia de bioenergía moderna producida a nivel local. Los socios de GBEP acordaron desarrollar estos indicadores como de comercio neutral; por lo tanto, la evaluación del efecto de las exportaciones de bioenergía, si bien es importante, supera el alcance de este indicador. No obstante, la exportación de bioenergía puede cumplir un rol importante en la promoción del desarrollo económico, en particular, en los países con bajos ingresos, a través de la generación de ganancias en moneda convertible que se pueden invertir en el desarrollo sostenible local. Además, la exportación de bioenergía puede, en algunos casos, darle viabilidad económica al sector bioenergético local. Como tal, la información relevante estará representada por las ganancias generadas de exportaciones de bioenergía.

#### 20.2

Cantidad de uso tradicional de energía de biomasa sustituida  
Este cálculo se centra en la energía utilizada para cocinar o calefaccionar en los hogares. A los fines de derivar una medición precisa de esta cantidad, se necesita llevar a cabo un análisis profundo de la sustitución del uso tradicional de biomasa por bioenergía moderna local, preferentemente, de encuestas a hogares.

Alternativamente, se puede derivar una aproximación utilizando información del Indicador 14 (Bioenergía usada para expandir el acceso a servicios modernos de energía), en particular, la medición 14.1: cantidad de bioenergía moderna utilizada para expandir el acceso a servicios modernos de energía. Véase metodología 14.1 para calcular este valor inicial. La cantidad de energía de uso tradicional de biomasa sustituida difiere de 14.1 en lo siguiente:

- Si la bioenergía moderna se utiliza para ampliar el acceso a los servicios modernos de energía, se puede suponer a nivel doméstico que esto sustituiría el uso tradicional de biomasa además de desplazar la energía fósil utilizada en el hogar (20.1) así, la cantidad de energía de biomasa tradicional utilizada sustituida es igual para la cantidad de bioenergía moderna nueva (14.1) menos la cantidad de energía de combustible fósil sustituida.
- Pueden surgir situaciones en las que la bioenergía moderna solo sustituye parcialmente el uso de la bioenergía tradicional, entonces, la cantidad de biomasa tradicional para energía sustituida es igual a la cantidad de bioenergía moderna.
- La bioenergía moderna también puede sustituir por completo la biomasa para energía y suministrar energía adicional, entonces, la cantidad de biomasa tradicional para

energía sustituida es igual a la cantidad de energía tradicional de biomasa utilizada.

### Limitaciones anticipadas:

La medición del indicador puede ser limitada por los siguientes factores:

- falta de contabilidad para los productos de bioenergía no comercializados en mercados formales o para comercio en áreas rurales no conectadas a la red; y
- diferentes presunciones sobre la relación de consumo de bioenergía con la sustitución de combustibles fósiles y cambios en las importaciones.

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

- consumo de bioenergía producida en el ámbito local, por producto final de bioenergía (MJ o MWh)
- relación de energía neta de bioenergía producida a nivel local, desglosada por fuente de insumo de energía para cada fuente de energía importada utilizada en la producción local de bioenergía
- fuente de energía marginal sustituida debido al consumo de bioenergía, por producto final de bioenergía (%)
- precios de importación de energía (USD por MJ o MWh)
- costo de insumos importados para producir bioenergía (millones de USD por año)

- reservas de moneda extranjera (millones de USD) (si se desea expresar los ahorros anuales en moneda convertible como porcentaje de reservas totales)
- consumo histórico de energía de biomasa tradicional utilizada a nivel doméstico (MJ o MWh)

Esta información se puede obtener de estadísticas nacionales/internacionales o cálculos/cómputos de datos (existentes), cuando estén disponibles, a nivel nacional.

### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

La información se puede obtener de evaluaciones e informes de gobiernos nacionales.

### Vacíos de información conocidos:

Si la información no está disponible, los países deberán rastrear ingresos/egresos en moneda convertible para bioenergía y combustible fósil como parte de sus estadísticas de Ingreso Nacional Bruto.

### Procesos internacionales relevantes:

#### Referencias:

- ERIA. 2007. *Investigation on Sustainable Biomass Utilization Vision in East Asia. Research Project Report 2007 No. 6-3.* Disponible en <http://www.eria.org/research/images/pdf/PDF%20No.6-3/No.6-3-4%20Chap%203%20Bioamss.pdf> [Consulta: noviembre 2011].
- Gehlhar, M., Winston, A., Somwaru, A. *Effects of Increased Biofuels on the U.S. Economy in 2022.* ERR-102. U.S. Dept. of Agriculture, Econ. Res. Serv. Octubre 2010.
- Sagar, A. D and Kartha, S. 2007. *Bioenergy and Sustainable Development? Annu.Rev. Resour.* 32:131-167.

87 Estos términos fueron definidos por el Banco Mundial en el glosario *Beyond Economic Growth Student Book* – véase la sección sobre fuentes electrónicas.  
88 Véase la sección sobre fuentes electrónicas.

## Indicador 21

### Formación y recalificación de los trabajadores

#### Descripción:

(21.1) Porcentaje de trabajadores formados en el sector bioenergía del total de la masa laboral, y  
(21.2) Porcentaje de trabajadores recalificados del número total de empleos perdidos en el sector de la bioenergía

#### Unidad(es) de medición:

Porcentaje (por año)

#### Relevancia

##### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica a la producción y el uso de la bioenergía, y a todas sus materias primas/ usos finales/ rutas.

##### Relación con los temas:

El indicador se relaciona principalmente con el siguiente tema: Acceso a la tecnología y capacidades tecnológicas. Brinda información sobre la cantidad y el nivel de formación en el sector y trabajadores de bioenergía. Un trabajador formado se define como un trabajador que ha recibido capacitación en un taller o curso. Ofrece información sobre habilidades y capacitación proveídas a los trabajadores en bioenergía que refleja directamente las “capacidades tecnológicas” que componen este tema. También refleja la habilidad de estos trabajadores para conseguir nuevos empleos en bioenergía y otros sectores. El indicador, además, mide el grado de recalificación de trabajadores que han perdido sus empleos en el sector bioenergético como consecuencia, por ejemplo, de la mecanización de la cosecha, y por lo tanto, el grado de oportunidad que tienen de obtener un nuevo empleo. El indicador también se relaciona estrechamente con el tema sobre Desarrollo rural y social (y, en particular, con el Indicador 12, Empleos en el sector bioenergético) e indirectamente con otros temas tales como, Condiciones laborales, Salud y seguridad y Desarrollo económico.

##### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

Este indicador ayuda a evaluar la porción de trabajadores en bioenergía nacional que tuvieron acceso a la educación/capacitación en actividades de este sector.

Además, ayudará a evaluar la capacidad de conseguir un nuevo empleo y, por lo tanto, cómo el mercado local de trabajo puede tomar tecnologías y técnicas nuevas y menos dependientes de la mano de obra.

El personal capacitado y habilidoso facilitará la inclusión de nuevas tecnologías y brindará un ambiente que permita el despliegue de un país.

Cabe mencionar que este indicador aborda principalmente el caso de los países donde la industria bioenergética ha sido actualizada, incluidos los procesos de cosecha. En muchos países en desarrollo, donde los proyectos de bioenergía todavía no han sido introducidos o desarrollados, se puede esperar la creación de empleo en el corto plazo, no la reducción inmediata de empleos poco calificados. Esto significa que dichos países necesitarán soporte para brindar capacita-

ción a los trabajadores respecto de los requerimientos de una industria bioenergética en desarrollo.

##### Comparación con otras fuentes de energía:

Se puede llevar a cabo un análisis similar para los trabajadores en la industria equivalente de combustibles fósiles y para aquellos de otros sectores de energía renovable.

