

Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en asociación con Europa

Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en asociación con Europa

Elizabeth Hodson de Jaramillo
EDITORA



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

Reservados todos los derechos
© Pontificia Universidad Javeriana

© Eduardo J. Trigo

Guy Henry

Johan Sanders

Ulrich Schurr

Ivan Ingelbrecht

Clara Revel

Carlos Santana

Pedro Rocha

Elizabeth Hodson de Jaramillo

Paul Chavarriaga-Aguirre

Guillermo Alfonso Valbuena

Carolina González

Luis Herrera-Estrella

Andrea Farías

Ana Clara Pisón

María Alejandra Bentancur

Primera edición: noviembre del 2014
Bogotá, D. C.

ISBN: 978-958-716-742-9

Número de ejemplares: 500

Impreso y hecho en Colombia

Printed and made in Colombia

Editorial Pontificia Universidad Javeriana

Carrera 7 núm. 37-25, oficina 1301

Edificio Lutaima

Teléfono: 3208320 ext. 4752

www.javeriana.edu.co/editorial

Bogotá, D. C.

Traducción

Alejandra Ojeda

Corrección de estilo

Maria del Pilar Hernández

Diseño y diagramación

Claudia Patricia Rodríguez Ávila

Imagen de cubierta

Claudia Patricia Rodríguez Ávila

Impresión

Javegraf

Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en asociación con Europa=Towards a Latin America and Caribbean knowledge based bio-economy in partnership with Europe / editora Elizabeth Hodson de Jaramillo. -- 1a ed. -- Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2014.

149 p.: ilustraciones, tablas; 24 cm.

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN: 978-958-716-742-9

1. ECONOMÍA AMBIENTAL. 2. RECURSOS NATURALES – AMÉRICA LATINA. 3. RECURSOS NATURALES – REGIÓN CARIBE. 4. DIVERSIDAD BIOLÓGICA. 5. RESPONSABILIDAD SOCIAL. I. Hodson de Jaramillo, Elizabeth, Ed. II. Pontificia Universidad Javeriana.

CDD 333.7 ed. 21

Catalogación en la publicación - Pontificia Universidad Javeriana. Biblioteca Alfonso Borrero Cabal, S. J.

dff.

Noviembre 10 / 2014

Prohibida la reproducción total o parcial de este material, sin autorización por escrito de la Pontificia Universidad Javeriana.

Contenido

Presentación	11
Prólogo	13
Hacia un desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe	17
Introducción: el concepto de bioeconomía	17
Ventajas comparativas y experiencias pertinentes para la construcción de una bioeconomía en ALC	21
Seguridad alimentaria y oportunidades de desarrollo local	25
Vías alternas para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe	28
Promover la transición a un modelo de bioeconomía	34
Ciencia e innovación	36
Recursos humanos y participación social	38
Apoyar el desarrollo de nuevos mercados	39
Observaciones finales	41
Referencias	43
 Recursos naturales en América Latina y el Caribe: una perspectiva en bioeconomía	 47
Introducción	47
Importancia de los recursos naturales en ALC	49
Enfoque y métodos	54
Análisis y resultados	56
Principales conclusiones y recomendaciones de políticas	62
Referencias	64

Marco político e institucionalidad para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina	67
Introducción	67
Políticas e instituciones para el desarrollo de productos y procesos de la biotecnología	67
Políticas e institucionalidad en biodiversidad	72
Instituciones y políticas en bioenergía	75
Consideraciones finales	77
Agradecimientos	79
Referencias	80
 Impactos socioeconómicos y ambientales de la bioeconomía en América Latina y el Caribe	 83
Introducción	83
Impacto socioeconómico	84
Impacto ambiental	88
Consideraciones finales	89
Referencias	91
 Estado actual y potencial de la bioeconomía basada en el conocimiento en relación con la investigación y la innovación en ALC	 93
Introducción	93
Historia e importancia actual de la bioeconomía (BE) en relación con la I+D en ALC	93
<i>Inversiones en investigación agrícola</i>	96
<i>Innovación y financiación de la investigación agrícola</i>	98
Alcance, enfoque y métodos	100
<i>Biocombustibles</i>	100
<i>Biotecnología</i>	101
<i>Biodiversidad</i>	104
<i>Ecointensificación</i>	107
Análisis y resultados	111
Conclusiones y cuestiones políticas emergentes	114
Referencias	116

Experiencias exitosas en bioeconomía en América Latina y el Caribe	119
Introducción	119
Los recursos de la biodiversidad	120
<i>INBio</i>	120
<i>Ecoflora</i>	121
<i>Programa Agave cocui: RSIP</i>	122
<i>Proyectos productivos en comunidades indígenas para la conservación in situ y aprovechamiento de la agrobiodiversidad</i>	123
La ecointensificación de la agricultura	123
<i>Agricultura de labranza mínima o siembra directa en Argentina y Brasil</i>	124
<i>Biofertilizantes para sistemas silvopastoriles de la Región Caribe colombiana</i>	126
<i>Sistema silvopastoril intensivo de Pedasí</i>	126
<i>Producción mejorada de papa orgánica en la región andina del Perú</i>	127
<i>Cultivos asociados: maíz junto a la guama</i>	128
Aplicaciones de la biotecnología	128
<i>Organismos Genéticamente Modificados en el agro latinoamericano</i>	129
<i>Red de Innovación en Biotecnología para las Américas (Bionna)</i>	130
<i>Proyecto Genoma-CYTED</i>	130
<i>Mejoramiento de la soja ante estrés biótico y estrés abiótico</i>	131
<i>Bioceres: innovación en bionegocios</i>	131
<i>Corporación CorpoGen</i>	132
Biorrefinerías y bioproductos	132
<i>Biorrefinerías sociales-rurales</i>	133
<i>Babethanol</i>	134
<i>Producción de aceite de piñón para el Plan Piloto de generación eléctrica en Galápagos</i>	134
<i>Biodiésel de palma de aceite</i>	135
<i>Construcción de pequeñas cocinas a biogás producido en biodigestores</i>	136
<i>Exploración microbiana y desarrollo de bioinsumos en comunidades campesinas bolivianas</i>	136

<i>Semilla de trigo Yampara: disminución de la dependencia alimentaria de Bolivia</i>	137
<i>Cacaos finos del Ecuador</i>	138
A modo de cierre	138
Referencias	139
 Bioeconomías en ALC: diferentes vías, resultados preliminares y buenas prácticas	 141
Diferentes condiciones, vías para la bioeconomía y resultados preliminares	141
Lecciones aprendidas	143
Hacia las mejores prácticas para el mejoramiento de políticas en bioeconomía	145
Algunos comentarios finales sobre el futuro	146
Referencias	149

Presentación

Los requerimientos para atender los diversos desafíos que enfrenta la humanidad en la actualidad han promovido el interés de desarrollos tecnológicos para el uso sostenible de los recursos naturales como medio para reducir los impactos ambientales y paralelamente favorecer el bienestar social y la equidad. Uno de los enfoques en los que se está trabajando es el de la “bioeconomía basada en el conocimiento” (KBBE por sus siglas en inglés), el cual busca mejorar la eficiencia de los procesos, favorecer la sostenibilidad ambiental, social y económica, fomentar la sustitución de combustibles fósiles y materiales basados en petróleo y el establecimiento de sistemas de ciclos cerrados con reciclaje. De esta manera se hace posible el aprovechamiento de los residuos en otros procesos.

La bioeconomía se ha fundamentado en paradigmas de producción que se basan en procesos biológicos y utilizan materiales naturales, un mínimo de energía no renovable y no producen residuos, puesto que todos los materiales descartados por un proceso sirven como insumo para otro. La bioeconomía contribuye a transformar el conocimiento de las ciencias biológicas en productos nuevos, sostenibles, ecoeficientes y competitivos que permitan mejorar la calidad de vida de la creciente población mundial. Las actividades de I&D que incorporen un enfoque innovador ofrecerán soluciones para la generación de procesos y productos y establecer los correctivos en procesos de contaminación, entre otros. Con el fin de diseñar procesos más eficientes “más con menos”, se debe trabajar en el desarrollo de sistemas de uso integral y completo de la biomasa como es el caso de las biorefinerías y definir cadenas de biomasa, que incluyan el uso de residuos y subproductos de los sectores rural e industrial. Adicional a la búsqueda de materiales alternativos como materia prima, el estudio y aplicación de microorganismos y enzimas así como la mejora de bioprocesos, serán abordajes que constituyen una interesante plataforma para un mejor uso de la biodiversidad y un importante aporte para la sostenibilidad social y ambiental, haciendo uso de las cambiantes herramientas biotecnológicas.

Esta publicación reúne parte de los trabajos desarrollados en el Proyecto FP7, ALCUE-KBBE, “Hacia un bioeconomía basada en el conocimiento en América Latina en asocio con Europa” el cual fue cofinanciado por el Séptimo Programa Marco de la Comisión Europea y en el cual la

Pontificia Universidad Javeriana, Sede Bogotá, fue uno de los socios estratégicos. Esta obra forma parte de la colección “Prometeo: tecnología y creatividad para la sostenibilidad” como otro aporte de la Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana a la comunidad internacional, en su interés por la promoción del desarrollo de innovaciones tecnológicas para atender los desafíos que enfrenta la humanidad.

Ingrid Schuler, PhD

Coordinadora del Programa de Investigación en Biotecnología

Facultad de Ciencias

Prólogo

Con su enorme riqueza en biodiversidad la región de América Latina y el Caribe (ALC) se encuentra particularmente bien ubicada para contribuir y beneficiarse de la bioeconomía que está emergiendo. Además, ya se encuentra aprovechando las oportunidades que ofrece la bioeconomía. Está entre los líderes globales que acceden a los beneficios de las nuevas biotecnologías. Tres de los países de la región se ubican entre los primeros cinco que utilizan cultivos genéticamente modificados (GM) y varios más se incluyen entre los 15 principales en términos de estas tecnologías. Así mismo, la región genera prácticas agrícolas ecoeficientes como la agricultura de precisión, la de no labranza, el manejo integrado de plagas y de nutrientes y enfoques de agricultura orgánica. Por otra parte, ALC es líder en la producción de bioenergía y presenta varios de los esfuerzos iniciales y mejor conocidos en actividades para institucionalizar la valorización de la biodiversidad. Sin embargo, a pesar de la importancia de estas actividades, en la región no se cuenta con una visión concreta sobre la bioeconomía ni tampoco sobre los beneficios que podrían derivarse de estas experiencias exitosas. La construcción de esta visión y, más allá, de un mapa de ruta y un plan de acción con el fin de llenar los vacíos y aprovechar las ventajas de las fortalezas de la región constituyen el reto futuro.

Con el fin de avanzar a este siguiente nivel, se han dado importantes pasos. En el campo científico, se organizaron entre el 2007 y el 2008 una serie de eventos dirigidos específicamente a la discusión y análisis de oportunidades para la bioeconomía en la región ALC, en los que participaron expertos de ALC y la UE, entre otros. Estos eventos contribuyeron a poner en contacto tanto a los investigadores como a quienes definen políticas, con el potencial y los requerimientos para el desarrollo de la bioeconomía. Igualmente, suministraron las bases para la implementación de un proyecto FP7, el ALCUE-KBBE,¹ a partir de junio de 2011, enfocado a la construcción de una plataforma birregional de cooperación para contribuir a la introducción, validación e implementación de la bioeconomía en ALC mediante la participación de actores, involucrados, interesados y expertos clave de las regiones de ALC y la UE.

1 Para información más detallada de este proyecto y sus resultados véase www.bioeconomy-alcue.org

Los contenidos del libro que tienen ante ustedes son parte de los productos de este proyecto birregional. Los capítulos se basan principalmente en los documentos de trabajo producidos durante la primera fase del proyecto. De esta manera, el primer capítulo “Hacia un desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe” presenta un panorama general de la bioeconomía en relación con la región ALC. El segundo analiza los recursos naturales en América Latina y el Caribe. El tercero considera los marcos político e institucional para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina. El cuarto ofrece una perspectiva sobre los impactos socioeconómicos y ambientales de la bioeconomía en ALC. El quinto evalúa el estado actual y el potencial de las capacidades técnicas y de innovación relacionadas con la bioeconomía en ALC. El sexto presenta una relación de interesantes experiencias exitosas en la región y el capítulo final busca evaluar el desarrollo inicial en bioeconomía, planteando lecciones aprendidas y buenas prácticas.

En el aspecto político, el concepto de bioeconomía en ALC ha encontrado reconocimiento creciente y apoyo activo desde la Cumbre birregional en Cooperación en Ciencia y Tecnología de ALCUE (Madrid, mayo de 2010) y las subsecuentes reuniones de altos funcionarios (Senior Officials Meetings –SOM–) en el 2011, el 2012 y el 2013, que han dado como resultado la adopción de la bioeconomía como una de las cinco Iniciativas Conjuntas para Investigación e Innovación (Joint Initiatives for Research & Innovation –JIRI–), en las que se implementa la cooperación regional en C&T. Con el fin de apoyar la iniciativa estratégica SOM, un consorcio birregional coordinado por el Ministerio Argentino de Ciencia y Tecnología se encuentra participando en una nueva Red Internacional de Cooperación (INCO-NET) denominada ALCUE-NET.² El proyecto de cuatro años comenzó a finales de 2012 y busca orientar la cooperación birregional en C&T para contribuir a mitigar los impactos ocasionados por el cambio climático, la seguridad y la inocuidad alimentarias y los impactos ambientales por medio de cinco series de actividades piloto de JIRI, una de las cuales incluye la bioeconomía. Dentro de sus temas prioritarios se encuentran 1) organizar con ERA-NET ALC, una convocatoria para proyectos conjuntos en tópicos específicos de investigación dirigidos a producción y conversión de biomasa; 2) construir un observatorio de bioeconomía en ALC, estrechamente ligado a actividades similares en la UE y 3) fortalecer el desarrollo de capacidades con cursos o módulos de entrenamiento especializado y diseñar una maestría birregional en bioeconomía.

Los editores agradecen a la Comisión Europea por el financiamiento del proyecto ALCUE-KBBE (contrato nro. 264266) bajo el auspicio del Programa FP7. También agradecen a los autores que participaron y a los socios del proyecto por su tiempo y dedicación. Finalmente, presen-

2 Para mayor información véase www.alcuenet.eu

tamos nuestros agradecimientos y aprecio a la Pontificia Universidad Javeriana, específicamente a la Facultad de Ciencias y a la Editorial por su invaluable apoyo para la publicación de este libro.

Elizabeth Hodson de J.

Profesora emérita
Pontificia Universidad Javeriana
Colombia

Guy Henry

EU Project Coordinator
CIRAD, UMR MOISA
France/Colombia

Eduardo Trigo

Director
Grupo CEO
Argentina

Hacia un desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe

Eduardo J. Trigo,¹ Guy Henry,² Johan Sanders,³ Ulrich Schurr,⁴
Ivan Ingelbrecht,⁵ Clara Revel,⁶ Carlos Santana⁷ y Pedro Rocha⁸

Introducción: el concepto de bioeconomía

La bioeconomía representa la visión de una sociedad futura mucho menos dependiente de los recursos fósiles para suplir su demanda de energía y materias primas, en la que la biomasa producida de forma sostenible desempeña un papel fundamental para la producción de alimentos y de productos de salud e industriales, fibras y energía. Es una respuesta a por lo menos cuatro grandes desafíos globales emergentes y convergentes: 1) el hecho de que en los próximos 20 a 30 años la población mundial crecerá a nueve mil millones de personas y, en consecuencia, se tendrá que satisfacer una demanda mundial de alimentos por lo menos 50 a 70 % más alta que la actual; 2) existe evidencia creciente de una disminución significativa de los recursos naturales y, en algunos

- 1 Director, Grupo CEO (Consultores en Economía y Organización) S. A., Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: ejtrigo@gmail.com
- 2 International Agricultural Economist, CIRAD. Coordinator ALCUE-KBBE Project. Correos electrónicos: guy.henry@cirad.fr y g.henry@cgiar.org
- 3 Ph.D. in Molecular Biology, Professor at Wageningen University, Agrotechnology & Food Sciences, subdivision Biobased Commodity Chemicals. Correo electrónico: johan.sanders@wur.nl
- 4 Ph.D. in Biology, Professor of Plant Sciences, Forschungszentrum Jülich. Correo electrónico: u.schurr@fz-juelich.de
- 5 Ph.D. in Plant Molecular Biology Program Manager, International Industrial Biotechnology Network-UN Industrial Development Organization/University Gent. Correo electrónico: ivan.ingelbrecht@ugent.be
- 6 M.Sc. in Agronomy Specialized in Innovation Management, Former European Project Manager on ALCUE-KBBE Project, CIRAD. Correo electrónico: clara.revel@gmail.com
- 7 Ph.D. in Agricultural and Applied Economics, Researcher at EMBRAPA Studies and Training. Correo electrónico: carlos.santana@embrapa.br
- 8 Coordinador del Área de Biotecnología y Bioseguridad, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Correo electrónico: Pedro.Rocha@iica.int

casos, de su agotamiento; 3) a pesar de que no podemos hablar de “el fin del petróleo”, toda la evidencia disponible apunta a que el petróleo o la energía barata (como el gas natural) son cosas del pasado, lo que implica riesgos incalculables para el medio ambiente y 4) se están empezando a evidenciar impactos del cambio climático a diferentes niveles en todo el mundo y estos son considerados como los principales obstáculos del futuro.

Todas estas tendencias están mostrando que “lo de siempre” ya no es una opción y que deberán hacerse ajustes importantes en los comportamientos sociales y económicos. Se necesitan enfoques novedosos para tener la oportunidad de abordar seriamente los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de erradicar el hambre y la pobreza (ODM 1) y asegurar la sostenibilidad del medio ambiente (ODM 7). Los problemas son globales y, ciertamente, no nuevos. Han estado allí por un extenso periodo. Lo que es nuevo a la fecha es la unión de un mejor entendimiento de los problemas que hay que afrontar con la madurez de los procesos políticos nacionales e internacionales, como los de las Conferencias de las Naciones Unidas sobre el desarrollo sostenible (UNSDC) y el Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC), entre otros, que proporcionan la base para un compromiso político mínimo, puesto que las acciones, dado el carácter mundial del reto, necesariamente también deben ser globales. Al mismo tiempo, existe una base científica y tecnológica que ofrece esperanzas y posibilidades concretas de un cambio efectivo en el curso de acción.

En este contexto, la bioeconomía es vista cada vez más como una oportunidad –aunque desafiante– para abordar coherentemente la compleja situación y crear nuevas fuentes de crecimiento económico y social equitativo. Su esencia se ha sintetizado con diferencias sutiles como “la aplicación del conocimiento a las ciencias biológicas para la obtención de productos sostenibles, respetuosos del medio ambiente y competitivos” (CE 2005), así como “el conjunto de las operaciones económicas en una sociedad que utiliza el valor latente de productos y procesos biológicos para captar nuevos beneficios para el crecimiento y el bienestar de los ciudadanos y las naciones” (OCDE 2006), y más recientemente abarca “[...] la producción de recursos biológicos renovables y la conversión de estos recursos y flujos de residuos en productos con valor agregado, como alimentos, productos biológicos y bioenergía. [...]” (CE 2012).⁹ Independiente del énfasis –el uso de la biomasa o el papel de la nueva biología–, el hilo común en todos estos conceptos es el uso más eficiente de los recursos naturales y el aumento del conocimiento de los procesos de producción para mejorar la captura de la energía solar y transformarla en otras fuentes de energía y productos.

9 En esta misma línea el Consejo de Bioeconomía Alemán (2010) considera que la bioeconomía “[...] abarca todos los sectores y servicios relacionados que produzcan, procesen o utilicen los recursos biológicos en cualquier forma”.

Los sectores y las industrias asociadas a la bioeconomía son portadores de un “[...] fuerte potencial de innovación debido al uso que hacen de una amplia gama de las ciencias, de las tecnologías facilitadoras e industriales y del conocimiento local y tácito [...]” (CE 2012). Por consiguiente, muestran un potencial importante como fuentes de cadenas de valor completas, con un impacto ambiental reducido y promesas de puestos de trabajo de alta y baja calificación, que ayudan a reducir la pobreza y a continuar mejorando la calidad de vida de la creciente población mundial. En este sentido la bioeconomía también es un concepto estrechamente asociado al de “economía verde” (GE) que ha sido presentado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en un esfuerzo por impulsar la consecución de los ODM y por construir una sociedad global que satisfaga equitativamente las necesidades y aspiraciones de la generación presente sin sacrificar los derechos y las oportunidades de las generaciones futuras (PNUMA 2011).

Visto en este contexto, la bioeconomía es ese segmento (de la economía) construida sobre la base de la mejora de los usos de la biomasa y de las oportunidades que surgen de la nueva biología y las ciencias asociadas. Ciclos anteriores de la organización y el crecimiento económico moderno dependían de la explotación de las fuentes no renovables para la producción de energía y de los bloques de construcción químicos resultantes de procesos basados en la fotosíntesis, que tuvo lugar hace millones de años. Las cadenas de valor de la bioeconomía de hoy en día están evolucionando hacia procesos renovables que podrían llamarse fotosíntesis en “tiempo real”. Este proceso ya está en marcha y sus impactos ya se están viendo reflejados en una amplia gama de sectores, que van desde la alimentación y la salud hasta el transporte, la construcción e incluso la recreación. El mayor impacto se ha dado, hasta ahora, en la industria farmacéutica, en la que ya se usa ampliamente (y es aceptada) la biotecnología moderna, tanto en el diagnóstico como en las aplicaciones terapéuticas que generan un mercado que abarca decenas de miles de millones de dólares al año (OCDE 2010). Desde que alcanzó estatus comercial hace 15 años, la biotecnología vegetal se ha convertido en una de las tecnologías adoptadas más rápidamente en la historia agraria y ha alcanzado para 2012 más de 170 millones de hectáreas de cultivos transgénicos plantados cada año en más de 25 países (James 2012). A pesar de la controversia y el debate político, la biotecnología agrícola está evolucionando de manera sostenida para convertirse en el estándar de la industria agrícola en lugar de la excepción. Además de los enfoques transgénicos, la biotecnología vegetal se ha ganado hoy en día una amplia aplicación en enfoques no OGM para acelerar la cría de manera significativa, y sobre todo, para ofrecer nuevas y mejoradas herramientas de diagnóstico para la detección de plagas y patógenos de las plantas, y en el cultivo de tejidos vegetales para la propagación masiva o para la producción de materiales de siembra libres de enfermedades. En el futuro, se requerirán cada vez caracteres más complejos y estarán disponibles gracias a méto-

dos mejorados. La biotecnología industrial, es decir, el uso de microorganismos o enzimas para la transformación y elaboración de productos químicos, materiales y energía es uno de los enfoques más prometedores para producir bienes y servicios con mayor eficiencia económica y beneficios ambientales (WWF 2009). La aplicación del conocimiento biotecnológico probablemente ganará aún más fuerza en la medida en que la idea de una energía mucho más diversificada basada en la biomasa y la matriz industrial se establezcan, uniendo los biocombustibles actuales con los de segunda generación en la producción de biomateriales, que incluyan biopolímeros y bioplásticos para la industria química, el sector de la construcción y la ingeniería.