#### Base Científica

##### Enfoque metodológico:

21.1: El personal incluye empleos definidos en el Indicador 12 (Empleos en el sector bioenergético): trabajadores asalariados y remunerados; trabajadores por cuenta propia; y trabajadores familiares no remunerados. Un trabajador formado se define como un trabajador que ha recibido capacitación en actividades del sector bioenergético, incluidos talleres, cursos de capacitación, programas de certificación, o poseen títulos emitidos por una escuela técnica o institución de educación superior. Se deberá considerar la capacitación que aborda el tema de la bioenergía. La capacitación general en energía renovable y técnicas agrícolas se debería considerar si se relacionan directa o indirectamente con el desarrollo bioenergético. Si esta información ha sido recabada a nivel gubernamental, se podrá llevar a cabo una encuesta de la que participen empresas que trabajan en la producción de bioenergía (incluidas las industrias de producción de materias primas, procesamiento y uso), considerando una evaluación equilibrada entre estos tres pasos de la cadena de valor. Cada empresa difundirá información sobre el número de trabajadores capacitados en “x” años anteriores del total de trabajadores.

21.2: El número de trabajadores que han sido recalificados para otros empleos luego de haber perdido su empleo en el sector bioenergético (incluidos trabajadores estacionales que han perdido sus empleos debido a la mecanización u otros cambios en la producción y procesamiento de bioenergía). La recalificación de estos trabajadores se puede haber llevado a cabo mediante programas nacionales de capacitación. Esta información puede ser recabada en países en los que existe ese tipo de programas. Este valor representa un porcentaje anual del cambio en el número de trabajadores (incluyendo estacionales) durante el número determinado de años utilizados para medir este indicador.

Los gobiernos locales y regionales, así como también las asociaciones de productores de bioenergía, también podrían representar una fuente de información para formar este indicador.

##### Limitaciones anticipadas:

Si la información de gobiernos o empresas no está disponible, se deberá tener en cuenta el costo de llevar a cabo encuestas/entrevistas y la cobertura de todo el personal en el sector bioenergético.

#### Sentido práctico

##### Requerimiento de datos:

21.1:

- número de trabajadores empleados en el sector bioenergético (por año);

- número de trabajadores en el sector bioenergético que no han sido capacitados en talleres o cursos (por año);
- número de trabajadores que participaron de la encuesta.

#### 21.2

- número de trabajadores recalificados empleados en el sector bioenergético (por año);
- número de empleos perdidos en el sector bioenergético (por año);

Esta información se puede obtener a través de cuentas estadísticas nacionales/internacionales a nivel nacional (si es posible) o, de lo contrario, a través de entrevistas y encuestas de campo (agricultura) o sitio (plantas de procesamiento).

#### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

Institutos nacionales de estadísticas y otras bases de datos gubernamentales (por ejemplo, United States Bureau of Labor Statistics, 2010).

#### Vacíos de información conocidos:

La falta de información se puede superar con encuestas en áreas seleccionadas de la cadena de producción y uso de bioenergía (equitativamente difundida conforme a criterios acordados, por ejemplo, distribución territorial).

En realidad, algunos datos pueden ser recabados a nivel ministerial y también pueden indicar el número de eventos

(sobre tecnología bioenergética) de los que participó el ministerio de alguna forma (financiamiento, cofinanciamiento, participación en la promoción del evento).

#### Procesos internacionales relevantes:

#### Referencias:

- *Clean Energy Council. 2009. Australian Renewable Energy Training and Workforce Strategy for 2020: Renewable Energy Training in Australia 2009. Disponible en <http://www.cleanenergycouncil.org.au/cec/resourcecentre/reports.html> [Consulta: septiembre 2011].*
- *European Centre for the Development of Vocational Training. 2009. Future skill needs for the green. Disponible en [http://www.cedefop.europa.eu/EN/Files/5501\\_en.pdf](http://www.cedefop.europa.eu/EN/Files/5501_en.pdf) [Consulta: septiembre 2011].*
- *Green Collar Jobs Report. 2009. American Solar Energy Society. Enero. Disponible en [http://www.ases.org/images/stories/ASES/pdfs/CO\\_Jobs\\_Rpt\\_Jan2009\\_summary.pdf](http://www.ases.org/images/stories/ASES/pdfs/CO_Jobs_Rpt_Jan2009_summary.pdf) [Consulta: septiembre 2011].*
- *Goldman, C., Peters, J., Albers, N. 2010. Energy Efficiency Services Sector: Workforce Education and Training Needs. Lawrence Berkeley National Laboratory. Marzo. Disponible en <http://eetd.lbl.gov/ea/ems/reports/lbnl-3163e.pdf> [Consulta: septiembre 2011].*

#### Fuentes electrónicas:

*Bureau of Labor Statistics. 2010. 2008-18 National Employment Matrix, industry employment by occupation. U.S. Department of Labor 2010. Disponible en [http://www.bls.gov/emp/ep\\_table\\_108.htm](http://www.bls.gov/emp/ep_table_108.htm) [Consulta: septiembre 2011].*

## Indicador 22

### Diversidad energética

#### Descripción:

Cambio en la diversidad del suministro total de energía primaria debido a la bioenergía

#### Unidad(es) de medición:

Índice (en el rango 0-1)

MJ de bioenergía por año en la Oferta Total de Energía Primaria (OTEP)

### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica a la producción y el uso de la bioenergía, y a todas sus materias primas, usos y rutas.

#### Relación con los temas:

Este indicador se relaciona principalmente con el siguiente tema: Seguridad energética/Diversificación de recursos y suministro.

El Programa de Desarrollo de la Evaluación Mundial de Energía de las Naciones Unidas define a la seguridad energética como “la disponibilidad de energía en todo momento y en todas sus formas, en cantidades suficientes y a precios asequibles, sin producir impactos inaceptables o irreversibles en el medio ambiente”.

Existen muchos aspectos interrelacionados con la seguridad energética. Algunos son los siguientes:

- Disponibilidad. ¿Están disponibles las fuentes de energía requeridas?
- Accesibilidad. ¿Puede el suministro de energía tomar en cuenta los aspectos físicos y geopolíticos?
- Adecuación de la capacidad. ¿Hay suficiente capacidad para producir, suministrar, distribuir y utilizar la energía?
- Asequibilidad. ¿Se puede suministrar energía a un precio aceptable?
- Sostenibilidad ambiental. ¿Se pueden evitar los impactos ambientales inaceptables o irreversibles?

Dado el número de factores considerados en este título y sus interrelaciones complejas, no resulta extraño que no exista un indicador individual para la seguridad energética. Un enfoque consiste en observar cómo se pueden minimizar las potenciales interrupciones al suministro de energía, utilizando un abordaje de gestión de riesgos. Una parte importante de dicho enfoque consiste en considerar cómo un conjunto diverso de fuentes de energía puede reducir los riesgos de interrupción del suministro; este indicador se centra en este aspecto de seguridad energética. Este indicador provee una medición para calcular los cambios en la diversidad de la oferta energética, y cuanto más diverso es dicha oferta, más alto es el nivel de seguridad energética, todo lo demás se mantiene igual. La bioenergía puede contribuir con la seguridad energética de un país mediante el mejoramiento de la diversificación de las opciones de suministro y, entonces, mediante la protección del país contra las interrupciones de suministro y los aumentos de precios, ya sea con la producción y utilización de bioenergía producida internamente o a través de importaciones.

La razón de este indicador es que el aporte de la bioenergía a la seguridad energética no se puede evaluar de manera aislada, puesto que depende de otros elementos relacionados con la oferta.

Además, una combinación más diversificada de fuentes de bioenergía dará confianza de que este componente de energía será, en sí mismo, más seguro. Cuanto mayor sea el número de fuentes de bioenergía, la combinación del suministro será más diversificada y segura.

Además de relacionarse estrechamente con la Seguridad energética/Infraestructura y logística para la distribución y uso, este indicador también proveerá información sobre Desarrollo económico.

#### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

La comparación de la diversidad energética con y sin bioenergía ofrece una medición del impacto de la bioenergía en la diversidad. Asimismo, el análisis de la diversidad de las fuentes de bioenergía dará un indicador de cuán sólidas son estas ofertas.

El análisis demuestra el rol de la bioenergía en el mejoramiento de la diversidad energética. El impacto en el índice es mayor en los casos en los que la diversidad de otra energía es baja. Cuando la biomasa tiene una porción mayor que otros recursos, un aumento en la proporción de bioenergía puede realmente disminuir la diversidad, conforme a esta medición. No obstante, una mayor consideración puede mostrar que contar con tal aporte de bioenergía puede contribuir con la seguridad energética en otros sentidos y con otros aspectos de la sustentabilidad.

Si se conocen las fuentes y volúmenes de los componentes principales del suministro de bioenergía, se puede evaluar el grado de diversidad de la bioenergía.

Nuevamente, todo lo demás se mantiene igual, cuanto mayor sea la diversificación de fuentes de bioenergía en la combinación de suministro total de energía primaria, más sostenible será la combinación.

No obstante, la naturaleza multidimensional de la seguridad energética implica que no puede existir una solución “única”; y una evaluación del impacto de cambios en la diversificación del suministro de energía primaria total (OTEP, véase el glosario) debido a la bioenergía en su aporte a la seguridad energética, y más ampliamente al desarrollo sostenible, deberá tener en cuenta otros factores particulares del contexto nacional.

Por ejemplo, las mediciones creadas para diversificar el suministro de energía de un país puede diferir de las mediciones destinadas a mejorar la asequibilidad energética. Además, diferentes tipos y fuentes de energía pueden tener diferentes niveles de seguridad de suministro; por lo tanto, un análisis de la diversificación numérica del suministro de energía deberá estar acompañado por una evaluación más cualitativa de la fiabilidad de cada una de las fuentes de suministro. Los Indicadores 23 y 24 contribuirán con la difusión de este análisis a través de la identificación de sistemas de distribución y la dependencia del país a los dichos sistemas.

#### Comparación con otras fuentes de energía:

El mismo procedimiento se puede utilizar para comprender el aporte de otras fuentes de energía a la diversificación energética.

## Base Científica

### Enfoque metodológico:

Al considerar la combinación de suministro de energía nacional con y sin bioenergía, se puede establecer una muestra de diversidad energética y el rol de la bioenergía en la seguridad.

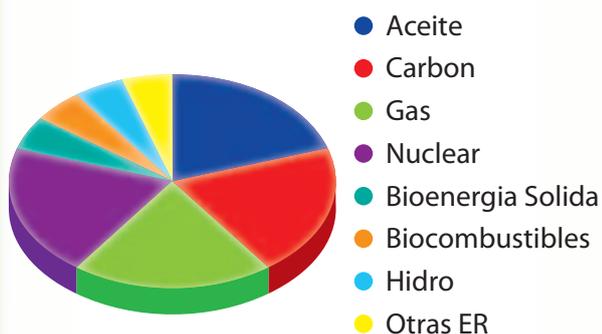
Este indicador se basa en la información de oferta total de energía primaria (OTEP), por ejemplo,

- % de aceite en OTEP
- % de carbón en OTEP
- % de gas en OTEP
- % nuclear en OTEP
- % de otras renovables en OTEP
- % de bioenergía en OTEP

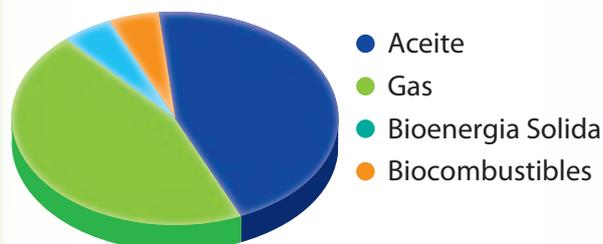
El grado de resolución es un tema a considerar. Esta consideración debería ser guiada por el principio que indica que los riesgos a la seguridad de la oferta de cada categoría de energía-suministro definidos por un país o región deberían ser independientes entre sí, tanto como sea posible. Esto significará que alcanzar un portafolio diferente de estas categorías de oferta de energía implicaría que los riesgos de seguridad de suministro han sido evadidos. Cuando hay niveles significativos de fuentes distintas de energía renovable (por ejemplo, hidro o geotermal) o de otros recursos que se diferencian distintivamente de cualquier forma, se pueden utilizar como categorías separadas si el nivel de oferta está por encima del límite (sugerido al 5%). El aporte de la bioenergía también se puede desglosar en diferentes categorías que están bien definidas, por ejemplo, el abordaje de diferentes segmentos de mercado tales como generación de energía, transporte o biomasa tradicional, o ingreso de distintas regiones. Mostrar la información en gráficos ofrece una representación clara de la diversidad total del sistema energético y del rol de la bioenergía para alcanzarla; los gráficos que siguen muestran, por ejemplo, cuatro países:

- A: Baja porción de bioenergía en suministro bien diversificado
- B: Baja porción de bioenergía en suministro mal diversificado
- C: Porción de bioenergía alta y no diversificada
- D: Porción de bioenergía alta y diversificada

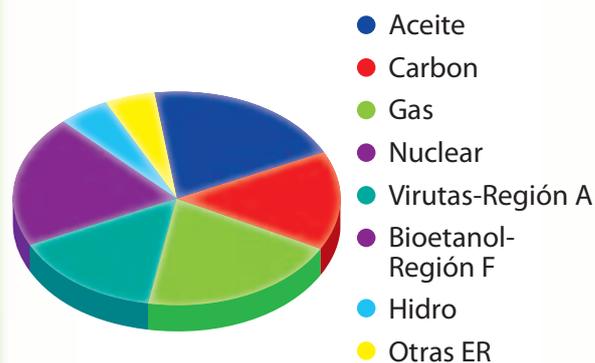
### PAIS A: Baja porción de Bioenergía en suministro bien diversificado



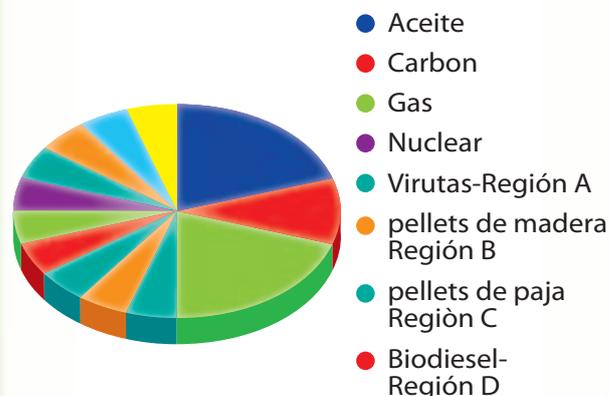
### PAIS B: Baja porción de Bioenergía en suministro mal diversificado



### PAIS C: Baja porción de Bioenergía alta y no diversificada



### PAIS C: Baja porción de Bioenergía alta y no diversificada



Una forma de cuantificar la diversificación en el suministro es utilizar el índice Herfindahl, que implica simplemente la suma de las partes (es decir, fracciones) de la OTEP provista por cada categoría de suministro de energía. Se trata de un

índice para medir la diversidad en un número de campos, y es utilizado ampliamente dentro de la IEA para evaluar la diversidad energética (véase, por ejemplo, IEA 2005). También se pueden utilizar otros índices. (Véase Kruyt, van Vuuren, de Vries y Groenberg, 2009). El impacto de la bioenergía en la diversificación se puede evaluar utilizando el índice

Herfindahl calculándolo con los componentes de bioenergía incluidos y comparándolos con el índice calculado sin los componentes de bioenergía, distribuyendo las fracciones suministradas por la bioenergía entre el uso alternativo más probable. La Tabla que sigue muestra el cálculo para los cuatro ejemplos incluidos en los gráficos anteriores.