Avanzar hacia una economía de nuevas industrias y cadenas de valor competentes y de base biológica, no solo exigirá más sistemas carbono-eficientes de producción primaria sostenible y cadenas alimenticias más productivas y resistentes, sino capacidades y políticas de innovación eficaces para movilizar la base de conocimientos necesaria. Por otra parte, ya está disponible, y será ampliado de forma continua, el acervo de conocimiento para muchos cambios urgentes. La cuestión no es si la ciencia puede ofrecerlo, puesto que la viabilidad técnica de los nuevos conceptos ha sido probada en la mayoría de los casos. Las principales limitaciones parecen estar en el actual nivel de comprensión de los procesos sociales y económicos implicados que acompañan la aparición de los nuevos sectores y modos de producción y las preguntas con respecto a cuáles son sus implicaciones, sus costos, las políticas y las instituciones necesarias para facilitar una transición rápida y equitativa. Una sociedad menos dependiente de los combustibles fósiles será una sociedad muy distinta a la que conocemos hoy en día: más descentralizada, menos dominada por producciones a gran escala para lograr eficiencia, con procesos cíclicos importantes, con diferentes redes entre sectores –rural/urbano–, y con diversas relaciones comerciales internacionales como consecuencia del cambiante equilibrio de los recursos estratégicos. Todo esto da lugar a un nuevo panorama económico (las ventajas comparativas, los países, los sectores, la competitividad de los productos) y requiere, como cualquier nuevo escenario, nuevas políticas, comunicación en las sociedades e instituciones que contengan, expliquen y orienten los comportamientos de los actores para optimizar los beneficios potenciales y minimizar los costos de transición para todos los involucrados.

Enmarcado en este contexto emergente, el presente artículo tiene como objetivo contribuir a la discusión de 1) cuáles deben ser los objetivos de la bioeconomía, dados los recursos y las condiciones específicas en América Latina y el Caribe (ALC) y 2) los que podrían ser los principales elementos de la agenda de discusión de “hacia una bioeconomía para ALC”, con un énfasis particular en el sector agrícola.¹⁰ En la consecución de estos objetivos, este documento está organizado en

10 Este enfoque de ninguna manera implica que la salud y otros sectores que utilizan o se basan en los procesos biológicos sean de menor importancia en términos de su participación en el tamaño de la

cinco secciones adicionales a esta introducción. La segunda es una breve discusión sobre algunas experiencias de bioeconomía existentes en ALC. Luego sigue un debate sobre cuestiones de seguridad alimentaria y la conexión/relación entre la bioeconomía y las oportunidades de desarrollo rural (sección 3) y una presentación de las rutas alternativas que podrían ser parte de la construcción de una bioeconomía en ALC (sección 4). La sección 5 describe escuetamente las implicaciones institucionales y las políticas necesarias para pasar de un enfoque convencional a uno bioeconómico y resume algunas de las restricciones que hay que afrontar para la implementación exitosa de estas estrategias. La sexta y la última sección ofrecen algunas observaciones finales para concluir el artículo.

Ventajas comparativas y experiencias pertinentes para la construcción de una bioeconomía en ALC

La región de América Latina y el Caribe está particularmente bien situada para contribuir y beneficiarse de la bioeconomía emergente. Su amplia y diversa base de recursos naturales –tierra, agua y diversidad biológica–, junto con una emergente economía y el crecimiento de los recursos humanos, proporcionan a la región los cimientos esenciales para una bioeconomía sólida. En su conjunto, está muy bien posicionada en términos de disponibilidad agrícola con más del 50 % de potencial agrícola (Cepal 2007), una situación solo comparable a los países de Europa del Este; pero lo más importante es que la disponibilidad de tierra per cápita en la región es significativamente superior al promedio mundial de 0,2 ha/cap.¹¹ Según el International Institute for Applied Systems Analysis, América Latina tiene más de 500 millones de hectáreas en la categoría de “más adecuado” y el mayor potencial de expansión en las categorías “muy adecuado” y “adecuado”, excluyendo los bosques. La proyección para el 2050 pone de manifiesto que, incluso teniendo en cuenta un aumento significativo de la población, se podrían poner a producir más de 300 millones de hectáreas sin afectar a los bosques naturales, en Suramérica y Centroamérica que representan alrededor del 25 % de la tierra con potencial “muy adecuado”, “adecuado” y “moderadamente apto” para el cultivo de cereales, más del 25 % de los cultivos de aceite vegetal, alrededor del 30 % de las raíces y tubérculos y más del 35 % de los cultivos de azúcar (todos los casos en escenarios de insumos tecnológicos intermedios y altos).

bioeconomía emergente, ya que de hecho, en muchos casos, es todo lo contrario. La selección de un enfoque relacionado con la agricultura es un reflejo tanto de la necesidad de poner límites a la discusión y también de las áreas de especialización de las instituciones participantes en el proyecto ALCUE-KBBE.

- 11 La principal fuente de información para esta sección es el FAO/Instituto internacional para el análisis de sistemas aplicados (IIASA), Estudio sobre zonas agroecológicas mundiales (GAZ). Para obtener más información, consulte <http://www.iiasa.ac.at/Research/LUC/GAEZ/index.htm>

Todas estas cifras resaltan el potencial de recursos para el desarrollo de una bioeconomía que contribuya tanto a la seguridad alimentaria como al suministro de energía renovable, con importantes oportunidades de generación de ingresos, puesto que existen brechas de rendimiento significativas en casi todas las categorías de productos. Tanto en los cultivos de azúcar como de aceites vegetales, el empleo actual con respecto al potencial es muy bajo y en la mayoría de los diagnósticos se identifica un pobre desempeño tecnológico como la restricción más importante por abordar para mejorar la eficiencia del uso de recursos (Banco Mundial 2008). Además de esto, las limitaciones de infraestructura son también un gran problema, en razón a que la mayoría de las nuevas áreas no están cerca de los mercados existentes y ello reduce su valor potencial.

Un segundo conjunto de recursos clave para el desarrollo de la bioeconomía en la región es su dotación de biodiversidad.¹² En este sentido, América Latina también es muy competitiva, ya que concentra un número de los lugares más importantes del mundo en cuanto a biodiversidad. Siete de los diecinueve países de la región son considerados “megadiversos” en cuanto a recursos de biodiversidad dentro de sus fronteras político-administrativas (ninguna otra región del mundo incluye tantos países dentro de esta categoría). Los países de la región del grupo megadiverso son Brasil, Colombia, México, Perú, Ecuador, Venezuela y Bolivia, pero otros tres –Costa Rica, Panamá y Guatemala– tienen índices nacionales de biodiversidad (NBI) importantes. Incluso Uruguay, que tiene el NBI más bajo en la región –0,487– se ubica sobre la mayoría de los países europeos.¹³ La región también es un centro de origen y diversidad de una serie de especies que sustentan la oferta mundial de alimentos (papa, batata, maíz, tomate, frijol, yuca, maní, piña, cacao, pimienta de chile y papaya). Esto sucede también para un gran número de plantas con flores que poseen compuestos especiales para la alimentación y la agricultura, así como para las industrias biofarmacéutica, nutracéutica, cosmética y ambiental (Roca *et al.* 2004). Estos recursos ofrecen una ventaja comparativa considerable en términos de oportunidades de valor añadido y explotación sostenible porque utilizan nuevas herramientas biotecnológicas. Esta oportunidad se destacó en el dinamismo mostrado por el mercado mundial de productos naturales, que entre el 2002 y el 2008 aumentó en más del 170 % (CONPES 2011).

Por otro lado, la región de ALC también es un recurso global, que contiene más del 30 % del agua dulce del planeta (UNEP 2000). Este recurso, sin embargo, se distribuye de manera desigual dentro de la región, pero menos desigual que en otros continentes. Algunas áreas extensas como

12 Entendido como “la variedad de vida en la tierra en todos sus niveles, desde los genes hasta los ecosistemas y los procesos ecológicos y evolutivos que la sustentan”. (Harrison, Laverty y Sterling 2004)

13 Los países megadiversos son las naciones que albergan la mayoría de las especies que viven en la Tierra. (Conservation International s.f.)

las planicies del pacífico central en Centroamérica, las áreas costeras de Chile y Perú, la Patagonia en Argentina, y el Nordeste brasileño, entre otros, enfrentan restricciones absolutas o por estaciones que limitan sustancialmente su potencial de producción agrícola, en un contexto que se espera evolucione con el cambio climático y cuyas alteraciones deben analizarse y preverse.

La abundante dotación de recursos de la región ya ha servido de base para desarrollos significativos hacia una economía de base biológica en la región. El fortalecimiento de su papel tradicional en los mercados internacionales agrícolas y de alimentos mediante los procesos de transformación agrícola, no solo ha tocado a los sectores tradicionales, como los cereales, las semillas oleaginosas y los productos tropicales: la región ha hecho importantes incursiones en el desarrollo de nuevos usos de la biomasa, por ejemplo, en el sector de los biocombustibles, así como en aplicaciones biotecnológicas y prácticas de ecointensificación.

En la actualidad, Brasil prácticamente domina el mercado internacional de comercio de etanol y Argentina y otros países se están convirtiendo en actores clave en el desarrollo de los mercados de biodiésel. Basados en sus fortalezas como productores de cultivos de azúcar y aceite, casi todos los países de la región tienen planes en marcha para aumentar su producción de etanol y/o biodiésel en el futuro inmediato. Brasil dobló su producción de biodiésel en el 2011 (www.biodieselmagazine.com/article.jsp?article_id=1064-35k). Argentina aumentó su producción a más de 3 millones de toneladas en el 2010 (Kerlakian 2008) y Colombia tiene planes avanzados para una refinería de aceite de palma de 300.000 toneladas, que se espera entre en producción durante esta década. Existen proyectos de biocombustibles que se encuentran en diferentes fases de desarrollo en Costa Rica, Honduras, Perú y Paraguay, entre otros (IICA 2010). La importancia de este potencial y sus tendencias se refleja en las proyecciones del papel que se espera que juegue la bioenergía en los equilibrios de oferta y demanda futuros, donde aparece ALC como la única región en el mundo capaz de cumplir con sus requerimientos de energía con base en alternativas “bio”. Según estimaciones recientes (Gazzoni 2009), esto requeriría solo un aumento relativamente pequeño de las tierras agrícolas destinadas a usos bioenergéticos: partiendo de un 1,3 % en la actualidad a alrededor de 2,4 % para el 2030. Además, existe un gran y creciente número de iniciativas para potenciar esta situación por medio de la producción de energía a pequeña escala, ya sea dirigido a la producción en tierras marginales en asociación con cultivos de alimentos (frijoles negros –habas de aceite de ricino en el norte–) tierras áridas de Brasil este. Programa Biodiesel combustível Social, véase <http://comunidades.mda.gov.br/portal/saf/programas/biodiesel> o sobre la base de diferentes tipos de residuos y subproductos agrícolas (véase, por ejemplo <http://www.icidca.cu/Red/QueEs.htm>).

La región es también un actor importante desde las etapas iniciales de la utilización biotecnológica de plantas GM. Las tecnologías de cultivos GM –soja, así como maíz y algodón resistentes

a insectos y tolerantes a herbicidas— se introdujeron en diferentes países casi simultáneamente a su disponibilidad comercial en los mercados internacionales. De los cerca de 30 países en el mundo que están utilizando tecnologías de modificación genética en la actualidad, diez se encuentran en América Latina. Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay están plantando actualmente más de un tercio de la superficie mundial con cultivos transgénicos y se encuentran entre los diez mayores productores a escala mundial (James 2012). La importancia de estos avances no es poca. A pesar de que las tecnologías convencionales de mejoramiento de cultivos están evolucionando rápidamente, las tecnologías de modificación genética se están convirtiendo en un componente clave en el cumplimiento de objetivos tanto económicos como ambientales. Desde una perspectiva ambiental, estas tecnologías están mostrando impactos significativos en términos de reducción de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) (Brookes y Barfoot 2012). Es más, se estima que, debido a la adopción de la soya transgénica en Argentina, los precios internacionales de la soya son hoy un 14 % más bajos de lo que hubieran sido si estas tecnologías no se hubieran utilizado. Trigo (2011) y Brookes y Barfoot (2012) han estimado impactos similares para otros cultivos transgénicos.

Los países de América Latina también pueden promover experiencias reconocidas internacionalmente en algunas de las prácticas de intensificación ecológica, especialmente en “labranza cero”. Esta práctica ha tomado fuerza en los últimos 20 años y hoy en día es ampliamente usada en Argentina, Paraguay, Uruguay y Brasil, porque contribuye al incremento de los suministros agrícolas bajo estándares de desempeño ambiental mejorados (Trigo *et al.* 2009). El impacto ambiental positivo neto de este procedimiento se ha dado en términos de retención en el suelo de una cantidad aproximada de 50 millones de toneladas de dióxido de carbono, en el caso de Argentina y alrededor de 0,85 millones de toneladas en Paraguay y Uruguay (Brookes y Barfoot 2012).

Estos recursos y experiencias resaltan la importancia de las vías de la bioeconomía para la región y de la naturaleza sustancial de las contribuciones que los países pueden hacer tanto a los equilibrios globales como a los desafíos regionales. Es importante señalar que todos estos aspectos se han originado a partir de procesos espontáneos orientados al mercado y deben ser cuidadosamente monitoreados en cuanto a su evolución futura y a la manera como pueden ser optimizados en términos de beneficios regionales y globales. Está muy claro que cualquiera que sea el escenario futuro que se pueda anticipar para la bioeconomía mundial, ALC desempeña un papel específico para conseguir los equilibrios globales de alimentos/provisiones/combustible que se necesitarán. Al mismo tiempo, la región tiene un desafío propio: el hambre y la pobreza, aunque no tan dramáticas como en otras partes del mundo en desarrollo, siguen siendo importantes en toda la región, especialmente en las zonas rurales, haciendo de la agricultura y la producción de biomasa un componente esencial para cualquier estrategia de reducción de estos fenómenos. En

este sentido, la bioeconomía en ALC tiene un conjunto dual de objetivos: en el contexto mundial, juega un papel fundamental en la contribución a los balances globales de alimentos, fibra y energía, además del mejoramiento de la sostenibilidad ambiental. Por otra parte, dentro de los límites de la región, la bioeconomía emergente es una nueva fuente de oportunidades para un crecimiento equitativo, mediante una producción agrícola y de biomasa mejorada y para un aumento de oportunidades laborales.

En un contexto histórico, la transición hacia una bioeconomía en ALC también ofrece la posibilidad de ir más allá de la visión dicotómica de la agricultura contra el desarrollo industrial que ha dominado los debates sobre estrategias de desarrollo regional desde la década de los cincuenta, en razón a que los vínculos entre agricultura e industria se expanden más allá de los puntos de vista tradicionales, para incluir un conjunto mucho más complejo y estratégico de las relaciones insumo-producto. Las siguientes secciones del artículo contemplan dos aspectos considerados críticos para la discusión regional: el primero se refiere a la seguridad alimentaria, a las oportunidades de desarrollo rural y a la situación política e institucional. Luego la discusión presenta las que serían las vías principales para tener en cuenta en el desarrollo de la bioeconomía en la región y revisa los principales obstáculos que deben abordarse para que esas vías sean eficaces.

Seguridad alimentaria y oportunidades de desarrollo local

El concepto de bioeconomía basada en la diversificación y la intensificación sostenible de la utilización de los recursos naturales implica una posible competencia entre los alimentos y la energía u otros usos. Esto ha sido motivo de preocupación desde que el concepto comenzó a ser discutido, pero se ha acentuado más en los últimos tiempos como consecuencia de la subida de precios de los alimentos y el surgimiento de conflictos sociales y de disturbios en varios países (Mittal 2009). Como los precios del petróleo se han incrementado y las alternativas biocombustibles han recibido una mayor atención tanto en los países desarrollados como en los de vías de desarrollo, la cuestión del impacto de la bioeconomía en la seguridad alimentaria (acceso, disponibilidad, estabilidad y uso de los recursos) se ha trasladado a la vanguardia de la discusión. La importancia del asunto no se cuestiona. Es evidente que la seguridad alimentaria está estrechamente relacionada con el uso del suelo y si se toman los recursos de la producción de alimentos y se asignan a otros usos, seguramente existe fundamento para las preocupaciones expresadas.

Este conflicto potencial, sin embargo, debe ponerse en contexto y se deben tener en cuenta varios aspectos para un debate significativo. No todos los países están, respecto a ello, en la mis-

ma situación. Los que poseen “abundancia de tierra”, como Ecuador, Surinam, Guyana, Paraguay, Uruguay, México, Perú, Venezuela, Colombia, Bolivia, Argentina y Brasil (IICA 2010) se encuentran sin duda, en una posición diferente a la de los países más pequeños, dependientes de las importaciones de alimentos, que suelen ser los de mayor inseguridad alimentaria, dada la alta dependencia de las importaciones de alimentos de primera necesidad y las exportaciones de productos tropicales primarios (FAO 2008). Sin embargo, algunos biocombustibles importantes están bajo parámetros de demanda cambiante. Este no es el único factor que explica la evolución reciente de los mercados de materias primas agrícolas porque la combinación de una serie de malas cosechas, el estancamiento de cambios tecnológicos y los pequeños aumentos en el rendimiento derivados de ello, así como un cambio estructural de la demanda de un número significativo de consumidores de los países emergentes, parecen también estar jugando un trascendental papel (Trostle 2008). La agricultura ha sido subestimada como fuente de crecimiento y con respecto a su rol en la mitigación de la pobreza. Esto se refleja en una reducción de las inversiones en todos los ámbitos, incluida la I+D y también en la dinámica del cambio de rendimiento de los cultivos que ha disminuido de más del 2 % al año en la década de 1980 a menos del 1 % en la actualidad (CGIAR 2011). Antes de que se emita un dictamen final al respecto debe señalarse explícitamente la combinación de todos estos factores.

Pero incluso si las tensiones actuales se relacionan con la competencia entre alimentos y combustible/energía, en una perspectiva a más largo plazo, la bioeconomía es un elemento más positivo que negativo en el balance general. La esencia del concepto –como se indicó más arriba– es sobre el uso más eficiente y eficaz de los recursos naturales (biomasa, procesos biológicos), por medio de un incremento en la intensidad de conocimiento, lo que lleva, finalmente, a diversificación y aumento significativos de los niveles de producción y abre espacios tanto para más alimentos como para alternativas energéticas de base biológica.

Un primer aspecto que se debe considerar son los impactos de los ingresos de las opciones basadas en la bioeconomía. Estos serán dobles: la geografía de la pobreza ha cambiado de manera significativa en las últimas décadas, con zonas urbanas que concentran ahora el mayor número de pobres y con zonas rurales que aglutinan los peores casos de inseguridad alimentaria y pobreza. El desarrollo de la bioeconomía puede ayudar a mejorar ambas situaciones. Apuntar a la producción agrícola a nuevos niveles de productividad contribuirá a mejorar el suministro de alimentos para los pobres situados en la urbe, y al mismo tiempo, la seguridad alimentaria en las zonas rurales, que es principalmente una consecuencia de la pobreza y la falta de oportunidades. De este modo, el progreso sostenido en el negocio agrícola también ayudará a mejorar la seguridad alimentaria de la población rural pobre mediante ingresos y lazos laborales (von Braun y Kennedy 1994; IICA 2010).

Las oportunidades de la bioeconomía pueden estar vinculadas a casi cualquier tipo de material vegetal. En esencia, las industrias de base biológica están bien adecuadas para la producción local y también funcionan como motor para el desarrollo rural y la generación de ingresos. En los países desarrollados, la mayor parte de la tierra disponible ya está siendo utilizada, pero en muchas de las regiones más pobres del mundo, la proporción de tierras inutilizadas es todavía significativa y potencialmente podría emplearse para la producción de cultivos energéticos (IICA 2010).

La bioeconomía puede ofrecer nuevas alternativas para salir del círculo vicioso de la pobreza en la que muchas comunidades rurales se encuentran cuando la base de su tierra no es apta para la producción de alimentos con alto rendimiento. La cuestión es mover la discusión de oportunidades más allá de la actual generación de alternativas energéticas a base de plantas, hacia estrategias que exploren más agresivamente los recursos locales de la biodiversidad y su relación con la consolidación de las oportunidades de empleo rural no agrícola. En este sentido, Henry y Trigo (2010) y Bruins y Sanders (2012) indagaron por las potenciales alternativas a pequeña escala y encontraron que hay un amplio espectro de oportunidades relevantes para agregar valor local o en granjas, relacionadas con la bioenergía o para alimentar la producción de valores. La falta de electricidad que, en muchos casos es una de las restricciones fundamentales para un mejor acceso al mercado y la generación de ingresos en contextos rurales aislados, se pueden resolver con microunidades alimentadas con materia prima de biomasa local y/o subproductos (yuca, sorgo dulce, batatas, bananos y plátanos, residuos de plantas y animales y desechos), creando así mejores alternativas de procesamiento y conservación. El procesamiento rural para el suministro de productos “intermedios” puede resolver las restricciones de transporte y logística y facilitar los enlaces productivos locales con fábricas de gran escala (es decir, preprocesamiento de yuca para las fábricas de producción de almidón).

Más allá del vínculo de la energía, también existen las oportunidades de valorización de la biodiversidad mediante la identificación de los componentes funcionales de valor, como la base para el desarrollo de los sistemas de “denominación de origen”, que también representan posibilidades de generación de ingresos que deben tenerse en cuenta. En diferentes partes del mundo se exploran con éxito estas y otras alternativas. No obstante, todavía son muy dependientes de los diferentes tipos de “políticas favorables a los pobres (públicos)”, (subsidios focalizados, inversiones, formación, información, asesoramiento) o las políticas de “responsabilidad social corporativa” del sector privado, para mostrar un alto grado de inserción de los actores a pequeña escala (Henry y Trigo 2010). El camino hacia la bioeconomía emergente pide la incorporación de estas experiencias en la reducción de la pobreza y en las estrategias y políticas de desarrollo rural.

Vinculado a lo anterior, pero con una identidad propia, figuran las posibles aplicaciones de la biotecnología para aumentar la oferta mundial de alimentos. Hasta ahora, ese potencial solo se

ha explotado de un modo muy limitado y en relación, sobre todo, con sus aplicaciones transgénicas en un puñado de cultivos y caracteres –soja, maíz, algodón y canola– y se ha conseguido tolerancia a herbicidas y resistencia a los insectos, como lo más prominente. Esto se atribuye a razones más relacionadas con la política y los factores institucionales que a la falta real de alternativas tecnológicas. Del mismo modo como la bioeconomía es más que los biocombustibles, también es más que la transgénesis (Rocha 2011). En los últimos años, han sido monumentales los avances en la genómica y en otras aplicaciones más sencillas, no controvertidas, de la nueva biología (Lusser *et al.* 2011). Sin embargo, todavía no están plenamente incorporadas al conjunto de herramientas para hacer frente a la sostenibilidad global y a los desafíos de la seguridad alimentaria y hay casos en los que aun cuando este tipo de tecnologías de cultivo novedosas es claramente no MG, las aplicaciones no científicas de evaluación de riesgo son importantes obstáculos para la aplicación de estos métodos prometedores. Explotar plenamente estos avances en la producción y poscosecha, podría hacer que muchos de los temas de competencia de los recursos que se están discutiendo hoy en día sean irrelevantes y contribuiría a resolver el problema de la pobreza detrás de las abundantes situaciones de inseguridad alimentaria.

Vías alternas para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe

Dada la diversidad de los recursos naturales, las características económicas y sociales e incluso la naturaleza de cada país vinculado a la economía mundial, no existe un patrón común para el desarrollo de la bioeconomía que pueda ajustarse a toda la región, sino diversas vías que reflejan diferentes aspectos y ventajas comparativas. Pero todas ellas comparten los mismos principios destinados a un uso más eficaz y eficiente de los productos y procesos biológicos para alcanzar objetivos sociales específicos. Teniendo en cuenta las ventajas comparativas y las experiencias pertinentes en la región de ALC en cuanto a la bioeconomía, como se ha descrito anteriormente, es posible identificar seis vías. Cada una de ellas aborda los temas y objetivos comunes desde un punto de vista diferente (nota: esta distinción en seis vías parece bastante arbitraria, desde mi perspectiva, pero sí tiene sentido desde una perspectiva de ALC, de ahí la frase modificada). Estas seis alternativas se superponen en algunos aspectos, pero juntas ofrecen un enfoque holístico para el logro de los propósitos establecidos en la región: 1) la explotación de recursos de la biodiversidad; 2) la eointensificación de la agricultura; 3) aplicaciones de la biotecnología; 4) biorrefinerías y bioproductos; 5) mejora de la eficiencia de la cadena de valor y 6) servicios de los ecosistemas.