	PAÍS C - SUMINISTRO DE BIOENERGÍA ALTO Y DIVERSIFICADO (% TPES)		PAÍS D - BIOENERGÍA ALTA PERO NO DIVERSIFICADA (% OTEP)	
		No Bio		No Bio
Aceite	20%	40%	20%	40%
Carbon	10%	25%	10%	25%
Gas	20%	25%	20%	25%
Nuclear	0%			
Virutas - Región A	5%		15%	
Pellets de madera - Región B	5%			
Pellets de paja - Región C	5%			
Biodiesel - Región D	5%			
Biodiesel - Región E	5%			
Bioetanol - Región F	5%		25%	
Bioetanol - Región G	5%			
Bioetanol - Región H	5%			
Hidro	5%	5%	5%	5%
Otras ER	5%	5%	5%	5%
Índice Herfindahl	0,115	0,29	0,18	0,29

	PAÍS A - BAJA BIOENERGÍA EN SUMINISTRO BIEN DIVERSIFICADO (% OTEP)		PAÍS B - BAJA BIOENERGÍA EN SUMINISTRO NO DIVERSIFICADO (% OTEP)	
		No Bio		No Bio
Aceite	20%	25%	45%	50%
Carbon	20%	25%		50%
Gas	20%	20%	45%	

Nuclear	20%	20%		
Bioenergía sólida	5%		5%	
Biocombustibles	5%		5%	
Hidro	5%	5%		
Otras ER	5%	5%		
Índice Herfindahl	0,17	0,21	0,41	0,50

### Limitaciones anticipadas:

El indicador se centra en la diversificación de la seguridad energética. En general, el mejoramiento de la diversidad también debería minimizar los riesgos de suba de precios y garantizar la asequibilidad.

La categorización de las fuentes de suministro de energía motivan el resultado del Índice Herfindhal, incluyendo algún tipo de subjetividad. Para contrarrestar esta debilidad, se puede llevar a cabo un análisis más detallado para determinar si la diversificación realmente ayudará a adquirir resiliencia a las alteraciones del suministro físico. Un elemento importante de este análisis sería una valoración del grado de alteraciones de suministro físico para una categoría de energía que se traduce en crisis de precios, que pueden trasladarse de un mercado a otro. Dicho análisis ayudaría a determinar si un indicador que mide la diversificación de suministro actuará como un buen representante de un indicador de seguridad de suministro, especialmente, cuando se considera en conjunto con una evaluación de capacidad a través de los Indicadores 23 (Infraestructura y logística para la distribución de bioenergía) y 24 (Capacidad y flexibilidad del uso de bioenergía).

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

- suministro total de energía primaria de cada fuente, incluida la producción total de bioenergía local;
- número de fuentes significativas de suministro de energía y cantidades relacionadas de energía (MJ). Las categorías se pueden relacionar con los productos como biocombustibles (por ejemplo, biodiesel, bioetanol, otros biocombustibles líquidos), y fuentes de bioenergía destinadas a calefacción y/o generación de energía (por ejemplo, virutas, pellets, residuos agrícolas). Las fuentes de suministro deberían considerar las regiones de producción de combustibles. El suministro total local se puede generar a través de la agregación de fuentes significativas de suministro;
- si bien supera el alcance de este indicador, la evaluación de la cantidad total del consumo de bioenergía moderna facilitaría el análisis del aporte de la bioenergía a la diversificación energética del país.

Esta información se puede obtener de estadísticas nacionales/internacionales o cálculos/cómputos de datos (existentes) agregados a nivel nacional.

### Fuentes de información

#### (nacionales e internacionales):

- Estadísticas energéticas nacionales e internacionales (como la IEA).

#### Vacíos de información conocidos:

Una falta potencial de información se relaciona con las rutas flexibles de suministro. Los volúmenes y tipos de insumos de energía de diferentes regiones a través del transporte terrestre o marítimo (especialmente para bioenergía) pueden no estar disponibles en algunos países.

#### Procesos internacionales relevantes:

- La IEA está evaluando la diversificación energética de los países, destacando los riesgos de precios derivados de la concentración en el mercado de suministro (o vendedores). La evaluación de la concentración de suministro se realiza con el Índice Herfindhal-Hirschman. También se incluye una medida de estabilidad política, dando un peso extra a países políticamente inestables en base a dos de los seis "indicadores mundiales de gobierno" del Banco Mundial. La medición de concentración del suministro para cada mercado de combustible se sopesa conforme a la porción de combustible en el suministro de energía primaria para evaluar la vulnerabilidad de un país con respecto a estos riesgos de concentración. El balance entre los parámetros de concentración del suministro y estabilidad política es arbitrario.
- La Decisión CDS 9/1 (10.a) convoca a los gobiernos, según corresponda, a considerar "el uso en aumento de las fuentes de energía renovable" como aporte para lograr el desarrollo sostenible. Esto implica un rol de diversificación energética en el desarrollo sostenible.
- JPOI, (capítulo III) convoca a los gobiernos, y a organizaciones regionales e internacionales relevantes y otras partes interesadas a [...] Diversificar el suministro energético a través del desarrollo de tecnologías energéticas avanzadas, limpias, más eficientes, asequibles y rentables, incluidas las tecnologías de energía renovable (ONU, 2002).

#### Referencias:

- Asia Pacific Energy Research Centre (APERC). 2007. *A Quest for Energy Security in the 21st century*. Disponible en [www.ieej.or.jp/aperc](http://www.ieej.or.jp/aperc) [Consulta: noviembre 2011].
- Chester, L. 2009. *Conceptualising energy security and making explicit its polysemic*

nature. *Energy Policy*. Volume 38, Issue 2, February 2010, Pages 887–895.

- IEA. 2005. *Russian Electricity Reform. Emerging challenges and opportunities*.
- Jansen, J.C., van Arkel, W. G., Boots, M. G. 2004. *Designing indicators of long-term energy supply security*. ECN Policy Studies, Volume 1/2004.
- Kruyt, B., van Vuuren, D.P., de Vries, H.J.M., Groenenberg, H. 2009. *Indicators for energy security*. *Energy Policy*. Volume 37, Issue 6, June 2009, Pages 2166-2181.

• UNDP. 2004. *World Energy Assessment: Overview 2004 Update*.

- UN. 2002. *The Johannesburg Plan of Implementation*. Disponible en [http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD\\_POI\\_PD/English/WSSD\\_PlanImpl.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/WSSD_PlanImpl.pdf) [Consulta: noviembre 2011].

### Fuentes electrónicas:

- CSD Decision 9/1. <http://www.un.org/esa/sustdev/csd/ecn172001-19e.htm#Decision%209/1> [Consulta: noviembre 2011].

## Indicador 23

### Infraestructura y logística para la distribución de bioenergía

#### Descripción:

(23.1) Número y (23.2) capacidad de rutas para los sistemas críticos de distribución, junto con (23.3) una evaluación de la proporción de bioenergía asociada con cada uno de ellos

#### Unidad(es) de medición:

(23.1) número  
(23.2) MJ, m<sup>3</sup>, o toneladas por año; o MW para calefacción y generación de energía  
(23.3) porcentajes

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica a la producción y el uso de la bioenergía, y a todas sus materias primas, usos finales y rutas.

#### Relación con los temas:

Este indicador se relaciona principalmente con el siguiente tema: Seguridad energética/ Infraestructura y logística para distribución y uso.

La diversificación de las fuentes energéticas y las rutas de tránsito para el suministro de energía es fundamental para la seguridad energética. La inclusión de fuentes de suministro confiables, pero flexibles, depende de una infraestructura energética general y eficiente. Por lo tanto, la información sobre infraestructura y logística del suministro y distribución de bioenergía es útil para evaluar los riesgos de seguridad energética relacionados con rutas de suministro de bioenergía, teniendo en cuenta el patrón geográfico de la oferta y la demanda. Esta información puede ofrecer datos importantes sobre el atasco y los obstáculos del desarrollo sostenible que se deben superar a los fines de asegurar el crecimiento sostenible del sector bioenergético.

#### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

Una infraestructura segura, confiable, rentable, adecuada y disponible ayudará a asegurar ofertas de energía adecuadas y seguras que facilitará el desarrollo sostenible.

Este indicador considera la capacidad de los sistemas de distribución de bioenergía. Estos datos facilitarán la gestión de riesgos relacionados con la entrega y distribución de bioenergía en un país, que podría derivar de una infraestructura inflexible. Un ejemplo de infraestructura inflexible que limita el desarrollo sería una única ruta de importación y/o distribución de bioenergía a través de puertos, tuberías, vías o canales internos.

Como se expresó anteriormente, este indicador está destinado al uso, en una evaluación del rol de la bioenergía en la seguridad energética de un país. Un país puede comenzar a estimar su seguridad energética, y el de la bioenergía mediante la evaluación de los Indicadores 22 (Diversidad energética), 23 (Infraestructura y logística para la distribución de bioenergía) y 24 (Capacidad y flexibilidad del uso de bioenergía) de GBEP. Consideraciones adicionales, tales como la estabilidad de las rutas de suministro, incluido el

equipo de transporte, mejoraría la calidad de la información brindada por este indicador. Si la capacidad bioenergética fuera distribuida equitativamente en un número elevado de rutas de suministro, tomando ventaja de una capacidad no utilizada presente en estas rutas, entonces, esto beneficiaría la seguridad energética y el desarrollo sostenible. Ya sea la expansión de la infraestructura y logística para bioenergía o la mejor utilización de infraestructura y logística existente representarían un aporte positivo con respecto a la sustentabilidad total del sector bioenergético del país.

La producción y uso de bioenergía tienen el potencial de promover el desarrollo de una red de infraestructura moderna y también fomentar la seguridad energética relacionada con las rutas de suministro de bioenergía. Estos impactos positivos en el desarrollo sostenible se pueden medir mediante la identificación de nuevas instalaciones de infraestructura atribuibles a la producción, distribución y uso de bioenergía. La producción y uso de bioenergía pueden influir en el desarrollo económico de muchas maneras y en muchos niveles económicos, y la nueva infraestructura es solo una de esas maneras. La bioenergía producida y utilizada localmente, en particular, a través del consumo propio, puede depender del sistema de infraestructura y distribución (excepto, quizás, por los sistemas de distribución para insumos). De hecho, la producción y el uso local de bioenergía pueden fomentar la producción, el uso eficiente, y el desarrollo económico específico de una región. Como tal, el significado de un valor agregado bajo para 23.3 está mejor considerado en el contexto de otros indicadores, tales como aquellos relacionados con el desarrollo social y económico, incluidos el Indicador 14 (Bioenergía utilizada para expandir el acceso a servicios modernos de energía) y el Indicador 22 (Diversidad energética).

#### Comparación con otras fuentes de energía:

Las metodologías aplicadas a la bioenergía son las mismas metodologías aplicadas a las fuentes tradicionales de energía y, por lo tanto, las comparaciones con los combustibles fósiles y fuentes de energía renovable serán directas.

#### Base Científica

#### Enfoque metodológico:

Una revisión de la adecuación y diversidad de los componentes clave de infraestructura permitirán una evaluación de las limitaciones de la infraestructura del suministro actual de energía e indicarán cómo la bioenergía podría contribuir a una oferta más segura.

Este indicador requiere la medición de un número de rutas importantes de suministro o sistemas de distribución para la bioenergía. Las rutas importantes son aquellas que están sujetas a riesgos significativos de alteración y que no pueden ser reemplazadas fácil o rápidamente, tales como las tuberías, instalaciones portuarias, etc., tomando en cuenta el volumen relativo de capacidad de cada modo.

En general, los sistemas de distribución (por ejemplo, la dependencia en el transporte terrestre) tienden a ser menos sensibles y pueden estar disponibles como sustitutos.

También es útil comparar la capacidad de estos componentes importantes de infraestructura con la capacidad real requerida, y considerar qué proporción de los recursos de bioenergía requeridos utilizan cada uno (para diagnosticar, en particular, los sistemas sensibles).

Las mediciones de las rutas de suministro de energía están entre los indicadores más utilizados para la seguridad energética (IEA, 2011). Varias formas de desglose con respecto a los combustibles y regiones son posibles. Por ejemplo, lo más conveniente puede ser considerar la biomasa sólida, los biocombustibles líquidos y los gaseosos por separado. En general, el desglose debería separar categorías que poseen perfiles de riesgo diferentes, por ejemplo, producidos en diferentes regiones y, por tanto, sujetos a diferentes riesgos climáticos y de otros tipos. Puede ser más útil, por tanto, calcular los valores nacionales para los combustibles de transporte y calefacción y energía por separado. En muchos casos, puede resultar sencillo atribuir biomasa y biocombustibles al sector en función de su estado físico y otras propiedades básicas, en base al conocimiento de procesos de conversión utilizados dentro del país o región.

### Para calcular este indicador se debe llevar a cabo lo siguiente:

- 1) Identificar los sistemas de distribución importantes para materias primas de bioenergía, combustibles, y producción eléctrica y sistemas de distribución.
- 2) Determinar los valores de capacidad para cada uno de los sistemas de distribución identificados en el Paso 1.
- 3) Si se puede determinar la cantidad de energía por sistema, entonces, la capacidad total de cada sistema se puede expresar como porcentaje del consumo total nacional de bioenergía; estos porcentajes también podrían sumarse para producir un valor agregado.

En el caso de la distribución de materias primas de bioenergía, sería útil convertir las mediciones en unidades de masa o volumen en valor de energía que entregarán en última instancia a fin de facilitar la comparación y un indicio, a través de 23.3, de la proporción de la bioenergía en un país que depende de cada sistema de distribución. Los factores de conversión necesarios dependerán de la naturaleza de las materias primas, su contenido de agua y otros factores. Es probable que los factores de conversión deban ser determinados empíricamente.

Para calefacción y energía, el transporte de materias primas a las plantas podría ser evaluado en unidades de masa o volumen, y también convertido en el valor correspondiente de capacidad de generación (en MW) o energía suministrada (en kWh), mientras que se podría utilizar la porción de capacidad de generación entregada a través de un sistema (en MW) para una transmisión eléctrica o sistema de distribución. Con respecto al transporte de materias primas se puede medir en unidades de masa o volumen y, también, convertirse al valor de energía correspondiente suministrada por el biocombustible (en MJ). La distribución de combustibles se debe medir en términos de energía suministrada (en MJ).

Además de cuantificar el modo en el que el suministro de bioenergía se difunde en los sistemas de distribución identificados como importantes, también resultarían útiles algunas evaluaciones cualitativas de la fiabilidad de estos diferentes sistemas. Además de los puertos y tuberías que se sugieren más arriba como componentes importantes de la infraestructura de distribución, se recomienda la identificación nacional de riesgos de puntos débiles en los sistemas nacionales de distribución. Este análisis debería tomar en cuenta los diferentes usos de transporte y sus características.

La evaluación de la diversidad y estabilidad de sistemas de distribución se debería ubicar en un contexto de información ofrecida por el Indicador 22 sobre la diversidad de fuentes de suministro de bioenergía y por el Indicador 24 sobre flexibilidad de infraestructura para la transición a la bioenergía y a otras fuentes de energía.

### Limitaciones anticipadas:

Las mediciones incluidas en este indicador intentan capturar el nivel de desarrollo de infraestructura para la distribución de bioenergía en algunos tipos de medición cuantitativa objetiva, que puede resultar útil informar a través de la formulación de políticas. No obstante, el análisis requerido para evaluar la contribución de la infraestructura y logística de un país o región para distribución de bioenergía a la sustentabilidad de bioenergía puede ser un tanto heurístico. El indicador cuantitativo es, por lo tanto, más valioso en el contexto de mayor información y análisis experto (peritos convocados por la autoridad local pertinente).

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

Cálculo y evaluación de elementos clave de la infraestructura de suministro en términos de número y capacidad de rutas para los sistemas de distribución esenciales, junto con la evaluación de la proporción de bioenergía relacionada con cada uno. Las formas de transporte utilizadas en cada país y el sistema de distribución general deben ser reconocidas y evaluadas. Los elementos importantes deben ser identificados caso por caso pero pueden incluir lo siguiente:

- número y capacidad de instalaciones portuarias aptas para la importación de biomasa sólida comparada con el nivel real de utilización;
- capacidad de manejo y almacenamiento comparada con el nivel real de utilización de bioenergía;
- número de instalaciones portuarias aptas para la importación de biocombustibles líquidos, comparado con el nivel real de utilización de biocombustibles;
- capacidad de manejo y almacenamiento de biocombustibles comparada con el nivel real de utilización de biocombustibles;
- capacidad y fiabilidad de instalaciones y terminales combinadas;
- número y capacidad de tuberías para la importación de bioenergía.

Esta información se puede recabar a través de entrevistas y encuestas a nivel nacional.