La importancia potencial de la bioeconomía para la región se hace evidente a partir de algunos de los beneficios asociados a las vías ya identificadas. Los productos biotecnológicos han transformado la producción de materias primas en muchos países de la región, han generado miles de millones por el aumento de las actividades económicas y han hecho contribuciones significativas al empleo y a otros campos. La bioenergía es un sector en crecimiento en la mayoría de países de la región, ofrece una base sólida para la diversificación de la cartera de energía local y contribuye de forma significativa a la generación de trabajo —sobre todo en las zonas rurales—. La ecointensificación ha hecho importantes aportes al aumento de la productividad agrícola y ha demostrado ser un componente importante de las estrategias de mitigación del cambio climático. Los niveles mencionados anteriormente potencian la reducción de pérdidas dentro de la biomasa existente basada en cadenas de valor, hacen más que evidente la necesidad de trabajar en el manejo de los residuos y no solo se centran en la reutilización o reciclaje de materiales de desecho. Los servicios ecosistémicos son, por definición, componentes esenciales de los tipos de comportamiento social y económico que harán exitosa la nueva bioeconomía. Por otra parte, es indiscutible la importancia de la valorización de la biodiversidad una vez se tenga en cuenta la naturaleza de los recursos de la región.

El resto de esta sección presenta un breve análisis de cada una de estas vías a manera de introducción y guía para la discusión de las brechas institucionales, políticas y de generación de conocimiento que deban ser abordadas para que favorezcan de manera efectiva el desarrollo de la bioeconomía. Estos aspectos son actualmente objeto de análisis en otras actividades del proyecto.

1. *La utilización de recursos de la biodiversidad* cubre todos los escenarios en los que el elemento diferenciador es la valorización (domesticación, transformación y vinculación al mercado, etc.) de la biodiversidad distintiva (descubrimiento de los rasgos funcionales relacionados con usos y sectores específicos, desarrollo de nuevos productos mediante una transformación innovadora, desarrollo de mercados para productos locales, etc.). En América Latina hay muchos cultivos que no han sido explotados porque son tóxicos, tienen bajos rendimientos, son difíciles de introducir en los mercados o simplemente no son bien conocidos. Pero sin duda, dada la naturaleza de sus componentes y el tipo de instrumentos científicos y de infraestructura disponibles en la actualidad, estos pueden contribuir mucho a la economía de base biológica como nuevas materias primas industriales o ser una base para nuevas cadenas de valor en los fitoterapéuticos, cosméticos o frutas tropicales y otras áreas.

2. *La ecointensificación* se relaciona con prácticas agronómicas que buscan mejorar el desempeño ambiental de las actividades agrícolas sin sacrificar los niveles existentes de producción/productividad. Abarca un amplio conjunto de conceptos, en “constante evolución”, que tienen en común y, como punto de partida, el comportamiento “negocios como siempre” que usualmente

se refiere, sobre todo, a la maximización de los rendimientos. La ecoinintensificación pretende lograr un equilibrio entre los beneficios agrícolas, ambientales, económicos y sociales, en aras de un uso más eficiente de los recursos energéticos y cuyo objetivo se dirige a la reducción del uso de combustibles fósiles, plaguicidas y otros contaminantes. Algunas de las estrategias específicas de ecoinintensificación incluyen la siembra directa como práctica agrícola, la agricultura de precisión, el manejo integrado de plagas y el manejo de nutrientes, en el extremo más “orientado a la producción” del fin del espectro, y conceptos más orientados socialmente, como el de la gestión sostenible de la tierra en los que se hace un mayor énfasis en las funciones ambientales. Más allá de la producción primaria, la vía de la ecoinintensificación está asociada a la noción inicial de las tecnologías limpias, en particular, a los aspectos relacionados con el uso de procesos biológicos que apoyen lo industrial y otras actividades (tratamientos de aguas residuales), aunque el mero uso de los recursos biológicos o los procesos es de por sí insuficiente y los “bienes” ambientales eficaces deben asociarse para merecer el enlace.

3. *Los usos de la biotecnología* (productos, herramientas y procesos), incluyendo el cultivo de tejidos industriales, la selección asistida por marcadores en los cultivos y la ganadería, semillas/plantas GM, diagnóstico de base molecular, mejora la reproducción de los animales mediante técnicas moleculares, enzimas modificadas, microorganismos y levaduras, etc. Se aplican a lo largo de todo el espectro de usos agrícolas y, por extensión, tanto a la gestión de recursos naturales como a las industrias de alimentos, fibras y productos químicos así como al suministro de bioenergía. Dada la magnitud de las demandas, la biotecnología moderna está llamada a jugar un papel clave en la solución de los conflictos emergentes.^{14 15} Por medio de las oportunidades que ofrece en cuanto a nuevas opciones para el manejo de limitantes bióticas y abióticas para la producción y la productividad, la biotecnología está restableciendo los “límites” dentro de los cuales los procesos biológicos interactúan con los recursos naturales –suelo, agua, energía solar– y abriendo un nuevo abanico de oportunidades en la producción de alimentos, fibra y energía y en casi todos los sectores de la economía, incluyendo la industria farmacéutica y la industria en general. La biotecnología está provocando cambios tanto en la función de producción de una serie de sectores y productos, así como en la función de producción de la tecnología en sí misma, mediante la mejora de la eficiencia y la efectividad de los procesos de I+D. Los campos de aplicación son muy extensos, aunque cada vez

14 La biotecnología se entiende aquí como el conjunto de técnicas que utilizan organismos vivos o sustancias derivadas de estos organismos para hacer o modificar un producto, mejorar plantas o animales o desarrollar microorganismos para usos específicos (Cohen 1994).

15 Para una extensa discusión sobre el papel de la biotecnología en la separación del material genético y el mejoramiento de la seguridad alimentaria por medio de la diversificación de cultivos, véase Gressel 2008a.

es más evidente que, para beneficiarse de este potencial, son necesarios las inversiones sustanciales y los ajustes institucionales –que incluyan un ambiente regulatorio global favorable–.¹⁶

Aunque existe una creciente evidencia de que la biotecnología será uno de los principales factores que configuren las futuras trayectorias tecnológicas tanto en la agricultura como en las industrias manufactureras (Katz *et al.* 2004), en el futuro más inmediato, sin embargo, es muy poco probable que podamos depender solo de la biotecnología. De este modo, los incrementos en la producción y la productividad seguirán viniendo de los sistemas convencionales de mejoramiento vegetal y animal, y de la mejora de las tecnologías químicas, con un uso más eficiente de los recursos. Las consideraciones agroecológicas se volverán asuntos cada vez más importantes. En lugar de ir de una revolución “verde” a una revolución de “genes”, la situación más probable es una de “hibridación” tecnológica y “fusión”, con un cambio de las tecnologías actuales intensivas en energía, a alternativas en las que todos ganen, que aumenten la productividad y que al mismo tiempo generen beneficios relacionados con el manejo de los recursos naturales; o a tecnologías de conservación que contribuyan a incrementar la productividad agrícola y en las que la biotecnología desempeñe un papel mucho más importante en el conjunto de herramientas de investigación y desarrollo tecnológico (“ómicas” y otras técnicas moleculares), que a nivel de producto. La diferencia entre los entornos tecnológicos “tradicionales” (o convencionales) y los “modernos” se hace también menos relevante a medida que las tecnologías de la información y de gestión se “mezclan” con herramientas biotecnológicas y conocimientos tradicionales sobre la base de los requerimientos específicos de la ubicación. Ya se encuentran en desarrollo avances en este sentido con paradigmas ecológicos y ambientales a los que se incorporan esfuerzos de ecointensificación.

4. *Las biorrefinerías y los bioproductos* abarcan el sector y los procesos bioenergéticos orientados a la sustitución de insumos industriales derivados de combustibles fósiles. Algunos ejemplos son el etanol vegetal, el biodiésel, el biogás y diferentes actividades orientadas a la química verde. Las biorrefinerías y los bioproductos son componentes clave en el concepto de bioeconomía y, en esencia, son iguales a las refinerías de petróleo: instalaciones destinadas a la transformación de la biomasa en un amplio espectro de productos comercializables y energía. Su importancia tiene que ver con la mejora de la eficacia y el espectro de productos de origen biológico. La eficiencia resulta principalmente de la posibilidad de descomponer las materias primas en diferentes cadenas de productos y de reducir el costo de los productos primarios. Las biorrefinerías generan valor

16 Las disputas comerciales relacionadas con la soja GM para las importaciones de piensos a la Unión Europea de los países exportadores de OGM, son un buen ejemplo de los problemas que deberán abordarse si se alcanza el potencial beneficio de las tecnologías.

porque añaden posibilidades de actividades agrícolas y transforman la naturaleza de sus vínculos con el resto de la economía, particularmente con el sector industrial.

En este sentido, las biorrefinerías son las piedras angulares de la respuesta de la bioeconomía a los altos precios del petróleo y la necesidad de capital. Mediante el mejor rendimiento del ciclo de vida de sus productos también son críticas en el desempeño ambiental de una serie de industrias y productos de consumo. Igualmente, las biorrefinerías ofrecen la posibilidad de una estructura de vinculación más diversificada entre la agricultura y el resto de la economía y, por tanto, un uso mucho más eficiente de los recursos de biomasa. Un buen ejemplo de este tipo de relaciones se refleja en la alimentación animal: al biorrefinar las materias primas para la alimentación animal, se puede obtener una mejor calidad de alimentación y muchos subproductos no útiles para el animal, pero útiles en otras cadenas de valor.¹⁷ Además, las tecnologías de biorrefinería a pequeña escala son capaces de funcionar con diferentes materias primas que requieren baja inversión por unidad de producto y velocidad de marcha y pueden multiplicar los impactos en el ámbito local. Sin embargo, la evolución actual de la región está esencialmente restringida a la producción de biocombustibles con poca explotación de potenciales más amplios, sobre todo en lo que respecta al valor añadido y a las oportunidades de desarrollo local. Los problemas que deben tratarse en este sentido se relacionan con una mejor comprensión del concepto de biorrefinería y de las estrategias alternativas de producción de biomasa que disminuyan los factores restrictivos. Estos conceptos deben tener en cuenta la naturaleza de los vínculos entre las nuevas materias primas de origen biológico, los insumos y las cadenas de valor existentes, así como acciones explícitas que aseguren que los productores agrícolas –en particular los pequeños– y los rurales creen y conserven el valor de la bioeconomía.

5. *Una mayor eficiencia de las cadenas de valor* engloba actividades que 1) reducen las pérdidas de poscosecha en cualquier nivel en que se están produciendo y que 2) tratan de definir los vínculos de mercado necesarios para productos biológicos innovadores. Al igualar la bioeconomía con los conceptos de sostenibilidad se comete un error muy común, porque debe quedar claro que las opciones de base biológica no son de por sí más sostenibles. El uso excesivo de recursos es siempre un tema latente y la eficiencia de este uso no tiene menos importancia en la bioeconomía que en los enfoques convencionales. Sin embargo, la cuestión más importante está ligada al conflicto potencial en el logro de los objetivos de la bioeconomía para satisfacer las crecientes demandas globales de alimento/pienso/combustible (50-70 % sobre los niveles actuales) sin más invasión de bosques y tierras marginales y al mismo tiempo utilizando parte de los esfuerzos de producción de biomasa para reemplazar el uso actual de los recursos fósiles. Cómo conciliar estas

17 Véase Matthews y McDonnell (2009) y <http://www.feedipedia.org/node/674>

tendencias aparentemente contradictorias es uno de los desafíos clave en la transición hacia la bioeconomía, para el que no hay soluciones únicas ni sencillas. Los equilibrios finales serán sin duda una mezcla compleja de muchas nuevas estrategias, en aspectos como la diversificación y la expansión de las fuentes de biomasa, un uso más eficiente y estrategias de procesamiento.

Respecto al último punto un desafío inmediato en la transición es una cadena de valor más eficiente puesto que en la actualidad, más del 40 % de lo que se produce en realidad se pierde antes de llegar a su uso final (PNUMA 2011). Esto representa una gran oportunidad para empezar a avanzar en las estrategias de la bioeconomía, sin crear conflictos adicionales y presiones sobre la base de los recursos naturales. Deben abordarse cuestiones como cuáles son las opciones tecnológicas, logísticas y políticas para mejorar la eficiencia de la cadena. Además, un aspecto que a menudo se olvida es el reciclaje y la reutilización de los nutrientes y otros recursos en la producción agrícola que tienen que ser regenerados durante el proceso a partir de los productos de origen biológico que se obtengan al final.

6. *Los servicios ecosistémicos* abarcan los procesos por medio de los cuales el medio ambiente produce los recursos utilizados por los seres humanos, como el aire fresco, el agua, los alimentos y los materiales.¹⁸ Dada la naturaleza especial de la relación y las interacciones entre los recursos naturales y las actividades económicas y sociales desde un enfoque bioeconómico, una perspectiva ecosistémica se convierte en un componente indispensable en cualquier estrategia de bioeconomía sostenible. La bioeconomía es una respuesta a un largo periodo de utilización excesiva de recursos y un intento de readaptar los comportamientos a la luz de los desafíos globales previstos. En consecuencia, las estrategias de implementación solo pueden tener éxito si en los procesos de toma de decisiones se reconoce la integridad del medio ambiente natural y si se da cuenta del valor de los diferentes flujos. Dentro de este contexto general, el desarrollo de los sistemas de crédito de carbono, las estrategias de ecoturismo y los mecanismos de fijación de precios y administración

18 De acuerdo con el Millennium Ecosystems Assessment (<http://www.maweb.org/>), los servicios de los ecosistemas pueden ser de los siguientes tipos: 1) Servicios de apoyo: son necesarios para la producción de todos los demás servicios de los ecosistemas, dentro de los que se cuentan la formación del suelo, la fotosíntesis, la producción primaria, el ciclo de nutrientes y el ciclo del agua. 2) Servicios de aprovisionamiento: los productos obtenidos de los ecosistemas, como alimentos, fibra, combustible, recursos genéticos, bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos, recursos ornamentales y de agua dulce. 3) Regulación de los servicios: los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos de los ecosistemas, relacionados con la calidad del aire, la regulación del clima, la regulación del agua, la regulación de la erosión, la purificación del agua, la regulación de enfermedades, la regulación de plagas, la polinización y la regulación de riesgos naturales. 4) Servicios culturales: los beneficios no materiales que la gente obtiene de los ecosistemas por medio del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas, es decir, teniendo en cuenta los valores del paisaje.

del agua son tres puntos de entrada específicos que deben ser considerados en relación con los servicios de los ecosistemas en el marco de un enfoque bioeconómico.

Promover la transición a un modelo de bioeconomía

Experiencias existentes en Europa, Estados Unidos y varios países de Asia, así como en algunos de los países de la región, como Brasil, en el caso del desarrollo de los biocombustibles, y Costa Rica, en la valorización de la biodiversidad, resaltan que las dimensiones políticas e institucionales son elementos sustanciales en la transición de una perspectiva convencional a una basada en la bioeconomía.

Una utilización más amplia y eficiente de las alternativas basadas en la biomasa abre un panorama amplio respecto a sus beneficios potenciales. Al mismo tiempo, se plantean nuevas dificultades que deben ser incorporadas claramente a la política y a los medios institucionales para que se materialicen esos beneficios. Muchos de estos problemas tienen que ver con las características particulares de las aplicaciones biotecnológicas y la forma como se perciben y se diferencian de los sistemas tecnológicos convencionales. Además, surgen de los nuevos y diferentes modos de desarrollo de los procesos de producción de biomasa y se integran a las nuevas cadenas de valor. Comprenden aspectos relacionados con la integridad de las políticas involucradas y el papel que desempeñan en los procesos, el tipo de ciencia en la que se basa el desarrollo de la tecnología y la clase de instituciones que lideran el proceso, la naturaleza del propietario y los requisitos de inversión de las nuevas tecnologías y los nuevos sistemas de regulación, entre otros aspectos.

El común denominador del sistema emergente es la creciente complejidad del nuevo ambiente comparado con el de los sistemas agrícolas de alimentos/fibra convencionales ya existentes. La Tabla 1 resume los principales contrastes que deben tenerse en cuenta. (Para un análisis más exhaustivo de estos aspectos véase Trigo 2002 y Trigo y Henry 2009).

Tabla 1: Sistemas agrícolas convencionales comparados con sistemas agrícolas orientados a la bioeconomía

- Predominio de las políticas agrícolas y de seguridad alimentaria. - Predominio de una buena/fuerte participación pública y liderazgo de las instituciones públicas como los conductores de los nuevos conceptos tecnológicos. - Ciencias agronómicas y aplicadas. - I+D más orientados a los problemas relacionados los asuntos de producción-productividad-calidad de los alimentos. - Requerimientos de inversión relativamente bajos. - Sistemas de propiedad intelectual "débiles". - Intensidad regulatoria baja. - Predominio de la comercialización a granel e infraestructura logística, baja diferenciación de los productos a excepción de los estándares de calidad.	- Ambiente político que integra los recursos naturales, la agricultura y la alimentación, la energía y las dimensiones del desarrollo industrial. - Participaciones fuertes y el liderazgo del sector privado en el desarrollo de tecnología. - Aplicaciones tecnológicas estrechamente vinculadas a investigación primaria. - Sistemas horizontales de I+D ("más allá de los alimentos" –uso de los recursos naturales– problemas de la cadena de valor). - Altas exigencias de inversión. - Sistemas de protección de la propiedad intelectual "fuertes". - Alta intensidad regulatoria. - Bioseguridad. - Protección de los consumidores. - Importancia creciente de la integración de la cadena de valor, la diferenciación y los estándares de los productos, así como de los asuntos de segmentación del mercado.
--	--

Fuente: Los autores y basado en Trigo (2002).

La principal diferencia que debe destacarse es respecto al enfoque de la política y al tipo de instrumentos implicados. Los objetivos e instrumentos políticos deben adaptarse a los distintos ciclos de vida implícitos en la bioeconomía. Las políticas convencionales evolucionan de puestas en escena "maduras". En la bioeconomía, la mayoría de los casos se encuentra en sus primeras etapas de desarrollo y tiene la necesidad, por un lado, de políticas de incentivos para atraer y orientar las inversiones en el sector y, por el otro, de instrumentos de sostenibilidad para asegurar mejores prácticas en la gestión de los recursos naturales y la conservación de los alimentos o de la energía. Un entorno de políticas bioeconómicas necesita considerar explícitamente los recursos naturales/ medio ambiente, la energía y los dominios de políticas agrícolas, industriales y comerciales. Las experiencias de Brasil, la Unión Europea y los Estados Unidos con las regulaciones, los impuestos y los incentivos de mercado destinados al desarrollo de los biocombustibles modernos son claros

ejemplos de la importancia de la estructura de estas y otras políticas para dar forma a la dirección de las nuevas industrias y sus mercados (ejemplo de la Unión Europea: Iniciativa de mercados líderes). Sin embargo, también hay ejemplos de advertencia, en los que la intervención política derivó en conceptos erróneos graves con consecuencias a largo plazo debido a inversiones mal dirigidas. Por tanto, un enfoque desde la bioeconomía requiere para las cuestiones centrales una combinación de políticas más complejas sustentadas en la evidencia que engloben las materias primas, la diversificación de ideas, la planificación del uso del suelo y las políticas industriales y de consumo –comercio justo, sostenibilidad y certificación “verde”, etc.–, que abarquen más que los sectores de energía o transporte. En este sentido, las políticas deben tener en cuenta y promover un uso del suelo socialmente aceptable y apuntalar el desarrollo de la bioenergía en una dirección sostenible para evitar los daños ambientales y sociales.

En el sector primario, la política agrícola, incluyendo la disponibilidad de la infraestructura rural, el crédito y la tenencia de la tierra, determinará la magnitud y la distribución de los beneficios económicos. Todas estas estrategias necesitan tener un componente regional así como uno global, debido a que los mercados de la bioeconomía se desarrollarán en una economía globalizada. Más allá del cambio en el enfoque y el alcance de las políticas, deben destacarse varias áreas para actuar. Dentro de ellas se encuentran la ciencia y la innovación, el desarrollo de los recursos humanos, la participación social y una serie de regulaciones e instrumentos de promoción, esenciales para asegurar un patrón de desarrollo de la bioeconomía sostenible y seguro.

Ciencia e innovación

Deben identificarse y promoverse dos dimensiones. No hay duda de que se necesitan la ciencia y los nuevos conocimientos para resolver los valores de la ecuación de producir “más con menos”, implícita en el concepto de la bioeconomía. Pero el nuevo conocimiento por sí solo no funciona si no se pone efectivamente a trabajar en la transformación de los patrones de producción. También existe la necesidad de que los actores económicos relevantes aseguren niveles adecuados de comportamiento innovador.

A pesar del relativo buen desempeño de los componentes clave de la bioeconomía tales como las aplicaciones de la biotecnología y las prácticas de eointensificación, la infraestructura para la ciencia y la tecnología de la región de ALC es relativamente débil. El elevado uso de las aplicaciones de la biotecnología en el sector agrícola de la región es, de hecho, una gran ventaja con respecto a la experiencia logística y de campo en el manejo eficaz de uno de los componentes estratégicos de las nuevas estrategias de producción. Sin embargo, una mirada más cercana a la situación muestra que los sistemas de ciencia y tecnología regionales han tenido poca participación

y además, la mayoría de las innovaciones involucradas han venido de fuera de la región. Las inversiones nacionales, tanto en ciencia como en tecnología, en general, y en los campos que tienen que ver con la biotecnología, en particular, son lastimosamente bajas (Trigo, Falck-Zepeda y Falconi 2010). Hasta el 2007, más del 80 % de las pruebas de campo de cultivos transgénicos y el 100 % de las variedades transgénicas eran tecnologías generadas fuera de la región. Esto refleja no solo bajo niveles de inversión en investigación en torno a la biotecnología –alrededor de los 130 millones de dólares para toda la región–,^{19 20} correspondientes a una cuarta parte de las inversiones de la corporación multinacional más grande. Además, la falta de inversiones significativas en investigación agrícola convencional está presente en la región, por lo que el índice medio de intensidad de investigación es un poco más del 1 %, pero con un gran número de países (ocho en una muestra de 15), que evidencia tasas de crecimiento negativas durante el primera parte de esta década –2001-2009– (Stads y Beintema 2009). La extensión de la insuficiencia de conocimientos derivados de esta situación surge del bajo nivel de la producción científica en la región. De acuerdo con un estudio reciente (Trigo 2012), el número total de artículos científicos publicados por investigadores e instituciones de la región, en fuentes referenciadas durante el periodo 2006-2011, es del mismo orden que la de países como Canadá o España, y solo una fracción de las publicaciones chinas se desarrolla en el mismo campo. Además, existen grandes diferencias dentro de la ALC, con solo Brasil, México, Argentina, Colombia y Chile que presentan cifras significativas (Trigo 2012). Una situación similar se registra en cuanto a las patentes en campos relevantes relacionados, que incluyen las áreas de cultivos y los procesos bioenergéticos (Cepal 2011).

La relativa debilidad de las inversiones en investigación agrícola convencional es probablemente más perjudicial en términos de una estrategia inmediata para el desarrollo de la bioeconomía, que los bajos niveles de inversión en este campo. Es cierto que las deficiencias en las capacidades biotecnológicas bajan el valor potencial de los recursos de la biodiversidad, pero experiencias en todo el mundo demuestran claramente que un país no necesita tener la capacidad de desarrollar las nuevas tecnologías para poder beneficiarse de ellas. De hecho, en muy pocos casos todo el ciclo es interno. La mayor parte del éxito en las variedades GM tiene vínculos de transferencia de tecnología internacionales fuertes y significativos (Trigo *et al.* 2002). Lo que es esencial es la capacidad de investigación convencional para realizar retrocruces de los nuevos genes en un

19 Según la OCDE (2009) las siete mayores compañías multinacionales en el campo estaban invirtiendo en biotecnología relacionada con la I+D de más de USD1.850 millones, con el mayor de ellos –Syngenta– que destinó un estimado de USD510 millones al año.