Si bien excede el alcance de este indicador, se podría tomar en cuenta una evaluación de cómo la infraestructura de producción de bioenergía local se concentra o, al contrario, distribuye, especialmente, considerando su importante aporte a la promoción del acceso a la bioenergía. Por lo tanto, los países pueden intentar sumar la información relevante sobre su producción/generación nacional (número de plantas, capacidad de producción y distancia del mercado, etc.).

### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

La información sobre las rutas de suministro es, en general, recabada a nivel gubernamental.

**Vacíos de información conocidos:**

Puede resultar difícil de estimar un vacío potencial de información respecto de las rutas flexibles de suministro de bioenergía (tales como transporte terrestre o marítimo) como capacidad.

**Procesos internacionales relevantes:**

- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, División de Desarrollo Sostenible: Energía;
- Comisión sobre Desarrollo Sostenible 15 (CDS-15) Energía de Desarrollo Sostenible;
- US Department of Agriculture Regional Roadmap for Meeting the Biofuels Goals of the Renewable Fuels Standard by 2022. [Hoja de ruta regional del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos para cumplir con los objetivos de combustibles del estándar de combustibles renovables en el 2022] Este Ministerio ha analizado los requisitos de infraestructura para el sector bioenergético de Estados Unidos y presentado algunos de estos análisis en este informe. El enfoque completo es útil para otros formuladores de políticas puesto que buscan desarrollar sus propios programas y análisis;
- JPOI. El párrafo 20 del JPOI “convoca a los Gobiernos, y a organizaciones regionales e internacionales relevantes y otras partes interesadas a [...] (v) fortalecer y facilitar, según corresponda, los acuerdos de cooperación regional para promover el comercio de energía transfronterizo, incluidas la interconexión de las redes de electricidad y las tuberías de gas natural” (ONU, 2002).
- CSD 9/1: “Se insta a los gobiernos, teniendo en cuenta sus circunstancias nacionales, a lo siguiente:
  - (C.1) establecer o fortalecer los acuerdos nacionales y regionales para la promoción del acceso a la energía dentro del país;

- (C.3) desarrollar e implementar las medidas y políticas nacionales, regionales e internacionales necesarias para crear un ambiente propicio para el desarrollo, la utilización y la distribución de fuentes de energía renovable”.

**Referencias:**

- Eufocus. 2009. *Energy security, infrastructure, and geopolitics*. Disponible en <http://www.eurunion.org/News/eunewsletters/EUFocus/2009/EUFocus-EnergySecur-11-09.pdf> [Consulta: noviembre 2011].
- International Energy Agency. 2011. *Technology Roadmap: Biofuels for Transport*. IEA.
- Kruyt, B., van Vuuren, D. P., de Vries, H. J. M., Groenenberg, H. 2009. *Indicators for energy security*. *Energy Policy*. Volume 37, Issue 6, June 2009, Pages 2166-2181.
- UN. 2002. *The Johannesburg Plan of Implementation*. Disponible en [http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD\\_POI\\_PD/English/WSSD\\_PlanImpl.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/WSSD_PlanImpl.pdf) [Consulta: noviembre 2011].
- UN Millennium Project. 2005. *Energy Services for the Millennium Development Goals*. Disponible en [www.unmillenniumproject.org/documents/MP\\_Energy\\_Low\\_Res.pdf](http://www.unmillenniumproject.org/documents/MP_Energy_Low_Res.pdf) [Consulta: noviembre 2011].

**Fuentes electrónicas:**

- CSD. [http://www.un.org/esa/dsd/index.shtml?utm\\_source=OldRedirect&utm\\_medium=redirect&utm\\_content=dsd&utm\\_campaign=OldRedirect](http://www.un.org/esa/dsd/index.shtml?utm_source=OldRedirect&utm_medium=redirect&utm_content=dsd&utm_campaign=OldRedirect) [Consulta: noviembre 2011].
- UN Department of Economic and Social Affairs: Division for Sustainable Development: Energy [http://www.un.org/esa/dsd/dsd\\_aofw\\_ene/ene\\_index.shtml](http://www.un.org/esa/dsd/dsd_aofw_ene/ene_index.shtml) [Consulta: noviembre 2011].
- US Department of Agriculture Regional Roadmap for Meeting the Biofuels Goals of the Renewable Fuels Standard by 2022.

## Indicador 24

### Capacidad y flexibilidad del uso de la bioenergía

#### Descripción:

(24.1) Ratio de capacidad para el uso de bioenergía en comparación con el uso real por cada ruta significativa de utilización

(24.2) Ratio de capacidad flexible que puede usar bioenergía u otras fuentes energéticas frente a capacidad total

#### Unidad(es) de medición:

Ratios

#### Relevancia

#### Aplicación del indicador:

Este indicador se aplica al uso de la bioenergía.

#### Relación con los temas:

Este indicador se relaciona principalmente con el siguiente tema: Seguridad energética/ Infraestructura y logística para distribución y uso.

La capacidad nueva o flexible en la utilización de la bioenergía contribuye a la seguridad energética en general y puede ser considerada como un objetivo para el desarrollo de la infraestructura del uso de bioenergía.

Un sistema de bioenergía flexible ayuda a reducir los riesgos y, además, disminuye los costos operativos.

Este indicador también se relaciona con los siguientes temas: Desarrollo económico, Seguridad energética/Diversificación de fuentes y suministro, y Valor y suministro de una canasta nacional de alimentos (puesto que si un país utiliza las mismas materias primas para bioenergía y producción de alimentos, la capacidad o incapacidad de un país para ajustar de manera flexible el uso de la bioenergía, por ejemplo, en respuesta a una baja cosecha, a fin de reducir la demanda de materias primas para la producción de bioenergía, afectará el precio y el suministro de los alimentos). Ofrece información útil sobre la flexibilidad de la demanda para aumentar o disminuir rápidamente el consumo de combustibles o materias primas y, por tanto, su capacidad de responder a reducciones inesperadas de bioenergía y/o materias primas debido a condiciones adversas o implicancias políticas. Por otro lado, un alto nivel de flexibilidad en el uso de la bioenergía puede traducirse en un aumento rápido de consumo de bioenergía conforme a condiciones económicas favorables.

#### Cómo ayudará el indicador a evaluar la sostenibilidad de la bioenergía a nivel nacional:

Los países que poseen una capacidad limitada o inflexible de bioenergía están en riesgo de experimentar alteraciones en el suministro.

La evaluación del índice de capacidad para la utilización de bioenergía, comparada con el uso real de cada ruta de utilización importante (24.1), permitirá un análisis cuantitativo de la capacidad de uso de varias fuentes de bioenergía relevante dentro de un país determinado.

El índice indica el nivel de capacidad de utilización de la bioenergía comparado con la utilización real de cada sector importante.

La evaluación del índice de capacidad flexible que puede utilizar la bioenergía u otras fuentes de combustible con la capacidad total (24.2) brindará información sobre la flexibilidad de sistemas de utilización para la transición a la bioenergía y a otras fuentes de combustible. Algunos ejemplos incluyen la presencia de vehículos de combustible variable en la flota de vehículos, o la capacidad de generación de energía flexible que puede utilizarse en bioenergía y otros combustibles. Por ejemplo, el reciente surgimiento y rápida dominación de los motores de vehículos de combustible variable en Brasil ha generado un incentivo para que los propietarios de autos puedan elegir el combustible más económico, y en los últimos años este ha sido el bioetanol. Comprender las limitaciones de la capacidad, y margen y flexibilidad del uso de combustible, permite una valoración de los riesgos relacionados con el uso de la bioenergía.

#### Comparación con otras fuentes de energía:

Un enfoque similar se puede utilizar para evaluar la capacidad y flexibilidad del uso de otras fuentes de energía, incluidos los combustibles fósiles.

#### Base Científica

#### Enfoque metodológico:

El enfoque sugerido consiste en llevar a cabo un análisis para cada una de las maneras significativas de utilizar la bioenergía dentro de un país.