20 La situación es aún peor si se desglosa por país. En ambos casos, alrededor del 50 % de las inversiones totales se encuentran en Brasil y los cinco países más grandes –Brasil, Argentina, México, Colombia y Chile– representan más del 85-90 % del total de las inversiones (Trigo, Falck-Zepeda y Falconi 2010; ASTI).

acervo genético comercial bien adaptado a las condiciones locales. La investigación convencional también es esencial como fuente de conocimientos sobre los suelos, las plagas y otros tipos de información agronómica. Esto proporciona la base para prácticas de ecointensificación novedosas. De hecho, en el corto/medio plazo, el escenario más probable será la “hibridación” tecnológica, en la que las prácticas de ecointensificación y los enfoques biotecnológicos compartirán el escenario para mover los procesos a niveles más altos de productividad sostenible. A largo plazo, este último, sin embargo, será esencial para cumplir con las normas alimentarias duales de seguridad y sostenibilidad del medio ambiente implícitas en el concepto de bioeconomía (Trigo *et al.* 2009).

En el contexto anterior, un conjunto básico de preguntas que permiten avanzar hacia una bioeconomía sostenible se refiere a las áreas prioritarias de investigación que deben fortalecerse en el futuro (disciplinas, tipo de recursos, tipos de tecnologías, etc.), y a la búsqueda de criterios de inversión adecuados. También es fundamental una integración entre las ciencias básicas en el desarrollo de tecnologías y los sistemas de reparto y mecanismos eficaces de incentivos para que los actores productivos asuman los riesgos de incorporación a nuevos mercados: en la mayoría de los casos estos no están bien sintonizados. Los niveles de inversión en ciencia y tecnología, la colaboración interinstitucional, incluidas las empresas conjuntas público-privadas, entre otros, se convierten en elementos clave que deben ser reconocidos y tratados directamente si se desea establecer un ambiente apropiado para un sistema de investigación e innovación eficaz.

Recursos humanos y participación social

Una transición exitosa hacia la bioeconomía requerirá un intenso esfuerzo en el desarrollo de recursos humanos y en la mejora de los mecanismos de participación social. Los procesos de bio-productos requieren una nueva base tecnológica, que a su vez se refleje en una reorganización de la base de conocimientos científicos para la investigación y el desarrollo y también necesitan cambios en los niveles de producción y gestión ya que las bioestrategias son, por lo general, mucho más intensivas en conocimiento que los enfoques convencionales. Un buen ejemplo de estas tendencias son perspectivas agrícolas ecológicamente eficientes, en las que una innovación tecnológica exitosa sea altamente dependiente tanto de capacidades científicas biológicas sofisticadas como de recursos humanos necesarios en la producción (agricultores y servicios de extensión), capaces de entender y manejar la dinámica intrínseca de los procesos biológicos. A una escala más global, las bioestrategias también cambian los equilibrios establecidos en determinada sociedad (local, regional, nacional, internacional). Los patrones de acceso y de uso de recursos, la distribución de beneficios y muchos otros aspectos del status quo existente fueron modificados y crearon la necesidad de una mejor comprensión de las cuestiones en juego para evolucionar en

una dirección correcta en los procesos de toma de decisiones en el contexto comunitario. Existe la necesidad de identificar y gestionar las compensaciones emergentes entre las antiguas y las nuevas actividades, las distintas escalas de aplicación y el corto y el largo plazos. Al mismo tiempo, las ideas y los procesos emergentes tienen que lidiar con el hecho de que el conocimiento disponible sobre los sistemas biológicos es generalmente bajo, mientras que los aspectos míticos, ideológicos e incluso religiosos están intrínsecamente ligados a los sistemas biológicos. Un mejor entrenamiento a todos los niveles, partiendo de una educación básica en adelante, programas de extensión, promoción de la capacidad empresarial y procesos de comunicación social de toma de decisiones son estrategias clave en este sentido.

Apoyar el desarrollo de nuevos mercados

Ya se están empezando a evidenciar acontecimientos futuros en situaciones actuales, pero todavía no se reflejan plenamente en las señales del mercado. En este contexto, las políticas y regulaciones públicas deben desempeñar un papel crítico y desencadenar nuevas respuestas. Los temas que necesitan elaborarse incluyen el desarrollo de las métricas apropiadas para los nuevos procesos –para que puedan ser monitoreados de manera adecuada–, la integración de ámbitos políticos ya mencionada (recursos naturales, agricultura, desarrollo rural, educación, ciencia y tecnología), la reorientación de las inversiones públicas en infraestructura, educación, ciencia y tecnología, junto con nuevos incentivos para redirigir la toma de decisiones del sector privado hacia nuevas áreas de actividad económica, la mejora de los marcos de derechos de propiedad intelectual que puedan incorporar efectivamente la naturaleza de los nuevos parámetros científicos y tecnológicos, así como el cambio del rol de los recursos naturales en los procesos económicos. Todo esto debe ir de la mano con otros aspectos como los marcos regulatorios de bioseguridad y el desarrollo de estándares de mercado para los bioproductos, entre otros. Las acciones respecto a los incentivos y las regulaciones para la bioeconomía deben apuntar más allá de los instrumentos de política económica, científica y tecnológica tradicionales. El aumento de las inversiones y una mejor ciencia centrada en las prioridades adecuadas son condiciones necesarias, pero deben acompañarse de otros instrumentos que aborden los asuntos de recursos humanos, derechos de propiedad intelectual, sistemas regulatorios de bioseguridad y otras acciones dirigidas a promover la innovación y el desarrollo de los nuevos mercados para los bioproductos.

1. *Los temas de propiedad intelectual* tienen particular relevancia para ALC. En términos generales, la creciente importancia de la intensidad del conocimiento en los sistemas de producción y el surgimiento de la biotecnología provocan un desplazamiento notable del “espacio tecnológico” en la dirección del sector privado. La importancia de las tecnologías patentadas crece al enfrentar-

se al dominio de bienes públicos en la agricultura orientada convencionalmente. Esto exige una revisión profunda y continua de la investigación en tecnología, de las políticas de desarrollo y de los sistemas de organización, para reconocer los requisitos de gestión más complejos de los procesos de I+D. Además, es importante también para establecer las condiciones adecuadas para promover las inversiones y el acceso a tecnologías desarrolladas originalmente para otros entornos. Lo que ha estado ocurriendo en el área de los biocombustibles es un indicador de la importancia de la PI, en general, y de las patentes, en particular.

Hasta inicios del 2008 se habían presentado en todo el mundo 2.796 patentes relacionadas con biocombustibles; 1.047 de ellas en el periodo 2006-2007.²¹ Más específicamente, los derechos de propiedad intelectual son un aspecto clave para percibir eficazmente el potencial de los recursos genéticos y la biodiversidad de la región, sobre todo porque a la fecha el marco para regular el reparto del acceso y de la distribución de los beneficios sigue estando en fase de desarrollo en su mayoría. Si bien muchos países de ALC están activos en el Convenio sobre la diversidad biológica y el Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, en el ámbito nacional todavía son un poco pequeños en términos de los mecanismos concretos necesarios para la transformación efectiva del potencial en beneficios reales. Las políticas en este sentido deben tener en cuenta la promoción de la participación privada en las actividades de investigación y desarrollo y también deben incluir cuestiones más globales atinentes a la creación de un entorno adecuado para una mayor inversión directa nacional y extranjera en la valorización de la biodiversidad y las actividades de desarrollo de negocios.

2. *Las regulaciones de bioseguridad* presentan un cuadro similar al de los DPI. Desde el punto de vista del desarrollo de la bioeconomía, la bioseguridad es un tema clave, no solo vinculado a las aplicaciones biotecnológicas de hoy en día. Las aplicaciones que la bioeconomía hará en el futuro de materiales vegetales –para producir biocombustibles, por ejemplo– serán altamente dependientes de la ingeniería genética y de la aplicación del conocimiento a partir de la biotecnología vegetal moderna, para explotar plenamente nuevos usos o entornos de producción. Además, se debe esperar un mayor avance en el desarrollo, las pruebas, la distribución y el cultivo de especies en ambientes en los que sus potenciales beneficios económicos y, sobre todo, sociales y ambientales, sean todavía en gran parte desconocidos. Trabajar en este campo es de particular importancia para los países más pequeños, ya que pueden aprovecharse de la I+D externos y captar beneficios. Los sistemas existentes también discriminan a las instituciones nacionales de investigación públi-

21 El término “patentes” se refiere a las solicitudes de patentes de los Estados Unidos, las solicitudes internacionales PCT y las patentes estadounidenses otorgadas publicadas hasta noviembre del 2007 (www.bakerdaniels.com).

ca y a las empresas nacionales y su capacidad para convertirse en agentes activos en el desarrollo del producto –por ejemplo, al añadir iniciativas al valor de la biodiversidad–. Al tener, por lo general, una posición financiera más débil que las grandes corporaciones multinacionales, es más difícil para ellos asumir los costos adicionales que esto suponga. Una revisión a profundidad y el análisis de alternativas son cuestiones definitivas para el impacto futuro de las estrategias de la bioeconomía en las oportunidades de desarrollo social y económico de la región.

3. *El desarrollo de las nuevas normas de productos y procesos* es también una cuestión fundamental para el desarrollo del mercado de los productos biológicos. Los estándares son elementos esenciales que engloban la demanda inicial y permiten una comunicación efectiva entre los agentes dentro de un mercado determinado y en mercados relacionados. Son la base de la transparencia del mercado, proporcionan métodos de referencia común y requisitos con el fin de verificar las afirmaciones sobre estos productos (por ejemplo, biodegradabilidad, contenidos de materia orgánica, reciclaje y sostenibilidad). Sirven de orientación a la inversión y a la toma de decisiones económicas relacionadas. Las experiencias de los países europeos con la Iniciativa de mercados líderes y de los Estados Unidos con la certificación orgánica USDA desplegada en la etiqueta de los productos, así como los reglamentos de mezcla mínima de biocombustibles en muchos de los países de la región de ALC demuestran claramente la importancia y eficacia de este tipo de incentivos/mecanismos de regulación.

Observaciones finales

Los puntos expuestos en esta nota destacan que a pesar de que es posible que no haya una discusión explícita y un esfuerzo dirigido a promover explícitamente una bioeconomía para ALC, los procesos ya están presentes y evolucionando de acuerdo con las condiciones del mercado con base en las características de los recursos de la región y en los modos de inserción en los mercados internacionales. Esto no debería ser una sorpresa, ya que la bioeconomía está lejos de ser un modelo ideal para ser inducido en la consecución de los objetivos deseados. Es más bien una respuesta necesaria a los desafíos globales percibidos, así como un proceso que surge de la necesidad de enfrentar los retos de la disminución de los recursos, el cambio climático y la creciente demanda mundial que se construye sobre el terreno de una amplia y creciente base de conocimientos acumulados en las últimas décadas, que hacen que partir de los comportamientos pasados sea no solo deseable, sino posible.

En este contexto, la región de ALC desempeña un doble papel crítico. Debido al peso de sus recursos naturales en los mercados globales, en cualquier escenario posible, su evolución es un componente crítico para el equilibrio necesario entre la seguridad alimentaria mundial y el medio

ambiente. Al mismo tiempo, el desarrollo de la bioeconomía puede anticiparse para hacer una contribución significativa a los objetivos nacionales de seguridad alimentaria y a la mitigación de la pobreza en los planos nacionales y regionales. De acuerdo con ello, se ha identificado un conjunto de seis vías que representan posibles puntos de entrada para la promoción y la implementación de los cambios necesarios y también se han discutido algunas de las limitaciones comunes que deben enfrentarse para avanzar. Las ideas expuestas no pretenden ser exclusivas respecto a las opciones, ni extensas en la profundidad del análisis. Lejos de esto, son solo una primera aproximación concebida para generar más discusión. No obstante, se espera poner de relieve dos aspectos que de ninguna manera son de menor importancia. Uno de ellos es que la transición a las nuevas situaciones en las que la biomasa y los procesos biológicos desempeñen un papel más importante y más eficaz en el cumplimiento de los retos señalados, no va a evolucionar en un entorno de “negocios como siempre”. El segundo, directamente relacionado con el anterior, es que para aprovechar las nuevas oportunidades se tendrán que movilizar cambios políticos e institucionales significativos.

Referencias

- BECOTEPS. 2011. *The European Bioeconomy in 2030. Delivering Sustainable Growth by addressing the Grand Societal Challenges*. <http://www.epsoweb.org/file/560>
- BIOPOL. 2009. *Final Report of the assessment of biorefinery concepts and the implications for agricultural and forestry policy (Biopol) project*. www.biorefinery.nl/biopol
- Brookes Graham & Barfoot Peter. 2012. Global Impact of Biotech Crops: Environmental Effects, 1996-2010, GM Crops 3: 2 Abril-Junio 2012, p. 1-9. www.landesbioscience.com/journal/gmcrops
- Bruins, Marieke and Sanders, Johan. 2012. Small-scale Processing of Biomass for Biorefinery. *Bio-fuel, Bioproducts and Biorefining* 6 (2). 135-145.
- Diaz-Chavez, Rocio A. 2010. *Assessment of existing Socioeconomic Principles, Criteria and Indicators for Biomass Production and Conversion*. www.globalbiopact.eu
- Cepal. 2011. Análisis comparativo de patentes en la cadena de producción de biocombustibles entre América Latina y el resto del mundo. En *Diálogo de políticas sobre desarrollo institucional e innovación en biocombustibles en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile, Chile: Comisión Económica para América Latina.
- Echeverría, Rubén G. y Trigo, Eduardo. 2008. Los retos de la investigación agroalimentaria en América Latina. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- European Commission. 2005. *New perspectives on the knowledge based bio-economy: A conference report*. Bruselas, Bélgica: European Commission.
- Fraley, Robb. 2008. *Innovando para el futuro*. PPT presentation. Monsanto Corp., USA: Chief Technology Officer.
- Gazzoni, Decio Luiz. 2009. *Biocombustibles y alimentos en ALC*. San José, Costa Rica: IICA. <http://www.iica.int/Esp/organizacion/LTGC/modernizacion/Publicaciones%20de%20Modernizacin%20Institucional/B1569E.pdf>

- Gressel, Jonathan. 2008. *Genetic Glass Ceilings: Transgenics for Crop Biodiversity*. Washington D. C., USA: John Hopkins University Press.
- _____. 2008. Transgenics are imperative for biofuel crops. *Plant Science*. Volume 174, Issue 3, March 2008, 246-263.
- Henry, Guy y Trigo, Eduardo J. 2010. The Knowledge Based Bio-economy at Work: From Large Scale Experiences to Instruments for Rural and Local Development. En *Innovation and Sustainable Development in Agriculture and Food*. <http://www.isda2010.net/>
- IICA. 2010. *América Latina y el Caribe. Mapeo político-institucional y análisis de la competencia entre producción de alimentos y bioenergía*. San José, C. R.: IICA.
- James, Clive. 2012. *Situación global de los cultivos transgénicos/GM comercializados: 2012 (resumen ejecutivo)*. Metro Manila, Filipinas: International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications –ISAAA–. www.isaaa.org
- Katz, Jorge, Bárcena, Alicia, Morales, César y Schaper, Marianne. (Eds.). 2004. *Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto*. Santiago de Chile, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal)-Naciones Unidas.
- Langeveld, Hans, Dixon J. y J. F. Jaworski. Development Perspectives of the Biobased Economy: A Review. *Crop Science*, Vol. 50, March-April 2010.
- Lusser, Maria, Parisi, Claudia, Plan, Damien y Rodríguez-Cerezo, Emilio. 2011. *New Plant Breeding Techniques: State-of-the-art and Prospects for Commercial Development*. Luxemburgo: European Commission, Joint Research Centre (JRC), Institute for Prospective Technological Studies (IPTS).
- Mathews, Kenneth H. y McConnell, Michael J. 2009. *Ethanol Co-Product Use in U.S. Cattle Feeding: Lessons Learned and Considerations*. <http://www.ers.usda.gov/media/147398/fds09d01.pdf>
- Mittal Anuradha, 2009. The 2008 Food Price Crisis: Rethinking Food Security Policies. G-24 Discussion Paper Series. No. 56, June 2009, United Nations Conference on Trade and Development, Ginebra, Suiza.
- OECD. 2010. *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*. Paris, France: OECD International Futures Project.
- OECD. 2008. *Biofuels: is the cure worse than the disease? Round Table on Sustainable Development*. Oslo, Norway: IEA Bioenergy Executive Committee, 14 may.
- Roca, William, Espinoza, Catherine y Panta, Ana *et al.* 2004. Agricultural Applications of Biotechnology and the Potential for Biodiversity Valorization in Latin America and the Caribbean. *AgBioForum*, 7(1&2): 13-22.

- Rocha, Pedro. 2011. Agro-biotechnologies: Bio-Logical tools at the service of agriculture. *Comun IICA*, 8 (enero-junio):23-31. <http://repiica.iica.int/docs/b2200i/b2200i.pdf>
- Royal Society of London. 2009. *Reaping the Benefits: Science and the Sustainable Intensification of Global Agriculture*. Londres: Royal Society.
- Shepard, Andy W., Raghu, S., Cameron, Begley y Richardson, David. Biosecurity in the new bioeconomy. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2011, 3:1-3
- Stads, Gert-Jan and Beintema, Nienke. 2009. *Investigación agrícola pública en América Latina y el Caribe: tendencias de capacidad e inversión*. Informe Síntesis, ASTI, IFPRI, Washington D. C. Marzo 2009.
- The Bio-Economy Research and Technology Council. 2010. *Bio-economy Innovation, Bio-economy Council Report 201*. Berlín: BÖR.
- Trigo, Eduardo J. 2012. *Los nuevos escenarios para la institucionalidad de la investigación agroalimentaria en América Latina y el Caribe*. Washington D. C.: Interamerican Development Bank.
- Trigo, Eduardo y Cap, Eugenio. 2013. Transforming agriculture in Argentina: the role of genetically modified (GM) crops. *Successful Agricultural Innovation in Emerging Economies*. En Bennett, David J. y Jennings, Richard C. (Eds.) Cambridge, UK: Cambridge University Press (ISBN 978-1-107-02670-4 Hardback), forthcoming 2013.
- Trigo, Eduardo, Falck-Zepeda, José Benjamín y Falconi, César. 2010. *Biotechnología agropecuaria para el desarrollo en América Latina: oportunidades y retos*. Documentos de Trabajo ALC 01/10. Programa de Cooperación, FAO/Banco Interamericano de Desarrollo, Servicio para América Latina y el Caribe, División del Centro de Inversiones.
- Trigo, Eduardo, Cap, Eugenio, Villarreal, Federico y Malach, Valeria. 2009. Innovating in the Pampas Zero-tillage soybean cultivation in Argentina. En *Millions Fed: Proven successes in agricultural development* David J. Spielman y Rajul Pandya-Lorch. (Eds.). Washington D. C.: IFPRI Books (ISBN 978-0-89629-661-9).
- Trigo, Eduardo. 2002. *Developing and Accessing Agricultural Biotechnology in Emerging Economies: Policy Options in Different Country Contexts*. París, Francia: Global Forum on Knowledge Economy–Biotechnology, Organization for Economic Cooperation and Development, OECD, Directorate for Food Agriculture and Fisheries.
- Trostle, Ronald. 2008. *Global Agricultural Supply and demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices*. WRS-0801 Economic Research Service, USDA. <http://www.ers.usda.gov>.
- UNEP. 2011a. *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel*. Fischer-Kowalski,

- M., Swilling, M., von Weizsäcker, E. U., Ren, Y., Moriguchi, Y., Crane, W., Krausmann, F., Eisenmenger, N., Giljum, S., Hennicke, P., Romero Lankao, P., Siriban Manalang, A., Sewerin, S. UNEP. 2011b. *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*. www.unep.org/greeneconomy.
- Von Braun, Joachim y Kennedy, Eileen. (Eds.). 1994. *Agricultural Commercialization, Economic Development and Nutrition*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press for the International Food Policy Research Institute.
- World Bank. 2007. *World Development Report 2008: Agriculture for Development*. Washington, D. C.: The World Bank.
- WWF. World Wildlife Fund. 2009. *Industrial Biotechnology—More than green fuel in a dirty economy*. http://www.bio-economy.net/reports/files/wwf_biotech.pdf

Recursos naturales en América Latina y el Caribe: una perspectiva en bioeconomía

Elizabeth Hodson de Jaramillo¹ y Paul Chavarriaga-Aguirre²

Introducción

Varias crisis simultáneas presentadas durante la última década en clima, biodiversidad, combustible, alimentos, agua y paralelamente en el sistema financiero y la economía en su conjunto han promovido desarrollos para el uso sostenible de los recursos naturales (RRNN) como un medio para reducir los riesgos ambientales y mejorar el bienestar humano y la equidad social (UNEP 2011). Se espera que la población mundial exceda los 8.2 billones de personas para 2030 y que la economía mundial se duplique. El incremento en los ingresos y las aspiraciones por mejores niveles de vida aumentarán la presión sobre los recursos naturales del planeta (OECD 2010). Satisfacer las crecientes demandas mundiales de alimentos y otros productos agrícolas representa una importante oportunidad económica para América Latina y el Caribe para lo cual se requiere innovación estratégica.

El concepto de bioeconomía basada en el conocimiento (KBBE, por su sigla en inglés) es una respuesta a estos desafíos. Los desarrollos en bioeconomía están orientados a contribuir a la conservación y al uso sostenible de la biodiversidad por medio de la promoción del comercio, de la inversión en productos y servicios y a reducir la dependencia de combustibles fósiles y recursos no renovables. Está dirigido a transformar los conocimientos de las ciencias de la vida en productos nuevos, sostenibles, ecoeficientes y competitivos. En términos generales, uno de los componentes principales de los desarrollos en KBBE es la capacidad de los RRNN para la producción de biomasa y su posterior transformación en productos útiles.

1 Profesora emérita Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Correo electrónico: ehodson8@outlook.com

2 Investigador Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Correo electrónico: p.chavarriaga@cgiar.org

La bioeconomía abarca la producción de los recursos biológicos renovables y su conversión en alimentos, piensos, productos de base biológica y bioenergía. Incluye componentes de agricultura, silvicultura, pesca, producción de alimentos, pulpa y papel, así como aspectos de las industrias química, biotecnológica y energética. Sus sectores tienen un fuerte potencial de innovación por la aplicación de una amplia gama de ciencias (biología, agronomía, ecología, tecnología de alimentos y ciencias sociales); tecnologías industriales (biotecnologías, nanotecnología, tecnologías de la información y la comunicación (TIC) e ingenierías), así como conocimientos locales (EC 2012). El biocomercio, uno de los componentes de la bioeconomía, se refiere a aquellas actividades relacionadas con la colección o producción, transformación y comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad nativa (recursos genéticos, especies y ecosistemas) según criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica (UNCTAD 2007). Los mercados potenciales, las cadenas de abastecimiento y las redes de distribución son consideraciones adicionales para el biocomercio.

Los recursos naturales (RRNN) son sustancias o materiales presentes en la naturaleza considerados útiles o de valor para la humanidad. Su importancia para la bioeconomía radica en su disponibilidad (oferta) y en su posible demanda, en relación con la utilidad para los sistemas productivos. Minería, extracción y purificación de petróleo, silvicultura, pesca, caza y actividades similares se consideran industrias de recursos naturales, aunque no la agricultura. En general los RRNN se clasifican en renovables (recursos vivos como fauna, flora y microflora) y recursos no renovables (no vivos, como minerales). Los recursos naturales extraídos de la biosfera se categorizan como bióticos. El petróleo se incluye en la categoría de recursos naturales bióticos debido a su origen orgánico. La tierra –suelo–, agua, aire, minerales, metales y otros materiales similares (no vivos) se agrupan en la categoría de recursos naturales abióticos.

Los RRNN tienen importancia excepcional para el desarrollo social, cultural y económico de la humanidad, puesto que forman parte del patrimonio nacional de cada país y representan significativos valores ambientales, culturales y económicos. Las tecnologías y la forma como las utilizamos son un desafío creciente para lograr un desarrollo sostenible, así como los aspectos –de importancia fundamental– relacionados con gobernabilidad, organización social y derechos humanos (Hodson 2009). La biodiversidad y los ecosistemas ofrecen servicios ecosistémicos –ES– y directamente proporcionan insumos para la producción de sectores clave de la economía como el agua, la calidad del aire, la fertilidad del suelo, la polinización, el control de plagas y enfermedades, el crecimiento y la multiplicación de especies alimenticias, el reciclaje de nutrientes, suelos fértiles y prevención de la erosión y, adicionalmente, para el control de servicios como la regulación del clima, aguas, mitigación de tormentas, asimilación de residuos, entre muchas otras funciones (Schuler *et al.* 2011). El CDB (2010) describe la importancia de la biodiversidad:

[...] Contribuye para la seguridad alimentaria, la salud humana, el suministro de aire y agua; contribuye a los medios de subsistencia locales y el desarrollo económico y es esencial para el logro de los objetivos de desarrollo del Milenio, incluyendo la reducción de la pobreza.

En el marco del proyecto ALCUE FP7-KBBE “Hacia una bioeconomía basada en el conocimiento en la región de América Latina y el Caribe en asociación con Europa”, el primer paso, en cuanto a promover el desarrollo de la bioeconomía en América Latina, es establecer una base de la información e identificar posibles futuros desarrollos y limitaciones (*benchmarking*). La evaluación de los recursos naturales existentes (RRNN) en América Latina y el Caribe (ALC) es uno de los elementos de este análisis. En este contexto, el presente documento identifica algunas alternativas que pueden utilizarse para aprovechar el potencial de la región. Se realizó un análisis de FODA transformativo para tres grupos temáticos seleccionados con el fin de establecer las principales oportunidades, limitaciones y requerimientos para el desarrollo de la KBBE en ALC. El objetivo del documento es identificar posibles ventajas que surgen de la base de RRNN en relación con desarrollos de la bioeconomía en América Latina y el Caribe, las principales limitaciones que existen para desarrollar el potencial y, tentativamente, proponer posibles alternativas de políticas para superarlos.

Importancia de los recursos naturales en ALC

La región de América Latina y el Caribe (ALC) cuenta con uno de los mayores patrimonios de capital natural en el mundo, con una extraordinaria riqueza de recursos naturales, en términos de tierra, agua y biodiversidad así como gran variedad de culturas de creciente valor estratégico para un mundo de base biológica. Esto representa una fuente de crecimiento económico y le da el potencial para convertirse en el líder mundial en oferta de los servicios que le proporcionan sus ecosistemas y su biodiversidad y, a cambio, percibir nuevos beneficios provenientes de esta conservación y manejo sostenible. La región es uno de los líderes mundiales que aprovecha los beneficios de las nuevas biotecnologías (Trigo y Henry 2011). También se destaca por ser líder en la producción y exportación de soya, azúcar, café, frutas, aves de corral, carne de res y, más recientemente, etanol (IDB 2012).

La abundancia RRNN de América Latina y el Caribe incluyendo biodiversidad y geodiversidad ubica a la región en una posición privilegiada en cuanto al potencial para el desarrollo de la KBBE. A lo largo de la historia, esta riqueza ha sido fundamental para las economías de ALC. La producción de metales preciosos, azúcar, caucho, granos, café, cobre y petróleo en distintos periodos de la historia hicieron de los países de ALC –y sus poderes coloniales–, algunos de los

más prósperos del mundo. Adecuadamente manejados, los RRNN constituyen una fuente decisiva de crecimiento y desarrollo. Las exportaciones de materias primas siempre han fortalecido las economías de la región. La agroindustria de ALC ha experimentado un intenso crecimiento como resultado del incremento de la demanda mundial y de los precios internacionales tanto de los agroalimentos como de materias primas para la producción de biocombustibles. Aproximadamente el 54% de las exportaciones de la región son “bienes básicos”, *commodities* (UNEP 2010).

La región es una superpotencia en biodiversidad. Incluye cinco de diez países de mayor biodiversidad del mundo –Brasil, Colombia, Ecuador, México y Perú–, así como el área más diversa biológicamente del mundo: la selva amazónica. América del Sur por sí misma tiene más del 40% de la biodiversidad de la Tierra y más de una cuarta parte de sus bosques. El Arrecife Mesoamericano es el arrecife de coral más grande del hemisferio occidental. Centroamérica, con solo 0,5% de la masa de Tierra del mundo tiene 10% de su biodiversidad (Bovarnick *et al.* 2010).

Brasil, uno de los países megadiversos tiene la mayor biodiversidad del mundo y es el segundo en número de especies endémicas. Alberga aproximadamente el 60% de la selva amazónica, con casi el 10% de todas las especies en el mundo. Adicional a la riqueza de biodiversidad existente en ese país, los Andes Tropicales (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) es la región más rica y más diversa en la Tierra en biodiversidad. Es uno de los principales centros de domesticación de especies del mundo, según Vavilov –y supera ampliamente la diversidad de cualquier otro punto de gran diversidad *hot spot* en el mundo–. Contiene aproximadamente una sexta parte de toda la vida vegetal en menos de uno por ciento (0,8%) de la superficie del mundo, en una extensión de 1.542.644 km², desde el oeste de Venezuela al norte de Chile y Argentina, incluyendo grandes porciones de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Los Andes Tropicales ocupan el primer lugar en el mundo en diversidad y endemismo de plantas vasculares, aves, anfibios y total de vertebrados (excepto peces). La subregión también es centro de origen de importantes recursos fitogenéticos andino-amazónicos que suministran aproximadamente el 35% de la producción mundial de alimentos agrícolas y de producción industrial (Schuler *et al.* 2011). Muchas poblaciones rurales e indígenas dependen de la biodiversidad para su sustento, incluyendo agricultura, pesca y productos forestales no maderables. El conjunto inmenso de los recursos naturales de la región constituye un laboratorio excepcional para desarrollar productos y procesos que podrían proporcionar soluciones médicas para las generaciones actuales y futuras (Bovarnick *et al.* 2010; UNDP 2010). El uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de diversidad biológica específica es uno de los pilares para el desarrollo en países con alta biodiversidad. Esto debe asociarse con la implementación de mercados diversificados que favorezcan la calidad y el valor agregado de los productos obtenidos directamente, así como los servicios derivados de su utilización.

La región ALC tiene solo 16% de la superficie terrestre mundial y el 10% de la población mundial. Contiene el 28% de la tierra cultivable del mundo, 33% de su agua renovable y la tasa más alta de la superficie de la Tierra por habitante. Se estima que ALC tiene el 31% de los 35 millones km³ de recursos de agua dulce del planeta. Algunos de los principales ríos del mundo se encuentran en América Latina –el Amazonas, el Paraná-Paraguay, el Orinoco, el Uruguay, el Magdalena-Cauca y el Usumacinta– (UNEP 2010). En términos generales, la mayoría de la región ALC presenta precipitaciones de moderada a alta (800-2000 mm), con un pequeño porcentaje de zonas con poca precipitación. La mayor parte de la tierra en América Latina no ha mostrado limitaciones severas de clima, exceptuando algunas zonas –alrededor del 17% del área total– con limitaciones de humedad y escasas zonas de restricciones estacionales de humedad (GAEZ 2000). Sin embargo, entre otros efectos, el cambio climático global ha aumentado la intensidad y frecuencia de los huracanes en el Caribe; ha provocado cambios en la distribución y en los patrones de intensidad de precipitación y en temperaturas; ha influido en el incremento de las sequías. Además, se anticipan algunos otros efectos (UNEP 2010).

En relación con la tierra, ALC presenta ventajas para el desarrollo sostenible y para contribuir al crecimiento económico y a la promoción de la bioeconomía. De acuerdo con el Instituto Internacional para el análisis de sistemas aplicados (Véase <http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/LUC/GAEZ/index.htm>): la extensión conjunta de Sur y Centroamérica es de 2.049 millones de hectáreas de tierras, de los cuales 853 millones son tierras con potencial de cultivo. Un total de 346 m son bosques, 16 m de vivienda y la infraestructura y 1.048 m no son aptos para el cultivo (Tablas 1 y 2).

Con el fin de aliviar el hambre y la pobreza en un contexto de la sostenibilidad ambiental y paralelamente crear nuevas fuentes de crecimiento económico y social equitativo es esencial articular los RRNN y la subsistencia con el papel que cumplen la biodiversidad y los sistemas naturales en enfrentar otros desafíos de sostenibilidad, como el cambio climático, la escasez de agua y la agricultura. El uso sostenible de la biodiversidad beneficia a la gente de varias maneras porque mejora la salud, incrementa la seguridad alimentaria y reduce la pobreza. Igualmente, protege la diversidad natural (SCDB 2010). Los principales requerimientos para ello son el fortalecimiento de la gestión de los ecosistemas, las consideraciones sobre el valor de los servicios ecosistémicos y de biodiversidad y el mejoramiento de la capacidad técnica e institucional, particularmente en las áreas de agricultura, turismo, pesca y silvicultura (IDB 2012).

La producción de recursos naturales presenta una gran heterogeneidad entre los países de ALC de acuerdo con diversas consideraciones. La mayor parte del producto interno bruto (PIB) de ALC se genera precisamente en los países que dependen en gran medida de los ingresos fiscales provenientes de la producción y exportación de materias primas (*commodities*). De las siete economías

ALC-7,³ que alcanzan aproximadamente el 85% del PIB regional, seis tienen una participación significativa proveniente de la producción y exportación de materias primas (*commodities*) la cual, en los promedios 2004-2008, oscila entre el 10 y el 49%. Estos seis países son Argentina –productos agrícolas de exportación–, Chile –cobre–, Colombia –petróleo y manufacturas–, México –hidrocarburos–, Perú –minería– y la República Bolivariana de Venezuela –hidrocarburos– (IDB 2012).

Tabla 1. Tierras con potencial para los principales cultivos de secano –alimentos y fibra– (millones/ha)

Región	Total Tierra	Tierra con potencial de cultivo		Vivienda, infraestructura	No adecuada
		Total	Bosques t		
América Central y del Sur	2049	858	346	16	1.048

Fuente: GAEZ 2000.

Tabla 2. Tierras de cultivo de secano 1994-1996 y potencial de cultivo de secano para los principales cultivos de alimentos y fibra (millones/ha)

Región	Tierras de cultivo de secano 1994-1996	Terreno con buen potencial para cultivo		Terreno con potencial moderado para cultivo	
		Total	Bosques	Total	Bosques
América Central y del Sur	141	698	281	161	65

Fuentes: GAEZ 2000.

La amplia diversidad de bosques en América Latina y el Caribe genera una serie de bienes y servicios que van desde madera y leña, productos de base biológica y plantas medicinales, hasta servicios ambientales como control de la erosión, de inundaciones y regulación del clima, así como el reciclaje de nutrientes. Las oportunidades de las poblaciones locales para incorporar nuevas tecnologías y usos alternativos y sostenibles del suelo deben continuar expendiéndose, incluyendo la generación de ingresos en actividades no agrícolas que puedan aliviar las presiones sobre el medio ambiente (UNEP 2010). Las plantas y los microorganismos son los grupos más representativos de la biodiversidad que se está utilizando como fuente de desarrollos industriales, alimentos, fibra, combustibles, medicamentos y materias primas. La industria farmacéutica es el sector más importante porque utiliza las plantas para la producción de medicamentos y drogas. Igualmente, las em-

3 Los siete países más grandes de la región son Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú y Venezuela.

plea para la elaboración de adhesivos, jabones, cosméticos, colorantes, lubricantes y pulidores, dentro de muchos otros productos. La biomasa vegetal también es una fuente importante de energía renovable y una oportunidad novedosa para aprovechar el potencial de la biotecnología (Schuler *et al.* 2011; Ruane *et al.* 2010). Las biotecnologías industriales y ambientales son una categoría muy vasta de tecnologías que utilizan microorganismos y enzimas en una amplia gama de industrias y procesos, como control de contaminación, biolixiviación y biorremediación, entre otros.

Los desarrollos en investigación e innovación deben buscar incrementar la capacidad de adaptación de las plantas, de los animales y de los sistemas de producción agrícola, para enfrentar los rápidos cambios en clima y ambiente y la reducción de recursos. Esto incluye trabajar con diversificación y adaptación específica, sistemas mixtos de producción agrícola y de prácticas culturales, adaptación a estreses bióticos y abióticos, conservación y uso de la biodiversidad, mitigación específica del cambio climático y medidas de adaptación al estrés en campo. La investigación también debe promover el manejo sostenible de los suelos, utilizar los avances en agricultura de conservación, reducir las emisiones de gases efecto invernadero de las actividades agrícolas y forestales y mejorar la captura de carbono (secuestro de CO₂) en los suelos (EC 2012). La dependencia de 15 especies de cultivos que proporcionan más del 80% de los alimentos del mundo (después de 10.000 años de agricultura y del descubrimiento de 50.000 variedades de plantas comestibles), y de utilizar para alimento solamente unas pocas de las numerosas especies de animales es uno de los factores que aumenta la vulnerabilidad de la agricultura y el empobrecimiento de la dieta humana. Como resultado, muchos cultivos regionales y locales que tradicionalmente han sido importantes para la alimentación de los sectores más pobres de la sociedad, hoy se subutilizan o están abandonados. Se trata de recursos valiosos, con gran potencial para actividades relacionadas con KBBE, que requieren esfuerzos en I+D (FAO 2011).

El manejo adecuado de la biodiversidad juega un papel fundamental en el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles y de estrategias contra la desnutrición. La integración de la biodiversidad a las políticas de seguridad alimentaria y contra el hambre puede generar mayores beneficios socioeconómicos (incluyendo el apoyo a la reducción de la pobreza), que en cualquier otro sector (Toledo y Burlingame 2006). En este contexto, uno de los mayores retos técnicos es acelerar el desarrollo e introducir avances biotecnológicos, que permitan el incremento de la productividad (para cultivos, animales, algas, peces, flores y alimentos) y sean sostenibles en el sentido de que no sean nocivas para el suelo, el agua, los recursos ecológicos ni las condiciones atmosféricas de las que depende la producción futura de alimentos (FAO 2011).

La biotecnología agrícola, incluyendo el mejoramiento genético de variedades vegetales y de poblaciones animales para aumentar sus rendimientos o la caracterización genética y conser-

vacación de recursos genéticos son herramientas muy importantes para aumentar y mejorar la capacidad de producción de alimentos y para promover la sostenibilidad (Ruane *et al.* 2010). En las zonas agrícolas tradicionales, la biotecnología moderna ofrece una oportunidad para incrementar la productividad y reducir significativamente el uso de insumos químicos agrícolas y para mejorar los sistemas agrobiológicos naturales (Roca *et al.* 2004). Por un lado, algunos de los avances biotecnológicos comprenden: identificación de genes de interés para la producción de cultivos (como resistencia/tolerancia a plagas y enfermedades, tolerancia al estrés abiótico), mejora del valor nutricional, obtención de compuestos de interés, mejora de las calidades industriales o de procesamiento. Por otro lado, la producción de biofertilizantes y bioplaguicidas, que reducen el uso de productos químicos contaminantes y representan una práctica ecológica y sostenible es una industria muy promisoría y con alto potencial en ALC. La metagenómica –para estudios de microorganismos del suelo–, la genómica funcional y la genómica de plantas jugarán un papel fundamental en la agricultura y la energía del siglo XXI, así como en la protección y cuidado del ambiente. El valor económico del abundante reservorio de características genéticas encontradas en variedades silvestres y razas criollas de especies cultivadas es extremadamente importante para el desarrollo de la bioeconomía. La genómica vegetal tiene aplicaciones disciplinarias transversales muy importantes y de hecho, adicional a la biología básica, ha originado avances en medicina, química e ingeniería (The National Academies of Sciences 2007).

Las biorrefinerías y los bioproductos son algunos de los conceptos clave de la bioeconomía. Las primeras son esencialmente similares a las refinerías de petróleo, instalaciones destinadas a transformar la biomasa en un amplio espectro de productos o de energía comercializable (Trigo y Henry 2011). De gran interés mundial es el desarrollo de combustibles de segunda generación, que son los derivados de la biomasa lignocelulósica (LC) no comestible, ya sea residuos de explotación forestal o de producción de cultivos alimenticios (como el maíz o la cascarilla de arroz) o también la biomasa de plantas completas como hierbas o árboles cultivados específicamente para propósitos de biocombustibles. La OECD (2010) considera que si la segunda generación de biocombustibles basados en residuos de biomasa está disponible para el 2030, podría evitarse la expansión de tierras agrícolas prevista para la producción de biocombustibles, y de igual manera, podría reducirse el incremento en el uso de plaguicidas, fertilizantes y agua, así como los consecuentes impactos en biodiversidad y en los ecosistemas.

Enfoque y métodos

La inconmensurable diversidad en la región de América Latina y el Caribe hace muy difícil evaluar en un simple análisis las incalculables posibilidades potenciales para desarrollo de la bioeconomía.

El análisis presentado es una primera aproximación que debe ser complementada y articulada con las otras tareas dentro de las actividades del proyecto.

Con base en las cuatro áreas previamente definidas en el marco del proyecto ALCUE-KBBE, a saber, biocombustibles, biotecnología, biodiversidad e intensificación ecológica (Trigo 2011) se definieron, priorizaron y analizaron cadenas productivas potenciales. En el marco de actividades basadas en biodiversidad, el análisis de cadenas de valor es un enfoque que permite el apoyo sectorial. Se inicia con el establecimiento de una actitud colaborativa, se identifican necesidades, limitaciones y fortalezas y se desarrollan estrategias que promuevan el comercio sostenible de productos derivados de la biodiversidad. La implementación de estas estrategias permite incrementar la competitividad en el sector y facilitar la coordinación entre los diferentes actores y conlleva beneficios ambientales, sociales y económicos (UNCTAD 2009).

El análisis FODA es una de las herramientas utilizadas en la planificación estratégica. Ayuda a identificar los factores fundamentales y críticos relacionados con un desarrollo determinado con el fin de formular estrategias para superar las condiciones desfavorables y hacer el mejor uso de las favorables, con el fin de alcanzar los objetivos planteados. El análisis evalúa las fortalezas, las debilidades o limitaciones, las oportunidades y las amenazas de un determinado proyecto. Confrontando fortalezas/oportunidades es posible encontrar ventajas competitivas, y al cotejar debilidades/amenazas se pueden definir actividades que permitan minimizarlas o reducirlas. El análisis facilita la visualización de los recursos y capacidades para formular proyectos específicos. Con el análisis FODA tradicional se identificaron las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas relacionadas con el uso de RRNN en el contexto de KBBE. Los resultados del FODA convencional fueron utilizados para realizar un análisis FODA transformativo, que facilita la identificación de acciones estratégicas que puedan adoptarse en el plan estratégico y definir acciones concretas.

Los pasos involucrados en el proceso de preparación y desarrollo del análisis FODA son:

- Identificación general de productos/servicios con buen potencial, recopilación de información sobre productos potenciales relevantes y comparación con una primera matriz tratando de categorizar el producto/servicio de acuerdo con aspectos definidos.
- La primera selección analizó criterios de tamizaje basados en atributos significativos del potencial real del recurso en cuestión, como la disponibilidad y el posible suministro, el uso de especies nativas, su potencial para manejo sostenible, experiencias con el producto/servicio, objetivos o propósitos del desarrollo y posibles aplicaciones, desarrollos y requerimientos en I+D, cadena de valor potencial, instituciones involucradas, infraestructura, cobertura geográfica potencial, posible demanda y familiaridad en el

mercado, capacidad para promover exportaciones, información existente y generación de beneficios socioeconómicos, entre otros criterios.

Las listas no son exhaustivas; solo dan una idea amplia de las posibilidades de aplicaciones. No todos los aspectos de posibilidades de los RRNN pueden incluirse en esta primera aproximación, se aprenderán lecciones y se requerirán ajustes posteriores. Establecer una base común y definir las posibilidades más relevantes para ALC cubriendo adecuadamente la gama completa de RRNN en cuanto a bienes o servicios es un enorme desafío.

Preselección de amplios temas y definición de los grupos prioritarios en cadenas productivas de valor estratégico, con potencial y de interés común para los socios (considerando posibles escenarios, requerimientos para el desarrollo, limitaciones y soluciones), de acuerdo con los objetivos generales. Esta selección se hizo teniendo en cuenta los aspectos de medio ambiente y biodiversidad, la tecnología (I+D), así como consideraciones socioeconómicas. Se definieron tres “ejes temáticos”, delimitados en la identificación y en el establecimiento de prioridades, representativos de diferentes aplicaciones y diversas etapas de I+D en América Latina, así: 1) nuevos productos/procesos; 2) bioenergía y 3) eointensificación-bioinoculantes.

Estos “ejes temáticos” fueron delimitados en la identificación y el establecimiento de prioridades y son representativos de diferentes aplicaciones y diversas etapas de I+D en América Latina.

Caracterización de los componentes de la cadena de valor; identificación de temas críticos y clave y recomendación de soluciones a los principales problemas. El análisis estratégico de los grupos por medio del FODA (en primera instancia el FODA convencional y posteriormente el transformativo) para cada uno de los ejes temáticos permitió la formulación de acciones concretas para enfrentar los aspectos limitantes y aprovechar las oportunidades.

Análisis y resultados

Es evidente que la región ALC constituye un importante, abundante y diverso portafolio para actividades de bioeconomía basada en desarrollos agroindustriales, que están generando un significativo valor económico. En el futuro, estas actividades se intensificarán, tanto en términos de su importancia económica como de su cobertura geográfica. Existen innumerables especies de plantas nativas con alto potencial para aprovechamiento económico en alimentos, piensos, los sectores farmacéutico y químico, biomasa (incluyendo los productos forestales no madereros –PFNM–), fuentes novedosas de biomasa y bioproductos, productos y nuevos procesos con alto valor agregado para biotecnología industrial y la utilización de residuos y subproductos de sectores industriales basados en biomasa. Dada la alta diversificación y las condiciones específicas, no

habrá un patrón común para el desarrollo de la bioeconomía en ALC sino más bien varias vías posibles, cada una de las cuales refleja diferentes aspectos y ventajas comparativas.

En todos los países de ALC, la agricultura es un sector clave, fundamental para la economía y el crecimiento, pilar de negocios y motor de desarrollo económico y social. Una ventaja comparativa relacionada con la innovación en esta región es que el uso de la biotecnología se encuentra bastante extendido y las aplicaciones biotecnológicas cuentan con buena aceptación general. Por ejemplo, allí se concentran 10 de los 29 países con siembras de cultivos transgénicos en el mundo (2011). El sector de los biocombustibles es probablemente el área más fuerte en ALC, fundamentalmente porque muchos gobiernos de la región, como Argentina, Brasil y Colombia, apoyan este sector. La región cuenta con la trayectoria más larga (más de 40 años) de experiencia en la industria del bioetanol basado en caña de azúcar.