En primer lugar, se evalúa el nivel actual real (por ejemplo, el volumen de bioetanol, actualmente utilizado en el sector de transporte, o la cantidad de biomasa sólida co-fired). Entonces, esto se puede comparar con el potencial de utilización de combustibles del país (por ejemplo, la capacidad de la flota de vehículos de utilizar bioetanol o de la capacidad de generación de energía para utilizar biomasa a través de co-firing). Como paso final de la producción se puede analizar la proporción de capacidad flexible (por ejemplo, la proporción de vehículos de combustible variable en la flota y su capacidad de utilización de combustibles, o la proporción de sistemas de generación de energía que pueden operar como combustibles flexibles).

A continuación, presentamos un ejemplo de cálculo del índice de capacidad y de flexibilidad del uso de bioenergía.

Ratio de capacidad = Uso de bioenergía / Capacidad de bioenergía

Ratio de flexibilidad = Capacidad de bioenergía flexible / Capacidad de bioenergía.

Ratio de capacidad para el país A =  $300/100 = 3$ ; Ratio de capacidad para el país B =  $120/100 = 1.2$

Ratio de flexibilidad para el país A =  $250/300 = 83\%$ ; Ratio de flexibilidad para el país B =  $40/120 = 33\%$ ;

El país A posee una capacidad lo suficientemente excedente para absorber la bioenergía utilizada; entonces, la utilización de bioenergía no está en riesgo. La mayor parte de la capacidad es flexible, entonces, las alteraciones en el suministro no comprometerían la seguridad energética. El país B posee menos capacidad excedente y una baja proporción de la capacidad flexible; entonces, se espera que sea más sensible a las alteraciones en el uso de la capacidad del suministro de bioenergía.

Considerando el sector del transporte en los países A y B:

	PAÍS A		PAÍS B	
Uso anual de bioenergía para transporte MTOE/año	100		100	
Capacidad de bioenergía para transporte MTOE/año	300		120	
Capacidad flexible de transporte MTOE/año	250		40	

Con respecto a los biocombustibles líquidos que tienen el potencial de sustituir a los combustibles fósiles utilizados actualmente para el transporte, la evaluación se puede acompañar tanto de la tecnología en la demanda (aparatos, motores de combustible variable, etc.) y la producción de biocombustibles tales como los biocombustibles de Biomasa en base a Líquidos que pueden ser directamente incluidos en la infraestructura existente.

Las mezclas de etanol y gasolina arriba de cierto porcentaje pueden plantear problemas para los motores de gasolina y, de igual manera, para otras combinaciones de biocombustible, pero se puede utilizar etanol puro o "hídricos" en motores de diseño especial.

Las garantías/lineamientos del fabricante de motores/equipos o cualquier legislación aplicable serán consideradas para determinar la capacidad de uso de bioenergía. Los requerimientos difieren para niveles de uso de biocombustibles en aumento.

A bajos niveles, la flota de vehículos puede absorber los biocombustibles sin problemas, pero a cierto punto la capacidad de absorción de altos niveles se restringen (a veces, denominados "blending wall") y utilizar altos niveles de biocombustibles requiere algunos cambios en la flota, tales como la adopción masiva de vehículos de combustible variable.

A largo plazo, el desarrollo de combustibles que se pueden mezclar en alguna proporción con gasolina o diesel debería superar esos problemas. Se debería realizar el análisis expresado anteriormente en función de las maneras clave en las que la bioenergía se puede utilizar en un país, incluyendo varios combustibles sólidos, líquidos o gaseosos considerados importantes.

No obstante, el alcance de este indicador no se limita al uso de bioenergía en el sector de transporte, se pueden aplicar consideraciones similares a la co-combustión y co-firing de bioenergía (con carbón o gas) en la industria y plantas de generación, por ejemplo, evaluando la capacidad de co-firing en un rango de plantas adecuadas de combustible fósil.

En casos relevantes, los usuarios de este indicador podrían considerar la flexibilidad agregada de las plantas de procesamiento de bioenergía local para la transición a, o la utilización simultánea de, varias materias primas.

#### Limitaciones anticipadas:

Puede resultar complicado identificar todas las rutas de utilización de bioenergía relevantes y poner un valor a la capacidad de utilización de bioenergía de los sistemas tradicionales tales como plantas de co-firing de biomasa.

### Sentido práctico

#### Requerimiento de datos:

- capacidad para las rutas de utilización de bioenergía más importantes (por ejemplo, capacidad de generación de energía, vehículos compatibles con bioenergía);
- proporción de la capacidad que es flexible con respecto a combustibles o materias primas.

Esta información se puede recabar a través de entrevistas y encuestas a nivel nacional.

#### Fuentes de información (nacionales e internacionales):

Muchas asociaciones de fabricantes de automóviles, institutos de investigación, iniciativas y fundaciones recaban habitualmente información sobre vehículos de combustibles variables y su mercado. Algunos ejemplos son los siguientes:

- BioAlcohol Fuel Foundation
- BEST project en Europa
- Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea) en Brasil
- United States Department of Energy National Renewable Energy Laboratory (US DOE NREL)

#### Vacíos de información conocidos:

Existe una falta de información respecto de la capacidad y flexibilidad en la utilización de bioenergía en otros sectores que no pertenecen al transporte, tales como la industria de equipos y aparatos de co-combustión y co-firing.

#### Procesos internacionales relevantes<sup>93</sup>:

- Agencia Internacional de Energía.
- Convención sobre el Cambio Climático de la ONU (UNFCCC) Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL)
  - proyectos de mejora de eficiencia energética del MDL: la metodología considera "mejora" la instalación de una tecnología que pueda ser instalada en nuevas instalaciones generando un uso flexible de la energía.
  - El MDL para la reducción de emisiones a través de una sustitución parcial de combustibles fósiles por combustibles alternativos o con menor concentración de carbón en la fabricación de cemento o cal viva (cuando la sustitución se hace a través de co-firing).

## Referencias:

- IEA. 2004. *Biofuels for Transport: An International Perspective*.
- IEA. 2008. *From 1st- to 2nd-Generation Biofuel Technologies, An Overview of Current Industry and RD&D Activities. Full Report*.
- IEA. 2011. *Technology Roadmap – Biofuels for Transport*.

## Fuentes electrónicas:

- Anfavea. <http://www.anfavea.com.br/index.html> [Consulta: noviembre 2011].
- BEST project. <http://www.baff.info/english/rapporteur/BEST%20-%20BioEthanol%20for%20Sustainable%20Transport.pdf> [Consulta: noviembre 2011].
- BAFF. <http://www.baff.info/english/index.cfm>. [Consulta: noviembre 2011].
- IEA. <http://iea.org/> [Consulta: noviembre 2011].
- UNFCCC. <http://unfccc.int/2860.php> [Consulta: noviembre 2011].

# GLOSARIO

## AGRICULTURA

A menos que se indique lo contrario en este informe, el término agricultura se utiliza de acuerdo con la siguiente definición dada por la FAOSTAT (Dirección de Estadística de la FAO), a saber: la agricultura corresponde a las divisiones 1-5 de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU, revisión 3) e incluye a la silvicultura, la caza y la pesca, así como también el cultivo y la ganadería. (Nótese que esta definición corresponde a las divisiones 1-3 de la revisión 4 de la CIIU, publicada en el mes de agosto del año 2008).

## ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Análisis de etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema producto, desde la producción y/o extracción de materias primas hasta el producto final.

## BIOCOMBUSTIBLE

Combustible derivado de biomasa. El término abarca una amplia gama de combustibles, incluidos los siguientes:

- biocombustibles líquidos: combustibles y bioaditivos tales como el bioetanol, biodiesel, biobutanol, biometanol, bioETBE (2-etoxi-2-metilpropano), bioMTBE (t-butil-metil-éter), biogasolina, y aceites combustibles producidos por las plantas;
- biocombustibles gaseosos: tales como biogás, en particular, metano y dióxido de carbono producidos a través del proceso de digestión anaerobia de biomasa;
- biocombustibles sólidos: tales como pellets, virutas y carbón vegetal, y briquetas de carbón vegetal.

## BIOENERGÍA

Energía producida por biomasa.

La Bioenergía moderna se utiliza para describir la energía, por ejemplo, cuando necesitamos cuantificarla o usar el término en un sentido abstracto, que suministra servicios modernos de bioenergía.