También hay una serie de experiencias exitosas en I+D en desarrollo de nuevos usos para la biomasa (sector de biocombustibles, aplicaciones biotecnológicas y prácticas de eointensificación). Un punto de entrada clave para el modelo de bioeconomía lo constituyen las materias primas con base en biomasa (materiales leñosos, sorgo, higuera, *jatropha*, yuca, plátanos y bananos, y diversos pastos, entre otros), para obtener fuentes de energía y combustibles renovables, no fósiles. Estas materias primas alternativas ofrecen interesantes oportunidades de aprovechamiento para la agricultura en pequeña escala, ya sea mediante la generación de productos intermedios para las fábricas más grandes o mediante unidades de procesamiento pequeño en la granja para la obtención de etanol y la subsecuente generación de energía eléctrica. Sin embargo, hay una constante preocupación en relación con la posible expansión de tierras de cultivo, asociada con las alternativas de producción de biocombustibles y el debate interminable del dilema entre alimentos/combustibles.

El análisis FODA realizado demostró una gran coincidencia entre los resultados obtenidos para cada uno de los tres ejes temáticos –nuevos productos/procesos; bioenergía; eointensificación-bioinoculantes– (Tabla 3). Esto sugiere que los factores identificados son determinantes para el desarrollo de KBBE en ALC. Por otra parte, también indican que hay varios desafíos para el uso sostenible de RRNN en avances en bioeconomía en la región. ALC cuenta con capacidades en C y T para desarrollos en bioeconomía y tiene importantes recursos humanos e infraestructura, con alta concentración de científicos y capacidades en unos pocos. Se encuentran grandes diferencias en el potencial de innovación entre los países.

Tabla 3. Principales factores identificados en los análisis FODA

Fortalezas - Enorme patrimonio de RRNN, especies, agua, tierra, duración del día para la producción de biomasa. - Se cuenta con marcos normativos para el uso sostenible de RRNN, así como de los derechos de propiedad intelectual. - Las inversiones en ALC para desarrollos en KBBE se consideran atractivas y confiables. - Economías crecientes en varios países de ALC. - Alta disponibilidad de tierras cultivables, de biodiversidad y de agua (incluyendo la lluvia) en la región ALC. - La mayoría de países cuenta con políticas agrarias y ambientales que fomentan y promueven el desarrollo sostenible. - Fuerte capacidad científica y tecnológica, infraestructura y de investigadores, así como posibilidades de financiación, la cual varía entre países. - Participación de grupos de investigación en redes internacionales científicas y tecnológicas. - Costos competitivos y beneficios ambientales para muchos de los desarrollos relacionados con RRNN.	Debilidades - Deficiente capacidad para convertir la actual riqueza de RRNN en productos y servicios rentables. - Capacidades y habilidades limitadas para el diseño y la planificación de mercados. - No se conocen bien las bases genéticas de la biodiversidad. - Con frecuencia el acceso a RRNN es limitado y complicado por las normas y políticas gubernamentales. - La infraestructura para la investigación básica de alta tecnología es insuficiente. - El concepto de RRNN es demasiado amplio; es conveniente definir objetivos más específicos. - La baja utilización de residuos de la producción de etanol (bagazo y vinaza) puede impactar negativamente los recursos naturales. - Los altos requerimientos de agua para el procesamiento en las industrias de biocombustibles. - La degradación de la calidad de los suelos debido a prácticas agrícolas como las quemas. - El actual bajo uso de la biodiversidad disponible en forma sostenible es una limitación para un uso eficiente de los recursos naturales.
Oportunidades - Abundancia de recursos y especies potencialmente útiles, incluyendo genes útiles –muchos inexplorados y no utilizados– y creciente interés mundial para su aprovechamiento comercial. - Mayor conciencia sobre la importancia de apoyar desarrollos tecnológicos en un contexto de sostenibilidad y, por tanto, incremento de los mercados (demanda) para el desarrollo de la bioeconomía (productos y servicios). - Alta disponibilidad de tierra potencialmente útil con suficiente agua y el potencial de algunas especies de crecer en suelos degradados y/o condiciones semiáridas.	Amenazas - Distribución no equitativa de los beneficios derivados del uso de RRNN, lo que desalienta los desarrollos locales y la participación de las comunidades. - En algunos países de ALC se presenta inestabilidad política, situaciones políticas específicas o conflictos políticos/sociales o armados, que podrían interferir con la evolución y el acceso a RRNN. - Dificultad para obtener acceso/permisos para RRNN. - No se fortalecen las leyes o incentivos importantes y estables para promover el aprovechamiento sostenible de RRNN.

- Necesidad de desarrollar nuevas formas de gobernanza organizacional para crear ventajas competitivas para desarrollos en KBBE. - Creciente demanda de insumos agrícolas ecológicamente amigables y promoción de prácticas sostenibles. - Subutilización de varias especies nativas para alimentación humana y animal. - Mayores inversiones en industrias para reducir insumos y proteger RRNN. - Existencia de capacidades técnicas básicas e infraestructura para el desarrollo rentable de los recursos de ALC. - Muchos desarrollos biotecnológicos se utilizan en América Latina con buena aceptación de la sociedad. La percepción para nuevos desarrollos es favorable. - Tendencia a incrementar la producción de bioenergía a partir de residuos de la producción de etanol, lo cual favorece la conservación de la biodiversidad. - Necesidad de mejorar los métodos de recolección y transporte de residuos vegetales, generar menos desechos y reducir la presión sobre RRNN. - Alto potencial para el uso de materia prima alternativa (<i>jatropha</i>, aceite de palma, palmas nativas y otros) para producir bioenergía. - Alto interés y demanda de biocombustibles de segunda generación con impactos positivos sobre la biodiversidad, para lo cual se requieren desarrollos tecnológicos.	- En algunos casos hay sobreexplotación (no sostenible) de RRNN. - La biopiratería ocasiona impactos en el desarrollo de KBBE y la protección de los conocimientos ancestrales es débil. - El cambio climático y el uso de REDD (venta de derechos sobre la tierra incluyendo biodiversidad) generan impactos sobre la disponibilidad de los recursos naturales. - Las legislaciones en países desarrollados (ej. 2009/28/CE) relacionados con el uso indirecto de la tierra podrían restringir el empleo de este recurso en la región. - La competencia entre alimentos/energía y sus implicaciones en los recursos naturales. - Desventajas de las comunidades locales para negociar con los investigadores y la industria.
--	--

Fuente: elaboración propia

En el estudio se definieron varias ventajas comparativas, así como limitaciones para el desarrollo de la bioeconomía en ALC.

Dentro de las ventajas más importantes se encuentran:

1. Alto potencial (inmensa riqueza de recursos naturales –tierra, agua, biodiversidad y diversidad cultural–) así como economías emergentes e incremento de recursos humanos, que proporciona a la región un fundamento básico para una bioeconomía sólida.
2. Políticas y ambientes institucionales favorables a la bioeconomía en la mayoría de los países de la región.
3. Larga tradición en la producción de alimentos humanos y animales y de biomasa. Proveedor de alimentos, fibra y energía.

4. Liderazgos en bioenergía en Brasil, Argentina, Colombia (trayectoria de más de 40 años). Desarrollos a escala de granja en plantas alternativas (materiales leñosos, sorgo, higuera, *jatropha*, yuca, banano, plátanos y diferentes hierbas) y biocombustibles de segunda generación (a partir de residuos/desechos y subproductos).
5. La región es uno de los líderes mundiales en el aprovechamiento de los beneficios de las nuevas biotecnologías en agricultura, salud, industria y ambiente. La biotecnología en los países de ALC se encuentra bastante generalizada en agricultura (mucho más que GM), intensificación ecológica.
6. Capacidad en bioactividades.
7. Demanda y necesidades globales crecientes.
8. La mayoría de los países cuenta con sistemas regulatorios vigentes.
9. La inversión es atractiva
Las limitaciones son:
 1. El desarrollo de la bioeconomía depende no solo de la calidad y la disponibilidad de recursos, sino de factores sociales, económicos y culturales.
 2. La capacidad para transformar los desarrollos en productos y servicios rentables, así como para su mercadeo es escasa.
 3. Los desarrollos en bioeconomía requieren buena capacidad de innovación, cambio de actitud y políticas sólidas definidas –incentivos y reglas– así como liderazgo para el cambio social sostenible.
 4. No existen mecanismos adecuados para la integración sostenida y permanente de los esfuerzos públicos y privados en investigación e innovación.
 5. En algunos países y con cierta frecuencia, el acceso a RRNN se ve limitado por las políticas rígidas.

Los principales factores analizados demuestran que hay gran interés en desarrollar mayores niveles de sostenibilidad y productividad económica, lo cual a su vez puede contribuir a aliviar la pobreza, a incrementar los niveles de seguridad alimentaria y a reducir la desigualdad de ingresos. Puesto que los principales componentes de KBBE buscan la generación de empleo, el crecimiento económico, el fomento a la innovación y la protección de los recursos naturales se requiere enfocar y estimular, de manera prioritaria, políticas encaminadas a una mayor eficiencia en el uso de los RRNN y los consiguientes beneficios. Es evidente que la innovación y las políticas de apoyo a la innovación son fundamentales para el desarrollo de empresas sostenibles y altamente competitivas en KBBE. También se requiere de incentivos, regulaciones apropiadas y accesibles, así como financiación y cooperación internacional en ciencia y tecnología. Deberán definirse progra-

mas multidisciplinarios con inversión en áreas de investigación relevantes; involucrar los distintos sectores articulados con las necesidades específicas del sector y de sus clientes es una forma de promover la innovación para una bioeconomía sostenible y competitiva.

Aunque hay diferencias significativas entre los países de ALC en cuanto a capacidades científicas y de desarrollo y en estructuras productivas, el denominador común es que el crecimiento del mercado externo depende en gran medida de los RRNN. En consecuencia, los impactos de la agricultura en el ambiente, la biodiversidad, el agua y el uso del suelo son consideraciones críticas en la planeación de los desarrollos y utilización de los RRNN. Los sistemas productivos actuales necesitan reemplazarse por otros más sostenibles y con mayores mejoras sociales.

Con base en los resultados de los análisis FODA convencional y FODA transformativo, y teniendo en cuenta las consultas realizadas con los diferentes actores, fueron definidos temas específicos considerados con el mayor potencial para desarrollos KBBE en ALC (Tabla 4).

Tabla 4. Temas específicos para el desarrollo de KBBE en ALC definidos por los análisis FODA y las consultas con partes interesadas (actores)

Temas clave con mayor potencial para ALCUE-KBBE	
1. Bioenergía	Biorrefinerías y bioproductos como conceptos básicos de la bioeconomía. Es prioritario el desarrollo de combustibles de segunda generación, a partir de biomasa lignocelulósica (LC) no comestible (residuos de manejo forestal o de producción de alimentos o biomasa de plantas completas cultivadas con fines específicos de biocombustible).
2. Ecointensificación	No labranza o labranza mínima; manejo integrado de cultivos; bioinoculantes: biofertilizantes, bioplaguicidas; agricultura de precisión. Tecnologías limpias; tratamiento microbiano de residuos y desechos (biorremediación, reciclaje).
3. Valorización de la biodiversidad	Alimentos y piensos de especies nativas; productos farmacéuticos; flores; caracteres o rasgos específicos (genes).
4. Procesos y productos biotecnológicos	Biomateriales: producción de enzimas para usos industriales, biopolímeros, nutracéuticos y biosensores.

Fuente: elaboración propia

Existe una necesidad urgente de estimular una mayor eficiencia, paralelamente con la protección ambiental, en busca del bienestar socioeconómico. El desarrollo de políticas científicas, económicas y sociales en nuevos sistemas organizacionales de gobernanza que promuevan la in-

vestigación local y la I+D en recursos naturales locales constituye un gran desafío. Con el fin de definir acciones concretas y establecer las mejores opciones para aprovechar al máximo el potencial de los RRNN de ALC es fundamental que todas las partes interesadas –académica, productiva, institucional, sociedad civil y todos los sectores– se involucren en un proceso cooperativo, con el fin de analizar los objetivos tecnológicos, ambientales, sociales y económicos. Se deben realizar análisis económicos, específicamente estudios de relación costo-beneficio, con el fin de determinar la viabilidad de las actividades particulares.

Principales conclusiones y recomendaciones de políticas

Una gran preocupación mundial es el desarrollo de nuevas fuentes de energía más limpia, consistente y asequible, para promover el crecimiento sostenible. Los gobiernos están apoyando la investigación, fomentando la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías en las actividades productivas e industriales y estimulando la adopción de “tecnologías verdes” (OECD 2011). La reducción de impactos ambientales mediante nuevos sistemas y de tecnologías innovadoras requiere condiciones y políticas adecuadas. El desafío es reducir el consumo de energías relacionadas con emisiones de CO₂, mitigar el efecto invernadero de gases y disminuir la dependencia de las economías actuales de combustibles fósiles y de recursos no renovables, lo que requiere de acciones firmes, decisivas y de políticas sólidas. Los altos precios de los alimentos y la escasez de agua son otra consideración fundamental tanto para los países desarrollados como para los países en desarrollo. La innovación se percibe cada vez más como un factor esencial para enfrentar estos retos. Poder enfrentarlos adecuadamente depende, en forma decisiva, de la velocidad de innovación con nuevas tecnologías, por ejemplo en áreas de energía renovable, captura y almacenamiento de carbono, reducción de las emisiones, biorremediación, redes inteligentes, biología sintética, bioinformática y medicina personalizada (OECD y T&I 2011).

El concepto de la KBBE implica sostenibilidad ambiental, que puede ser promovida mediante el desarrollo y la aplicación de la biotecnología moderna. Actividades de I+D bien enfocadas ofrecerán soluciones para procesos y productos sustentables, así como para la prevención de la contaminación o la descontaminación. Con el fin de obtener un desarrollo sostenible se debe enfatizar en el desarrollo de sistemas para un uso integral y completo de la biomasa y definir cadenas de biomasa, incluyendo el uso de residuos y subproductos de sectores rurales e industriales. Adicional al uso de materiales alternativos para materia prima es fundamental el estudio y el uso de microorganismos y enzimas nuevas, con actividades biocatalíticas incrementadas, para la mejora de los bioprocesos con mayor eficiencia, mayor rendimiento y productos ambientalmente benignos.

Para el desarrollo oportuno y eficiente de KBBE en ALC se recomienda:

1. Reemplazar los sistemas productivos actuales con prácticas más sostenibles a largo plazo para obtener mejoras sociales más permanentes y desarrollar tecnologías apropiadas y viables para aumentar la productividad en la producción de alimentos y de energía.
2. Implementar políticas con incentivos que promuevan el biocomercio y la sostenibilidad: incrementar las inversiones en nuevas tecnologías sustentables, que faciliten el uso de la amplia biodiversidad. El fortalecimiento de la capacidad negociadora de los países, incluida la identificación de las oportunidades de mercado es una necesidad urgente. Se requiere de análisis económicos, específicamente estudios de costo-beneficio para determinar la viabilidad de actividades particulares.
3. Estimular políticas que ofrezcan incentivos a tecnologías de segunda generación, para una mejor conversión de residuos –reciclaje–; promover desarrollos tecnológicos para recuperar áreas degradadas, fomentar el desarrollo de tecnologías para la adaptación o mitigación del cambio climático (esto es, nuevas variedades de plantas con menores requerimientos de agua y de fertilizantes químicos).
4. Promover el desarrollo de bioproductos ecológicamente benignos –genes, enzimas, metabolitos– para el manejo sostenible de cultivos (bioplaguicidas con fines fitosanitarios, bioinoculantes para biofertilización y promotores del crecimiento vegetal).
5. Fomentar I+D en microorganismos y sus procesos para hacer más eficientes los procesos de conversión de residuos o desechos agrícolas y agroindustriales para reducir la contaminación en un contexto de sostenibilidad.
6. Fortalecer las capacidades técnicas para responder a los requerimientos de calidad de los mercados internacionales y desarrollar habilidades para detectar la posible demanda del mercado.
7. Es necesario contar con regulaciones apropiadas, accesibles y aplicables. Se requiere de financiamiento y cooperación internacional en ciencia y tecnología.
8. Con el fin de definir acciones concretas y establecer las mejores opciones, todas las partes interesadas deben estar involucradas en un proceso cooperativo.
9. Adoptar nuevas formas de gobernanza organizacional entre la universidad, la industria y el Estado (formas claras y transparentes para negociar, orientación y coordinación de redes de I+D, promoción de emprendimientos empresariales y el comercio justo en los mercados internacionales).
10. Desarrollar estrategias competitivas de bionegocios colaborativos que permitan la participación tanto de pequeños como de medianos empresarios, basados en la definición de productos o procesos que generen mayor valor agregado en el mercado.

Referencias

- Bovarnick, Andrew, Alpízar, Francisco y Schnell, Charles. (Eds). 2010. *The Importance of Biodiversity and Ecosystems in Economic Growth and Equity in Latin America and the Caribbean: An economic valuation of ecosystems*. United Nations Development Programme [UNDP]. 307. http://web.undp.org/latinamerica/biodiversity-superpower/Download_Reports/Report_ENG.pdf
- CBD. Convention on Biological Diversity. 2010. *COP 10 Decision X/2 Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020*. <http://www.cbd.int/>
- EC. European Commission. 2012. *Commission Staff Working Document Accompanying the document Communication on Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*. 51.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2011. *Status and trends of biotechnologies applied to the conservation and utilization of Genetic Resources for food and agriculture and matters relevant for their future development*. Doc CGRFA/WG-PGR-5/11/4, Fifth Session Intergovernmental Technical Working Group on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. <http://www.data.fao.org/ag/againfo/programmes/en/genetics/angrvent2010.html>
- GAEZ. Global Agro-Ecological Zones. 2000. FAO/IIASA. <http://www.iiasa.ac.at/Research/LUC/GAEZ/index.htm>
- GAEZ. Global Agro-Ecological Zones. CD-ROM FAO/IIASA, 2000. <http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/LUC/GAEZ/index.htm>
- Hodson de Jaramillo, Elizabeth. 2009. Ecological Aspects of Biosafety. En *Biosafety of Genetically Modified Organisms: Basic Concepts, methods and issues*. Chowdhury MKA, Hoque MI & Sonnino A. (Eds.). 51-105.
- IBD. Inter-American Development bank. 2012. *Sustainability Report 2011*. 69. www.iadb.org/sustainability
- OECD 2010. The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda. París, Francia: OECD International Futures Project.
- OECD. 2011. Science, Technology and Industry Scoreboard 2011, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2011-en

- Roca, William, Espinoza, Catherine y Panta, Ana. 2004. Agricultural applications of biotechnology and the potential for biodiversity valorization in Latin America and the Caribbean. *AgBioForum*, 7(1&2): 13-22. www.agbioforum.org
- Ruane, John, Sonnino, Andrea y Agostini, Astrid. 2010. Bioenergy and the potential contribution of agricultural biotechnologies in developing countries *Journal Biomass and Bioenergy*, 34: 1427-1439.
- SCBD. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2010. *Global Biodiversity Outlook 3*. Montreal, 94.
- Schuler, Ingrid., Hodson de J., Elizabeth y Orozco, Luis Antonio. 2011. The Potential of Biodiversity in the Andean Region: Use, Conservation and Regulations. En Grillo O. y G. Venora (Eds). *Biological Diversity and Sustainable Resources Use*. In Tech. www.intechopen.com
- The National Academies of Sciences. USA. 2007. *New Horizons in Plant Sciences for Human Health and the Environment*. CBD Technical Series No. 53. http://www.nationalacademies.org/plant_genome
- Toledo, Álvaro y Burlingame, Barbara. 2006. *Biodiversity and nutrition: A common path toward global food security and sustainable development*. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 477-483.
- Trigo, Eduardo y Henry, Guy. 2011. *A bioeconomy for Latin America and the Caribbean: opportunities and challenges from a policy perspective*. Bioeconomy Policy Note No. 2011-01. 5.
- Trigo, Eduardo. 2011. *Setting the scene on inclusive bioeconomy development opportunities in LAC (draft report)*. ALCUE-KKBE Project.
- UNCTAD. United Nations Conference on Trade and Development. 2007. *UNCTAD BioTrade Initiative. BioTrade Principles and Criteria*. United Nations Publication UNCTAD/DITC/TED/2007/4. 14.
- _____. 2009. *Guidelines for a Methodology to Support Value Chains for BioTrade Products - From the Selection of Products to the Development of Sector Strategies*. United Nations Publication UNCTAD/DITC/BCC/2008/1. 46.
- UNDP. United Nations Development Programme. 2010. *Latin America and the Caribbean: A biodiversity Super Power*. A Policy Brief. 18.
- UNEP. United Nations Environment Programme. 2010. *The Latin America and the Caribbean Atlas of our Changing Environment*. http://www.cathalac.org/lac_atlas/
- UNEP. United Nations Environment Programme. 2011. *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication—A Synthesis for Policy Makers*. www.unep.org/greeneconomy

Marco político e institucionalidad para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina

Pedro Rocha¹

Introducción

La bioeconomía es una visión de una sociedad menos dependiente de los recursos fósiles para satisfacer sus necesidades de energía y materias primas (Trigo y Henry 2011) en respuesta a los retos relacionados con el aumento de la población mundial, la demanda por productos alimenticios y no alimenticios, el agotamiento de los recursos naturales y el uso de la biodiversidad, la dotación y suministro de energía y el impacto del cambio climático (Barrera 2011).

Con el fin de conocer las bases que sustentarían el desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe (ALC) y explorar las posibilidades de su relacionamiento con los países de Europa, se viene desarrollando el proyecto “Towards a Latin America and Caribbean Knowledge Based Bio-Economy in partnership with Europe” (ALCUE-KBBE). En el marco de las actividades de este proyecto se han realizado ejercicios metodológicos (que incluyen consulta electrónica, encuesta, análisis FODA y discusiones con diversos sectores) por medio de los cuales se han establecido posibles rutas para el desarrollo de la bioeconomía en ALC: la biotecnología, la bioenergía y el uso sostenible de la biodiversidad, entre otras. Para transitar por esas rutas, la bioeconomía debe considerar los alcances científico-técnicos, económicos, políticos, institucionales y sociales.

En este documento se presenta un breve análisis de la dimensión institucional, en particular, relacionada con las políticas e instituciones de las rutas propuestas.

Políticas e instituciones para el desarrollo de productos y procesos de la biotecnología

Según la definición de biotecnología del Convenio de la Diversidad Biológica (UN 1992) es acertado reconocer en la biotecnología una caja de herramientas poderosas y diversas que incluyen el

1 Coordinador del Área de Biotecnología y Bioseguridad, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Correo electrónico: Pedro.Rocha@iica.int.

cultivo in vitro de células y tejidos animales y vegetales, la generación de biorreactores, las fermentaciones (láctica y alcohólica), el control biológico de plagas y enfermedades, el fitomejoramiento, los marcadores moleculares, las “ómicas” y, de enorme relevancia, la transgénesis o modificación genética, entre otras (Rocha 2011).

Para la bioeconomía, la ruta biotecnológica ciertamente es más que transgénesis porque reconoce en las demás técnicas enormes oportunidades para el incremento en la eficiencia de múltiples procesos y, en consecuencia, para el vínculo real con actividades comerciales.

Algunas áreas que podrían verse potenciadas por la introducción de herramientas biotecnológicas incluyen la generación de bioinsumos (nutrientes, reguladores de crecimiento); la recuperación, tratamiento y uso de residuos (orgánicos, industriales, tóxicos); la identificación, aislamiento, purificación, caracterización y utilización de enzimas en procesos industriales; el desarrollo de industrias que hagan limpieza de virus, propagación clonal y crioconservación de materiales vegetales con fines comerciales y de conservación; la generación de kits de diagnóstico de enfermedades; los servicios de caracterización de germoplasma y de genotipificación; la generación de nuevos cultivos o animales con características deseadas, la producción de biocombustibles de tercera y cuarta generación, etc.

Llama la atención que la mayoría de las herramientas biotecnológicas que sustentan este tipo de desarrollos con potencial comercial han sido introducidas y están siendo empleadas por los países de ALC, con propósitos de investigación mayoritariamente y en menor medida con fines comerciales (Tabla 1).

Debido a la importancia de la modificación genética y al impacto que produce su empleo en ciertas regiones de ALC vale mencionar que para el 2011 se reportó la producción de cultivos genéticamente modificados (GM) principalmente de soja, maíz y algodón en países del Cono Sur (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). También se sembraron cultivos GM en Colombia, Costa Rica, Honduras y México (James 2011).

Una consecuencia importante de la producción de organismos genéticamente modificados (OGM) mediante técnicas de biotecnología es que se han generado marcos regulatorios en bioseguridad. En términos generales, la bioseguridad es la amplia gama de medidas, políticas y procedimientos que se ocupa de preservar la integridad biológica y de minimizar los potenciales efectos negativos o riesgos que, eventualmente, la biotecnología pudiera producir sobre el medio ambiente o la salud humana (SCDB 2003); (IICA 2013). No obstante su amplitud, el tema de bioseguridad se ha enfocado hacia la introducción y manejo de los OGM al ambiente y la manera de garantizar la integridad biológica de los ecosistemas y de los seres vivos (animales, plantas y humanos) (CAS e IICA 2010).

Tabla 1. Técnicas biotecnológicas y ejemplos de algunos países que reportan su uso con fines de investigación y comercial

Técnica biotecnológica	Ejemplos de países que reportan su uso	Fines
Cultivo in vitro de células y tejidos vegetales	Todos los países de ALC Con fines de investigación y comerciales	Investigación Comercial
Criopreservación	Colombia	Investigación
Transgénesis de plantas (generación de eventos nuevos)	Brasil, Argentina, Colombia, Costa Rica, México	Investigación Ensayos de campo
Transgénesis de plantas (producción de cultivos GM)	Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Honduras, México, Paraguay, Uruguay	Comercial
Secuenciación de genomas y genómica	Brasil, Colombia, Argentina, Chile, México	Investigación
Bioinformática	Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, México	Investigación
Reproducción in vitro de animales	Argentina	Investigación Comercial
Clonación de animales	Argentina	Investigación Ensayos de campo

Fuente: Basado en información obtenida por IICA en entrevistas a expertos y visitas a campo en diversos países

Las fortalezas para el desarrollo de la biotecnología en ALC son:

- Casi todos los países la han reconocido como un área estratégica (IICA 2011).
- Varios países han generado políticas para su desarrollo (Tabla 2), aunque algunos pocos las hayan implementado.
- Existe una institucionalidad representada por universidades, centros de investigación agrícola y pecuaria, agencias de control sanitario y agencias nacionales de fomento de la ciencia y la tecnología, entre otros (Tabla 2).

De igual manera, desde el punto de vista de la bioseguridad, una fortaleza es la disponibilidad de un marco regulatorio supranacional representado por el Convenio de Diversidad Biológica (UN 1992) y el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad (SCDB 2000), con lo cual

varios países poseen Comisiones Técnicas Nacionales de Bioseguridad (CTNBIO) como Brasil, Colombia, Costa Rica, Honduras, México y Paraguay, entre otros.

Tabla 2. Ejemplo de instituciones y políticas relacionadas con la biotecnología en países seleccionados de ALC.

País	Instituciones	Políticas
Argentina	- Inta (investigación) - Cámara Argentina de Biotecnología de la Reproducción e Inseminación Artificial (Cabia, gestión privada) - Centro Argentino-Brasileño de Biotecnología (Cabbio, investigación)	
Brasil	- Embrapa (investigación)	
Colombia	- Cenis (investigación y extensión) - ICA (control) - Corpoica (investigación) - Colciencias (promoción C&T) - CTNBIO (regulación) - Cenicafé, Cenicaña (investigación sector privado)	- Política Nacional de Diversidad - Conpes 3697/2011 Política Nacional para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad Ciencia y Tecnología - Ley 740 de 2002 aprobación PCB - Decreto 4525 de 2005 que reglamenta PCB (tema OVM)
Costa Rica	- Inta (investigación) - CTNBIO (investigación y gestión)	- Ley 7664 (creación de CTNBIO), 7788 (ratificación de funciones) - Ley 8537 de 2006 (ratificación del Protocolo de Cartagena)
México	- CONACYT (gestión) - Cinvestav (investigación)	
Uruguay	- Gabinete Nacional de Bioseguridad (GNBIO) - Asociación Uruguaya de Empresas de Biotecnología	- Plan Sectorial de Biotecnología 2011-2020 - Consejo Sectorial Tripartito de Bio y Nanotecnología

Una debilidad de los países de ALC en biotecnología es el mal entendimiento de la tecnología, por ejemplo, creer que la biotecnología es solamente el desarrollo de transgénicos o que un marco regulatorio de bioseguridad implica la aceptación de cualquier OGM, todo lo cual es totalmente erróneo (Rocha 2011). Esta situación ha traído consecuencias negativas para el desarrollo científico de ciertos países porque ha creado confusión y ha llevado a la aprobación de leyes o incluso artículos constitucionales que prohíben el desarrollo o comercialización de esta tecnología.

En algunos países se han implementado moratorias para impedir el ingreso y la producción de OGM con fines de cultivo o crianza, con lo cual se desmotiva la inversión privada y se afecta el desarrollo tecnológico de diversos sectores (agrícola, médico, industrial, etc.). Esto, sumado a las campañas de desinformación de ciertas organizaciones no gubernamentales (ONG), hace que en algunos sectores de la población reine la confusión, la desconfianza y el temor (Simas 2009) por una opción tecnológica que en otros países de ALC ha mostrado ser una alternativa técnicamente viable, ambientalmente amigable y económicamente rentable (MAGP e IICA 2012).

Otras debilidades notables incluyen la ausencia de compañías de biotecnología con ánimo de lucro, lo cual se ve representado en la baja participación de este sector en el producto interno bruto (PIB) de los países, y la baja inversión pública y privada en biotecnología (Zepeda *et al.* 2009). Además, para el desarrollo de la biotecnología en los países no conviene la débil –y en algunos casos conflictiva– relación entre la institucionalidad estatal (por ejemplo, ambiental contra agropecuaria) como consecuencia de cruces de competencias, heterogeneidad en políticas, falta de claridad en la regulación, débil capacidad técnica y alta rotación de personal, entre otros.

Del contraste entre las debilidades y fortalezas hasta el momento presentado es claro que existen oportunidades para el desarrollo de la biotecnología que permiten convertirla en un pilar de la bioeconomía para ALC, así:

1. Fomentando la creación de institucionalidad regional en biotecnología y bioseguridad que complemente la actual: North American Biotechnology Initiative (NABI) y el Grupo 5 del Consejo Agropecuario del Sur (G5-CAS). En esta dirección se están dando pasos en Centroamérica con la creación de la Iniciativa Centroamericana de Biotecnología y Bioseguridad (ICABB) (IICA 2012).
2. Utilizando la Cooperación Sur-Sur. En consideración al notable crecimiento biotecnológico de Brasil, representado en el sector agrícola por Embrapa, se abre una oportunidad enorme de fortalecer la colaboración Sur-Sur entre esta y las demás Instituciones Nacionales de Investigación Agrícola (INIA) del hemisferio. Para el efecto ya se han dado algunos pasos, como el programa Embrapa-América en el que se definen la naturaleza, los lineamientos y el accionar de la cooperación entre Embrapa y los países.

3. Formando consorcios de investigación y de innovación dentro y entre países.
4. Aprovechando las fuentes de financiación para la implementación de marcos regulatorios en bioseguridad.
5. Implementando acciones de construcción de capacidades y entrenamiento para reguladores y tomadores de decisiones de las diversas instituciones de los gobiernos.

Para alcanzar lo anterior se necesitará, en algunos casos crear, en otros fortalecer y en otros simplemente utilizar las políticas relacionadas con:

1. Derechos de propiedad intelectual.
2. Marcos regulatorios que fortalezcan los sistemas nacionales de innovación.
3. Marcos regulatorios de bioseguridad. Es de anotar que el desarrollo de la biotecnología moderna basado en OGM es primordialmente un tema económico-político-filosófico más que técnico.
4. Sincronización o armonización de la regulación en bioseguridad en el ámbito regional.
5. Fomento a la creación de negocios de base biotecnológica, a la verdadera relación universidad-empresa y mecanismos de atracción de inversión (privada).
6. Fortalecimiento e incorporación a las instituciones nacionales del recurso humano calificado.

Políticas e institucionalidad en biodiversidad

La biodiversidad es una fuente casi ilimitada de productos y servicios (Figura 1) y por ello ha sido reconocida por varios países de ALC como un pilar sobre el cual se podría sustentar parte de su desarrollo. Brasil, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela son megabiodiversos. Adicionalmente, Costa Rica y Panamá son altamente diversos (Biodiversity a-z 2013).

Algunas de las fortalezas para el desarrollo de la biodiversidad en ALC incluyen:

1. El reconocimiento de los gobiernos de los países como un área estratégica (IICA 2011).
2. Existe un marco regulatorio internacional vinculante basado en el Convenio de Diversidad Biológica (UN 1992) al que se han suscrito todos los países del hemisferio. Además, está en discusión la implementación del “Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica” (SCBD 2011).
3. Como parte del compromiso con el CDB, los países han generado políticas e institucionalidad para su implementación y desarrollo (Tabla 3).
4. Se han establecido fondos de financiación, tanto públicos como privados y nacionales e internacionales (como el UNDP-GEF 2013), que promueven la conservación de la diversidad biológica y particularmente en regiones de alto riesgo de pérdida de la misma como consecuencia de los efectos del cambio climático (IAI y Scope 2011).

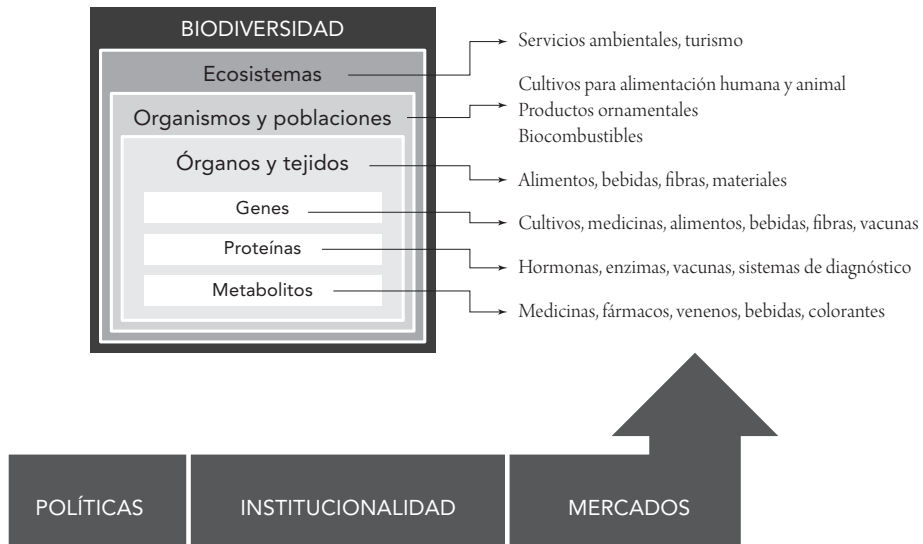


Figura 1. Elementos de la biodiversidad y algunos de sus usos

Sin embargo, el potencial que representa la riqueza de la biodiversidad contrasta con la realidad de una pobre gestión, situación claramente apreciada en los países de la región andina. Desde el punto de vista institucional, la mayoría de las instituciones públicas relacionadas con el manejo y control de la biodiversidad poseen presupuestos pequeños e insuficientes para su accionar y una alta tasa de rotación de su personal técnico. Frecuentemente se presentan enfrentamientos y discordias entre la institucionalidad ambiental (basada en la conservación) y la de los sectores productivos (enfocada en la utilización). Adicional a la confrontación de las visiones, la discusión involucra las dificultades para cuantificar el valor real de esos elementos de la biodiversidad y la falta de claridad sobre la aplicación de derechos de propiedad intelectual.

El aislamiento institucional de la biodiversidad del sector productivo de los países ha hecho que la inversión privada sea muy baja y no se detecten oportunidades para la generación de empresas lucrativas, basadas en la utilización de los componentes de la biodiversidad. Aunque la biodiversidad de los países andinos es enorme son realmente pocas las empresas consolidadas, rentables y exitosas que basan su accionar en el aprovechamiento sistemático de la diversidad biológica. Es más, las condiciones para la creación y el sostenimiento de esas pocas empresas son vistas más como curiosidades pintorescas que como rutas de desarrollo comercial para la creación de más negocios.

Con respecto al marco regulatorio, se considera que la legislación sobre acceso a recursos genéticos es la principal barrera para la investigación y el desarrollo económico-comercial de la biodiversidad, particularmente en los países de la región andina, guiados por la Decisión 391/1996 del

Tabla 3. Institucionalidad y legislación relacionada con la biodiversidad en algunos países de ALC

País	Instituciones	Legislación
Colombia	- Ministerio de Ambiente - Instituto Alexander von Humboldt - Instituto Sinchi - Invermar - Colciencias - Dirección Nacional de Planeación (DNP)	- Decisión 391/1996 del Acuerdo de Cartagena - Ley 165 de 1994 aprobación CDB - Ley 740 de 2002 aprobación PCB - Decreto 309 de 2000 reglamenta estudio de la biodiversidad - Decreto 1337 de 1978 Educación ambiental - Decreto 0620 de 1995 Explotación, control y vigilancia de recursos naturales - Conpes 3697/2011 Política Nacional para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad
Costa Rica	- Comisión Nacional de Gestión de la Biodiversidad (Conagebio) - Ministerio del Ambiente y Energía (Minae) - Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac), - Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio)	- Ley de Biodiversidad (1998)
Ecuador	- Dirección Nacional de Biodiversidad - Min. Ambiente	- Decisión 391/1996 del Acuerdo de Cartagena) - Ley 26839/1997 conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica
México	- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio)	- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (Lgeepa Art. 80 fracción V)
Perú	- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Lgeepa)	- Decisión 391/1996 del Acuerdo de Cartagena) - Decreto Legislativo 1013/2008 creación del Min. Ambiente

Fuentes: <http://www.minambiente.gov.co>; http://www.inbio.ac.cr/es/biod/bio_biodiver.htm; <http://web.ambiente.gob.ec/?q=node/186>; <http://www.conabio.gob.mx/institucion/snib/doctos/acerca.html>; <http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/contenido.jsp?ID=104>

Acuerdo de Cartagena (actual Comunidad Andina de Naciones). La implementación de políticas ha tendido a fomentar la conservación pero no el uso económico de la biodiversidad.

Aunque algunos de los países de ALC son muy ricos en diversidad biológica –lo que no se ve reflejado en sus PIB–, esta riqueza está disminuyendo a un ritmo acelerado como consecuencia, entre otras razones, de la contaminación de agua, suelos y aire; del generalizado mal manejo ambiental que se da en ciertas actividades productivas (minera, agropecuaria, industrial); de la biopiratería y del cambio climático global.

Existe un cuerpo normativo e institucional en los países que sustentan la utilización racional de la biodiversidad (Tabla 3). Además, están disponibles fondos globales a los que los países de ALC pueden acceder, como el Global Environment Facility (GEF 2013). Sin embargo, la desarticulación entre las diferentes visiones e instituciones y la ausencia de negocios rentables fundados en la biodiversidad están llevando a que los países dejen pasar las actuales oportunidades que brindan los nuevos y heterogéneos mercados y, peor aún, vean pasivamente como se extinguen sus recursos.

Las oportunidades para la aún existente biodiversidad de los países de ALC son múltiples. La gran cantidad de elementos de la biodiversidad (genes, metabolitos, organismos, ecosistemas) permite generar nuevos productos y servicios o mejorar algunos existentes. Con respecto a los productos de la biodiversidad, el potencial es casi ilimitado para industrias de carácter diverso como la farmacéutica y la cosmética; de alimentos, de insumos agrícolas y pecuarios; la bioenergética, de nuevos materiales, etc. (Figura 1).

La conservación es un uso que puede ser explotado, como ha sido exitosamente demostrado por Costa Rica, que con base en una política de educación y fomento ambiental ha hecho posible la articulación de la biodiversidad con el sector turístico, ha encontrado y desarrollado nuevos y rentables usos y ha convertido esta relación en un importante pilar socioeconómico.

Instituciones y políticas en bioenergía

El desarrollo de las naciones está íntimamente relacionado con la utilización de energía. El consumo energético de los países se incrementa de manera progresiva (Enerdata 2013) y las fuentes energéticas predominantes tienen problemas asociados con su disponibilidad, impacto ambiental (emisión de gases de efecto invernadero y contaminación por uso de carbón y petróleo) y seguridad (riesgos de la energía nuclear). En este escenario, las fuentes de energía alternativa han tomado relevancia. Una de ellas se basa en biomasa, de enorme interés para países de ALC por su potencial para hacer nuevos usos de productos agrícolas ya consolidados. Argentina, Brasil y Colombia han

aprovechado la producción de los biocombustibles (biodiésel y etanol) y este hecho ha despertado gran interés en otras naciones (IICA y Arpel 2009).

De acuerdo con el comportamiento de los países líderes en producción de biocombustibles de ALC, las fortalezas para desarrollar esta ruta de la bioeconomía son, al menos, las siguientes:

1. La presencia de una fuerte y consolidada institucionalidad pública (que involucra fuerte interacción entre los ministerios de agricultura, economía y energía) y privada representada por el subsector agrícola de cultivos como palma de aceite (Colombia), caña de azúcar (Brasil) y soja (Argentina).
2. La aprobación de políticas nacionales de fomento para la generación y utilización de biocombustibles (Tabla 4).
3. La presencia de estándares internacionales para la calidad del producto final.
4. La inversión privada intensiva en capital motivada por las oportunidades de los mercados y las políticas de fomento de los países.
5. La tradición y experiencia productiva de materia prima y su eficiente articulación con los procesos agroindustriales de extracción y procesamiento para obtener cantidades suficientes de producto que permita cubrir las demandas alimenticias y energéticas.

Tabla 4. Principales características de las políticas de biocombustibles de primera generación (tomado de OECD, 2007)

Agente económico o actividad afectada directamente por la política					
Tipo de política	Requerimientos cuantitativos	Producción de biomasa	Producción de biocombustibles	Uso de biocombustibles	Comercialización de biocombustibles
	Requerimientos cualitativos	Autorización para la producción de biocombustibles	Estándares de combustibles (ej. Contenido de oxígeno)	Obligaciones de mezclas	Cuota de importación
		Pago de cultivos energéticos	Ayuda a la inversión/créditos fiscales para plantas de producción	Concesiones tributarias para combustibles	Estándares de combustibles
	Incentivos financieros		Subsidios para préstamos	Tarifas de importación	
		Medidas generales de apoyo agrícola	Concesiones para venta de vehículos		
		Investigación pública en procesos de conversión	Investigación pública en desarrollo de motores		

Pero los claros logros del sector de los biocombustibles en Argentina, Brasil y Colombia contrastan con la situación de la mayoría de los demás países de ALC, en donde están ausentes las políticas o son incipientes los marcos regulatorios para el uso de biocombustibles, no hay esquemas de fomento para la producción o no existen sistemas productivos consolidados de la materia prima.

Pero aparte de los biocombustibles de primera generación (derivados de cultivos de palma de aceite, maíz, soja, caña de azúcar y remolacha) se exploran opciones para emplear otros rubros (*jatropha*, sorgo dulce, higuera, etc.) que constituyen lo que algunos definen como la “generación 1,5 de biocombustibles” (IICA y Arpel 2009). También se trabaja en los biocombustibles de segunda generación que se basan en la utilización de diversas formas de biomasa con diferentes metodologías de extracción y finalmente los biocombustibles de tercera y cuarta generación que emplean microorganismos genéticamente modificados o diseñados con biología sintética con el potencial de ser utilizados en biorreactores. De este modo se sobrepasan algunas de las limitaciones y problemas de los actuales sistemas de producción. Sin embargo, todavía se investiga sobre estas opciones y no existen, para la gran mayoría de los países de ALC, políticas ni institucionalidad que fomenten el desarrollo de estas nuevas fuentes. Argentina y principalmente Brasil son casos especiales. En este último, el Embrapa cuenta con infraestructura para la investigación y la innovación en biocombustibles (Manoel Teixeira Souza, Director General Embrapa Agroenergía, 2012, comunicación personal).

Consideraciones finales

En el marco del proyecto ALCUE-KBBE se han realizado varias actividades de diagnóstico y discusión, en las que se han definido varias rutas para el desarrollo de la bioeconomía en ALC: biotecnología, biodiversidad y biocombustibles, entre otras. Para el desarrollo de cada ruta es necesario profundizar en los ámbitos científico-técnico, económico, político, institucional y social, para que de este modo cada país determine la mejor vía para el desarrollo de su bioeconomía.

En el presente artículo se ha presentado un breve análisis relacionado con las fortalezas, debilidades y oportunidades de cada una de las rutas de la bioeconomía desde la política y la institucionalidad tomando como ejemplo algunos países.

No todas las rutas de la bioeconomía podrán ser replicadas en todos los países de ALC ni de la misma manera. El alto grado de heterogeneidad entre y dentro de los países con respecto a cada ruta hace necesario analizar la situación de cada país o región para identificar las áreas potenciales, los negocios específicos y los actores e instituciones sobre los cuales se cimentará el desarrollo de una ruta. De igual modo, estos análisis permitirán identificar los vacíos institucionales relacionados con la pobre articulación y las intrincadas definición y distribución de competencias y res-

ponsabilidades. Además, permitirá evaluar el fortalecimiento de las políticas actuales o la creación de nuevas, con lo cual los gobiernos tendrán la posibilidad de vislumbrar y hacer realidad su desarrollo bioeconómico.

Para el desarrollo de la bioeconomía, las políticas deben ser claras, ágiles, simplificadas y estables. Si una política no es lo suficientemente completa o buena deberá cambiarse, aunque mientras esto sucede será necesario dar cumplimiento a la política inicial. *Dura lex sed lex* y la bioeconomía con todas sus rutas deben cumplir tal postulado, en particular, en aspectos relacionados con el acceso a recurso genético y demás elementos de la biodiversidad.

Por otro lado, para el desarrollo de la bioeconomía, las instituciones públicas contribuyen a que las cosas funcionen mediante la generación de políticas acertadas. Por su parte, el sector privado debe tomar riesgos, actuar responsablemente, responder con precisión y eficiencia y ciertamente generar riqueza.

Algunas de las políticas necesarias deberán enfocarse a la atracción de inversión mediante la estabilidad jurídica, como la relacionada con el acceso a los recursos genéticos y la promoción de la inversión en ciencia, tecnología e innovación, que permitan el desarrollo de negocios rentables basados en biotecnología y biodiversidad. Se necesitan políticas concretas relacionadas con el uso de aguas y suelo, el acceso a recursos genéticos con fines comerciales, el fomento al empleo de tecnologías limpias y la implementación de marcos regulatorios de bioseguridad, entre otras. Por su parte, las políticas de biocombustibles que fomentan la inversión (incentivos tributarios) y el uso (mezclas de combustible) en los países han mostrado ser eficientes para la consolidación del sector. También será importante orientar políticas que conduzcan al fortalecimiento de las capacidades del recurso humano y a la incorporación de tal personal a las instituciones públicas y privadas.

Para que cualquiera de las rutas de la bioeconomía sea desarrollada y apoyada por los países de ALC es indispensable definir el papel que desempeñarán los pequeños productores que esperan que la bioeconomía no sea un simple programa de formación de proveedores (dueños de recursos primarios), que permita vender materia prima a potenciales compradores (dueños del conocimiento). De los esquemas que demuestren una real aplicación del conocimiento, para que los pequeños productores generen valor agregado y soporten su incorporación a mercados rentables dependerá la viabilidad y el éxito de esa bioeconomía sustentada en el conocimiento para ALC. Para esto el trabajo es arduo y más aún desde el lado de las políticas, porque para la gran mayoría de los países los pequeños productores no han sido objeto de las actuales políticas que fomentan las rutas de la bioeconomía.