## BIOMASA

Material de origen biológico, excluyendo el material incrustado en formaciones geológicas y/o transformado en fósil.

## CICLO DE VIDA (VÉASE FIGURA 1)

Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema producto, desde la adquisición de la materia prima o generación a partir de recursos naturales hasta el producto final.

## COCINA MEJORADA

Las cocinas mejoradas comprenden cocinas cerradas, con chimeneas, así como también cocinas abiertas o fuegos con chimeneas o extractores, pero no incluyen cocinas abiertas o fuegos que no poseen chimeneas o extractores. Este tipo de cocinas, generalmente, cuentan con una eficiencia energética mayor a 20-30% y sus gases de combustión son liberados en zonas alejadas de sus usuarios.

En general, esto se logra mediante la combinación de todos, o algunos, de los siguientes elementos:

- Puerta corrediza de cámara de combustión
- Válvula
- Chimenea
- Baffles
- Reguladores
- Reguladores de chimenea para controlar el suministro de aire
- Cuello chimenea - tope de metal conectado a la chimenea
- Uso de combustibles limpios (en general, combustible gaseoso o líquido)

## COMBUSTIBLE

Vector energético utilizado para la conversión de energía.

## CONVERSIÓN

Transformación de una forma de energía en otra.

Nótese que si bien los términos conversión y procesamiento de biomasa en biocombustibles o electricidad se utilizan como sinónimos, para su mejor comprensión en este informe, el término procesamiento se utiliza para describir la transformación (incluida la preparación) de materias primas en productos finales de bioenergía. El término conversión se reserva para describir

la conversión de una forma de energía a otra: nótese que esta conversión puede ocurrir durante el procesamiento de materias primas en productos finales de bioenergía o durante el uso de este producto final, mientras que el procesamiento se define como parte de la etapa de producción de bioenergía.

### **COPRODUCTO**

Cualquiera de dos o más productos provenientes del mismo sistema unitario o sistema producto.

### **DESECHO**

Toda sustancia y/o objeto que no tiene valor económico en el mercado accesible para su poseedor, que se descarta, se quiere descartar o que se requiere su eliminación.

### **DISTRIBUCIÓN**

El transporte de productos finales desde la última etapa de su producción hasta los consumidores.

### **ENERGÍA ÚTIL**

La porción de energía final que está realmente disponible luego de la conversión final para el consumo. En la conversión final, la electricidad se transforma, por ejemplo, en alumbrado, energía mecánica o calefacción.

### **EVALUACIÓN DE CICLO DE VIDA**

Compilación y evaluación de las entradas, salidas y los posibles impactos ambientales de un sistema producto durante su ciclo de vida.

### **MATERIA PRIMA**

Material no procesado que constituye el insumo principal para la producción bioenergética.

### **PROCESAMIENTO**

La transformación (incluida la preparación, o pretratamiento) de materias primas en un producto final de bioenergía: combustible o electricidad.

### **PROCESO CON MÚLTIPLES PARTES INTERESADAS DEL SECTOR**

Un proceso destinado a invitar a las partes interesadas, pertinentes y relevantes, a que participen de un diálogo equitativo para todas ellas, incluidos los representantes del gobierno, la sociedad, entidades del sector privado, organizaciones internacionales, y representantes de grupos importantes (como se define en la Agenda 21). El proceso debe permitir a los participantes que lleven a ese diálogo todas sus perspectivas, considerando aspectos relevantes a nivel local así como también sus propios sistemas de valor. Los procesos con múltiples partes interesadas se basan en principios democráticos de transparencia, igualdad y participación. La naturaleza de cada uno de dichos procesos dependerá de los temas, objetivos, participantes, alcance, y plazos, como ha sido definido por el Foro Marco de la UNED para Procesos con Múltiples Partes Interesadas.

### **PRODUCTO INTERMEDIO**

Producto de un proceso unitario que representa la entrada a otros procesos unitarios que requieren una mayor transformación dentro del sistema.

### **RESIDUO**

Sustancia o material que no se produce deliberadamente en un proceso de producción y que no implica un coproducto ni un desecho; incluye residuos provenientes de la agricultura, acuicultura, pesca y silvicultura, y residuos de procesamiento.

**NOTA 1:** Los residuos derivados de la agricultura, acuicultura, pesca y silvicultura se producen directamente en dichas actividades; no incluyen residuos de industrias o procesamientos relacionados.

**NOTA 2:** Los residuos de procesamiento son sustancias que no implican el producto final resultado de un proceso de producción. No representa un objetivo principal del proceso de producción, y el proceso no ha sido modificado deliberadamente de una manera que comprometa la cantidad o calidad de cualquier coproducto para producirlo.

### **SERVICIOS MODERNOS DE ENERGÍA**

- electricidad para alumbrado, comunicaciones, salud, educación y otros usos;
- combustibles o tecnologías modernas para cocinar, calefaccionar o refrigerar;
- potencia mecánica para uso productivo (por ejemplo, riego, procesamiento agrícola) suministrada a través de electricidad o combustibles modernos, o directamente a través de fuentes renovables tales como la hidrofuerza;
- transporte, suministrado a través de la electricidad o combustibles modernos.

La definición de GBEP de los servicios modernos de energía se basa en dos criterios: eficiencia energética y seguridad para la salud. Cuando los servicios modernos de energía se basan en la combustión de combustibles, los combustibles (ya sea sólidos, líquidos o gaseosos) deben ser quemados en cámaras de combustión eficientes y seguras, cocinas mejoradas, o células de combustible. En este contexto, eficiencia implica la salida de energía como un porcentaje del valor calorífico del combustible. La seguridad se refiere a la ausencia de contaminantes del aire interiores y una baja cantidad de contaminantes liberados al exterior por el sistema energético. Los servicios modernos de energía también se pueden definir por lo que no son. No incluyen: uso de kerosene u otros combustibles para alumbrado; combustión de combustibles en cocinas abiertas o fuego, sin chimeneas o extractores (o cualquier otro sistema de energía que libere gases de combustión al interior o altas concentraciones de contaminantes al aire); o energía humana o de tracción animal. Los Servicios modernos de bioenergía se definen como servicios modernos de energía para los cuales la biomasa es su fuente principal de energía. Los servicios modernos de bioenergía incluyen la electricidad que llega al usuario final a través de una red eléctrica proveniente de plantas generadoras de energía a través de biomasa; calefacción distrital; refrigeración distrital; cocinas mejoradas (que incluyen las estufas utilizadas para calefacción) en los hogares y en las empresas; sistemas de generación independientes o conectados a la red eléctrica para hogares y empresas; sistemas de calefacción a biomasa domésticos o industriales; sistemas de refrigeración a biomasa domésticos o industriales, maquinaria a base de biomasa para actividades y negocios agrícolas; tractores y otros vehículos, y moladoras y fresadoras que se cargan con biocombustibles. Los servicios modernos de bioenergía no incluyen biomasa utilizada para cocinar o calefaccionar en cocinas abiertas o fuegos que no cuentan con chimeneas o extractores, o cualquier otro sistema de energía que libere gases de combustión en el interior o altas concentraciones de contaminantes al aire de las materias primas o biocombustibles empleados.

### SUMINISTRO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA

El suministro total de energía primaria (STEP) está compuesto por la producción + importaciones – exportaciones – combustibles marinos internacionales – combustibles internacionales de aviación ± variaciones de existencias. Para el total a nivel mundial, los combustibles marinos internacionales y combustibles internacionales de aviación no se sustraen del STEP.

### TRANSMISIÓN

Transporte de electricidad desde las plantas de generación hasta las subestaciones cercanas a los usuarios. Nótese en este informe que el término “distribución” se utiliza, con respecto a la electricidad, para incluir tanto lo que comúnmente se refiere como transmisión de electricidad y lo que generalmente se refiere como su distribución desde las subestaciones hasta los usuarios finales.

### TRANSPORTE

Término general que abarca todas las etapas en las que se transportan materias primas, productos intermedios y productos finales (combustibles o electricidad) de un sitio a otro, incluidas la distribución de combustibles, y la transmisión y distribución de electricidad. Figura 1: Ciclo de vida de Bioenergía