Para finalizar, queda claro que la bioeconomía no se desarrollará de manera espontánea y será necesario que las instituciones y las políticas fomenten la inversión, generen conocimiento

y se articulen con mercados rentables. Aquí se presentaron ejemplos que reflejan la generalidad pero será necesario que cada país haga un ejercicio puntual con el fin de determinar las instituciones y los reales instrumentos de política con los que cuenta cada uno de ellos.

Agradecimientos

El autor agradece a Alejandra Bentancur y a Antonio Donizeti (oficina IICA Uruguay) y a los miembros del proyecto ALCUE-KBBE por sus valiosos comentarios sobre este manuscrito. El proyecto ALCUE-KBBE es financiado por la Comisión Europea (Proyecto FP7 nro. 264266).

Referencias

- Barrera, Arturo. 2011. *Nuevas realidades, nuevos paradigmas: la nueva revolución agrícola*. Comun IICA, año 8, 10-21. <http://webiica.iica.ac.cr/bibliotecas/replica/b2144e/b2144e.pdf>
- Biodiversity A-Z. 2013. *Areas of biodiversity importance*. <http://www.biodiversitya-z.org>
- CAS. Consejo Agropecuario del Sur, CL; IICA Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CL. 2010. *Marcos regulatorios de bioseguridad y situación de las aprobaciones comerciales de organismos genéticamente modificados en los países del Consejo Agropecuario del Sur*, CAS. 2 ed. Santiago: CL, IICA, CAS, Redpa. 82.
- Enerdata. 2013. The state of global energy efficiency. Global and sectorial energy efficiency trends. 15. <http://www.enerdata.net/enerdatauk/press-and-publication/publications/the-state-global-energy-efficiency.php>
- GEF. Global Environment Facility. 2013. *Biodiversity*. <http://www.thegef.org/gef/biodiversity>
- IAI. Inter-American Institute for Global Change Research y Scope. Scientific Committee on Problems of the Environment. 2011. *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. Herzog, SK; Martínez, R; Jørgensen, PM; Tiessen, H. (Eds.). 348. http://www.iai.int/files/communications/publications/scientific/Climate_Change_and_Biodiversity_in_the_Tropical_Andes/book.pdf
- IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura CR. 2011. Informe del Encuentro de Ministros de Agricultura de las Américas 2011 y de la Decimosexta Reunión Ordinaria de la Junta Interamericana de Agricultura. San José, CR. 175. (Serie de Documentos Oficiales nro. 89).
- IICA. 2012. Iniciativa Centroamericana de Biotecnología y Bioseguridad: hacia el desarrollo de un mecanismo regional. Coords. Téc. B Muñoz, P. Rocha. San José, Costa Rica: IICA.
- IICA. 2013. Marco estratégico y programático del área de biotecnología y bioseguridad del IICA. Coord. téc. P. Rocha. San José, CR: IICA. <http://www.iica.int/esp/programas/innovacion/Paginas/Agrobiotecnologiaybioseguridad.aspx>

- IICA y Arpel. Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural de América Latina y el Caribe, UY. 2009. *Handbook on Biofuels*. Buenos Aires, AR. http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/argentina/Documents/2012/Publicaciones/Manual_Biocombustibles_ARPEL_IICA.pdf
- James, Clive. 2011. *Global status of commercialized biotech/GM crops: 2011*. Ithaca, NY, USA: ISAAA. ISAAA Brief No. 43. 29.
- MAGP. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, AR; IICA Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR. 2012. *Estudio comparativo entre el cultivo de soja genéticamente modificada y el convencional en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay*. Coords. téc. P Rocha, VM Villalobos. San José, CR, IICA. 90. http://www.iica.int/Esp/Programas/Innovacion/Publicaciones_Tel/b2992e.pdf
- OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. 2007. *Biofuels for transport: Policies and Possibilities*. OECD Observer, Policy Brief, Noviembre 2007. <http://www.oecd.org/agriculture/39718027.pdf>
- Rocha, Pedro J. 2011. *Agro-biotechnologies: Bio-Logical tools at the service of agriculture*. Comun IICA 8 (Enero-junio): 22-31. <http://www.iica.int/Eng/prensa/Comuniica/Comuniica/2011/n16-eng/n3.aspx>
- SCDB. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2000. *Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: Texto y anexos*. Montreal, Canadá. 30. <http://www.biodiv.org>
- _____. 2003. *Biosafety and the environment: An introduction to the Cartagena Protocol on Biosafety*. Montreal. 16. <http://www.cbd.int/doc/press/presskits/bs/cpbs-unep-cbd-en.pdf>
- _____. 2011. *Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización al Convenio sobre la diversidad biológica: texto y anexo*. Montreal. 26. <http://www.biodiv.org>
- Simas. Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible. 2009. (Reimpresión). *Transgénicos ¡un peligro para la vida!* Primera edición. Managua: Simas. 36.
- Trigo, Eduardo y Henry, Guy. 2011. *A bioeconomy for Latin America and the Caribbean: Opportunities and challenges from a policy perspective*. Bioeconomy Policy Note No. 2011-01. http://www.bioeconomy-alcue.org/bioeconomy/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=156&view=finish&cid=83&catid=11&lang=es
- UN. United Nations. 1992. *Convention on Biological Diversity*. 28, <http://www.cbd.int/convention/text/>.

UNDP. United Nations Development Programme. 2013. en <http://web.undp.org/gef/aboutus.shtml>

Zepeda Jose, *et al.* 2009. *La biotecnología agropecuaria en América Latina: una visión cuantitativa*. IFPRI Documento de discusión 00860SP. 48. <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ifpridp00860sp.pdf>

Impactos socioeconómicos y ambientales de la bioeconomía en América Latina y el Caribe

Guillermo Alfonso Valbuena¹

Introducción

El análisis prospectivo de las tendencias regionales de la economía sitúa a la bioeconomía como una de las estrategias fundamentales para el futuro, que influirá significativamente en el crecimiento económico de las diferentes economías latinoamericanas.

Los desafíos o retos para poner en funcionamiento la bioeconomía se focalizarán en la implementación de estrategias y procesos innovadores, que fortalecerán la adaptación de los modelos actuales de negocios a las nuevas tendencias del mercado; integrará la cadena de valor desde una perspectiva de sostenibilidad; generará modelos de negocios colaborativos; favorecerá la producción compartida de conocimiento (corredores de conocimiento) e incentivará una mayor participación de empresas pequeñas y medianas en el mercado debido a la reducción de los costos en investigación y desarrollo.

Además, fortalecerá las regulaciones y los procedimientos o procesos regulatorios en relación con la biodiversidad, minimizará la incertidumbre para el acceso a los recursos genéticos y mejorará los lineamientos sobre propiedad intelectual que garanticen la seguridad de los productos generados a partir de la biomasa; desarrollará tecnologías que potencialicen la bioeconomía, generará políticas de inversión e integración entre el Gobierno, los empresarios y las universidades y favorecerá la aceptación social de la bioeconomía.

1 Analista económico y de materias primas. Economista, Universidad Nacional de Colombia. Profesor Universidades del Rosario y de La Sabana. Magister en Economía, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Correo electrónico: valbuenac@gmail.com

Los beneficios generados por la diversidad biológica deben ser equitativos y justos, incentivar el desarrollo económico, social y ambiental y la transferencia de tecnologías necesarias para el análisis de la valoración y el uso sostenible de la biodiversidad (Andrade *et al.* 2012)² en la región.

La biotecnología generará ventajas competitivas y sostenibles para el desarrollo de la bioeconomía, mediante la aplicación a la producción primaria, la salud, la energía, los procesos farmacéuticos, los materiales y la industria. El empleo de la biotecnología incrementará la productividad, los rendimientos y la eficiencia en los procesos de producción y de comercialización de bioproductos y generará impactos favorables en lo económico, lo social y lo ambiental.

Dentro de las iniciativas para el desarrollo justo del biocomercio la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) contempla la contribución al uso sostenible y la conservación de la diversidad biológica en la prestación de servicios e inversión y en el cumplimiento de las regulaciones sobre los derechos de propiedad intelectual.

El índice de biodiversidad del Banco Mundial muestra el potencial de la biodiversidad relativa para cada uno de los países: cero corresponde a un país sin potencial de biodiversidad y 100 a un país que tiene el máximo potencial en este campo. Para América Latina y el Caribe, en el 2008, algunos países con índice de biodiversidad fueron Brasil (100), México (68,7), Colombia (51,5), Perú (33,4), Ecuador (29,3), Venezuela RB (25,3), Argentina (17,7), Chile (15,3), Bolivia (12,5), Panamá (10,9), Costa Rica (9,7), Guatemala (8,0), Honduras (7,2), República Dominicana (6,0), Haití (5,2), Jamaica (4,4), Puerto Rico (4,4), Nicaragua (3,3) y El Salvador (0,9) (World Bank 2002).

El impacto socioeconómico de la bioeconomía en América Latina y el Caribe dependerá de los niveles de inversión en investigación y desarrollo, de las políticas o medidas regulatorias, de la implementación de los modelos de negocios emergentes para la biotecnología, de la aceptación social y del fortalecimiento de sinergias entre los diferentes actores participantes, entre otras.

El desarrollo de la bioeconomía sostenible en América Latina y el Caribe generará impactos ambientales positivos, teniendo en cuenta que existen muchos retos para garantizar la sostenibilidad, como la disminución de actividades económicas que causan la pérdida de diversidad biológica.

Impacto socioeconómico

La agenda de política sobre bioeconomía para el 2030, desarrollada por la Organización para la Cooperación del Desarrollo Económico (OCDE) incluye la aplicación de la biotecnología al mejoramiento de los cultivos para el consumo humano, procesos terapéuticos, el desarrollo de productos

2 Una fuente biológica de valor inestimable es el potencial que aún se desconoce de los genes, las especies y los ecosistemas.

funcionales y farmacogenéticos y el avance de procesos sobre enzimas, químicos y biosensores, entre otros, que promoverán el desarrollo de la investigación biotecnológica con aplicaciones comerciales.

Lo anterior debe estar apoyado en políticas de investigación e innovación que permitan la creación de sinergias y la adquisición de habilidades que se conviertan en un soporte estratégico para la expansión de los mercados existentes y el desarrollo de los nuevos, bajo estándares de sostenibilidad y valoración de la biodiversidad.

Las oportunidades de desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe son innumerables, debido a la amplia diversidad biológica de la región que permita el surgimiento de valor agregado estratégico en las aplicaciones de la biotecnología para la creación de nuevos productos y procesos y para el fortalecimiento de las cadenas de valor.

La conservación y el uso sostenible de la biodiversidad es uno de los objetivos fundamentales de la puesta en marcha de la bioeconomía; esto favorecerá el desarrollo del biocomercio, que incluye la producción, transformación y comercialización de bienes y servicios derivados de los recursos genéticos, especies y ecosistemas, según criterios de sostenibilidad económica, social y ambiental.

Las innovaciones tecnológicas deben hacer énfasis en la combinación de la adaptación de las tecnologías ya existentes y de las nuevas tecnologías; las primeras juegan un papel fundamental para encontrar nuevas aplicaciones y las segundas corresponden a los avances en la conversión de la biomasa en un producto o un proceso. Este proceso influirá favorablemente en el crecimiento económico de la región e incrementará los ingresos derivados de la industria biotecnológica en los diferentes campos de aplicación.

Una de las ventajas de las nuevas aplicaciones consiste en suministrar nuevas opciones para el desarrollo rural y regional. Brasil es uno de los mayores impulsores de la región en razón a que el desarrollo de la bioingeniería en ese país hace parte fundamental del programa de desarrollo regional. Otra ventaja es la diversificación de productos energéticos, a partir de la utilización de la energía renovable. En adición a Brasil, México y Colombia cuentan con un gran potencial de desarrollo. Por otro lado, las nuevas aplicaciones contribuirán a la reducción de emisiones de gas invernadero.

En cuanto al mejoramiento de los cultivos es de esperar que las nuevas aplicaciones contribuyan a la generación de una amplia oferta de bioproductos económicamente viables y a la producción sostenible de materias primas, que mitiguen el riesgo de los impactos de los ciclos de altos precios de las materias primas influenciados, principalmente, por el comportamiento del petróleo, que debe llevar a la reducción del uso de materiales fósiles en la producción de productos y servicios. Este es un tema de política relevante para América Latina y el Caribe en virtud de que muchos países de la región son dependientes de las exportaciones de materias primas y están muy expuestos al riesgo económico de la formación global de los precios de las materias primas.

El incremento en la utilización de la biomasa ofrece oportunidades de desarrollo para las áreas rurales de América Latina y el Caribe, fomenta mejores niveles de empleo y de ingresos, favorece la bioproducción a un costo más bajo y promueve procesos energéticos más eficientes. La adaptación tecnológica es un proceso altamente dinámico porque las tecnologías innovadoras deben adaptarse paulatinamente a la industria y a los consumidores.

La estrategia del desarrollo de la biotecnología para la región debe estar fundamentada en un gasto significativo en investigación y desarrollo. Para el 2009 el gasto mundial en investigación y desarrollo fue de 2,21% como porcentaje del producto interno bruto (PIB). En Israel y Finlandia fue de 4,49% y 3,38%, respectivamente, mientras para Argentina, Bolivia, Brasil y Colombia el gasto en investigación y desarrollo se ubicó solo en 0,60%, 0,16%, 1,17% y 0,16%, respectivamente (World Bank 2012).

En los siguientes países la transferencia de flujos netos de inversión extranjera directa, para el 2012 fue: Argentina (USD 12.551 millones), Brasil (USD 76.111 millones), Chile (USD 30.323 millones), Colombia (USD 15.823 millones), México (USD 12.659 millones) y Venezuela (USD 2.199 millones), mientras China presentó un nivel de flujos de inversión extranjera directa de USD 253.475 millones (World Bank 2012).

Este proceso exige el aumento del gasto público y privado en investigación y desarrollo y una mayor participación de la inversión extranjera directa en actividades económicas que potencialicen el desarrollo de la biotecnología.

Por otra parte, la regulación debe permitir las condiciones necesarias y suficientes para el eficiente desarrollo de las aplicaciones biotecnológicas. Por ejemplo, debe garantizar un ambiente regulatorio predecible. Los altos costos regulatorios solo proporcionan ventajas competitivas a las grandes firmas y desincentivan los procesos de innovación en las firmas pequeñas y medianas. Las regulaciones que prohíben el uso de la tecnología genérica pueden tener efectos desfavorables para el desarrollo de la bioeconomía y la innovación.

En Colombia, las regulaciones sobre los Contratos de Acceso a Recursos Genéticos (CARG)³ son una de las principales preocupaciones de los pequeños empresarios y de las universidades, etc., que utilizan recursos genéticos, porque al no contar con un adecuado CARG sus posibilidades de participar en los avances y en el desarrollo de la bioeconomía se limitan. Los procesos regulatorios deben incentivar la innovación, la investigación y el desarrollo, así como las alianzas públicas y privadas o los *joint ventures* (Chavarriaga y Valbuena 2013).

3 Adicionalmente, temas relacionados con derechos de propiedad intelectual como marca registrada, patentes, secreto comercial y derechos de autor.

Para el desarrollo de la bioeconomía también se requiere el fortalecimiento de las habilidades que faciliten la interdisciplinariedad de la biotecnología, incluyendo expertos en ciencias de la computación, química, ingeniería, física, leyes, ciencias sociales y negocios, que trabajen conjuntamente en el desarrollo de la innovación en productos.

La actitud social en relación con el mercado de la biotecnología es un factor importante, dado que su aceptación cambia de acuerdo con las aplicaciones y con las creencias y experiencias de la sociedad. Por ejemplo, en cuanto a las aplicaciones de la biotecnología para el desarrollo de vacunas, no se presenta un amplio rango de opiniones, mientras que para las aplicaciones de la biotecnología en células y ensayos genéticos hay más divergencia en torno a ellas.

Para minimizar el costo social que podría producir el uso de la biomasa en las poblaciones locales y en la protección de los conocimientos tradicionales de la región se debe contar con un marco de referencia que garantice la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad.

La última publicación del barómetro de la biodiversidad a cargo de la Unión por el Biocomercio Ético (2013) suministra información relevante en cuanto a la consciencia de los consumidores respecto a la biodiversidad. En América Latina y el Caribe, el barómetro se aplicó solamente en Brasil y Perú. Uno de los resultados de esta medición es que el 90% de los consumidores entrevistados ha escuchado hablar sobre la preservación de los ecosistemas, el comercio justo, etc. En este sentido se destacan Brasil y China. Adicionalmente, el 98% de los consumidores brasileños demanda productos que utilicen en su elaboración ingredientes naturales.

La visión ética de la sociedad influye favorablemente en el desarrollo de la bioeconomía, por su impacto en la generación de las leyes y regulaciones respecto a las investigaciones en biotecnología, la aplicación de nuevos modelos de negocio y el potencial de los biomercados.

Los modelos de negocios emergentes en biotecnología que van a jugar un papel importante en el desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe son los modelos integrados y los colaborativos. Los primeros hacen referencia al mantenimiento y adaptación de los modelos de mercado existentes, coordinando los actores de la cadena de valor. Los segundos se centran en la reducción de los costos de investigación y en la generación de conocimiento compartido, que permita el desarrollo de un *networking* colaborativo, la adquisición de nuevo conocimiento y la consecución de licencias, entre otras. Un resultado concreto de estos modelos es reducir los costos en investigación y desarrollo, aumentando el progreso y la innovación tecnológica y la creación de mercados o corredores de conocimiento compartido que incrementan la participación de los demandantes y oferentes de conocimiento especializado, debido a la reducción de los costos de transacción (OECD 2009).

Una de las estrategias para impulsar prácticas más sostenibles en la empresa es la colaboración para la innovación, por ejemplo, mejorar los flujos de información: de manera conjunta las empresas y los proveedores los administran y de esta forma aseguran un movimiento amplio, en el que intercambian información relevante sobre la sostenibilidad.

La implementación de los modelos emergentes se reflejará en el incremento de los ingresos con la creación de nuevos modelos de negocios, con la innovación para desarrollar nuevos servicios y productos y con la disminución de los costos, debido al mejoramiento de la eficiencia energética, a la integración de las cadenas productivas y al incremento en la transparencia de los negocios.

Con información del *Doing Business* del Banco Mundial (2013) se establece que muchos países de América Latina y el Caribe deben fortalecer las facilidades para hacer negocios. El 2013 resultó más fácil realizar un negocio en Chile (37), Perú (43), Colombia (45) y México (48). Estos mismos países ocuparon las mejores posiciones de la región. Mientras, Nicaragua (125), Honduras (130), Brasil (130) y Ecuador (139), no cuentan con posiciones tan favorables. Singapur (1), Hong Kong (2), Nueva Zelanda (3) y Estados Unidos (4) tienen las mejores posiciones en esta escala de calificación.⁴

Para que el desarrollo de la bioeconomía tenga un impacto socioeconómico favorable se debe garantizar un buen ambiente de negocios, que permita la participación de niveles de inversión significativos.

Impacto ambiental

En América Latina y el Caribe, los países más megadiversos son Brasil y Colombia seguidos por México, Venezuela y Ecuador. Uno de los retos de la política ambiental en esta región es fortalecer sistemas y mecanismos que permitan reducir el impacto de actividades que contribuyan al deterioro de la conservación de la diversidad biológica.

Las causas de la pérdida de biodiversidad son: la transformación de ecosistemas, la sobreexplotación, la transformación de hábitats, las políticas que sobreestiman el uso del territorio y el excesivo desarrollo de proyectos de infraestructura, etc. (Andrade 2011).

Los principales retos de los hacedores de políticas para el aprovechamiento del potencial de la bioeconomía en América Latina y el Caribe se relacionan con la reducción de la dependencia al carbono, el mejoramiento de la eficiencia y la conservación energética; la mitigación de los efectos del cambio climático; la disminución de la degradación de los ecosistemas y la escasez

4 El análisis está enfocado en la pequeña y la mediana empresa. La muestra corresponde a 185 países.

de agua consumible y el incremento de los niveles de inversión para garantizar la sostenibilidad ambiental y la biodiversidad.

El cambio climático presenta efectos adversos sobre la biodiversidad, por ejemplo, transforma la composición de la atmósfera por efectos del gas invernadero e impacta la distribución de las especies.

El 2009, las emisiones mundiales de gas invernadero, expresadas en toneladas métricas per cápita, fueron de 4,7 tmpc. América Latina y el Caribe y Asia Oriental y Pacífica presentaron emisiones de 2,6 y 4,6 tmpc, respectivamente, muy inferiores a las registradas por los países miembros de la OCDE (10,0 tmpc) (World Bank 2012).

La gran mayoría de las economías de América Latina y el Caribe es muy dependiente de las exportaciones de materias primas y está muy expuesta al riesgo producido por la incertidumbre del cambio climático, que afecta las decisiones de política alimentaria regional y local. Por tanto, para asegurar la sostenibilidad y la adaptación al cambio climático se deben implementar estrategias de inversión, fomentar la innovación en el sector rural, incrementar el acceso a los instrumentos financieros, desarrollar mejores prácticas, canales de comunicación estratégica y adecuación de los sistemas de producción.

El desarrollo de la bioeconomía de una manera sostenible tendrá impactos ambientales positivos en la región, porque se generarán condiciones que mitiguen las causas que generan la pérdida de biodiversidad.

Consideraciones finales

La administración de la incertidumbre de los riesgos climáticos, tecnológicos, financieros, económicos, cadenas de valor y regulatorios, etc., se debe centrar en transformar las amenazas en oportunidades para el desarrollo de la bioeconomía en la región.

Se requiere una estructura integrada y colaborativa entre la investigación, el desarrollo y la innovación (R&D&i), en el que exista interacción entre R&D&i público y privado y la formación de habilidades en las nuevas aplicaciones del conocimiento; por otra parte, la competitividad de los mercados en los que se desarrolle una valoración de la sostenibilidad, se cuente con la disponibilidad de la biomasa, se fortalezca la integración de las cadenas de oferta y el suministro de una información a los consumidores, por ejemplo, sobre propiedades del producto; y, finalmente, las integraciones de políticas, que incluyan las comunidades internacional, nacional, regional y local. La comunidad internacional debe desempeñar un papel importante en la transferencia de conocimiento y proporcionar mecanismos de financiación, fondos de inversión climática, etc.

Los modelos de negocios emergentes para la biotecnología deben contar con una buena adaptación a las realidades sociales, económicas y ambientales de la región.

Se requiere más inversión en las ciencias como una condición necesaria pero no suficiente para el desarrollo de la bioeconomía. Por otro lado, es necesario fortalecer las alianzas entre la academia, el Gobierno y el sector privado.

Con todo lo anterior, hay altas expectativas y un panorama muy favorable para el desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe.

Referencias

- Andrade, Gonzalo, Betancur, Julio, Forero, Enrique., Lynch, John, Stiles, Frank y Prieto, Adriana. 2012. *Marco teórico y operativo para la construcción la estrategia del inventario nacional de biodiversidad* (Enibio). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Andrade, Gonzalo. 2011. Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. *Rev. Acad.Colomb. Cienc.* 35 (137): 491-507.
- Barbier, Edward B. 2009. *Rethinking the economic recovery: a global green new deal*. Laramie, WY: Department of Economics & Finance, University of Wyoming, 82071 USA.
- Chavarriaga, Paul y Valbuena, Guillermo. 2013. La bioeconomía en el país. *Diario Portafolio*. <http://www.portafolio.co/opinion/la-bioeconomia-el-pais>.
- European Commission. 2012. *Investing in European success developing a bioeconomy using resources from land and sea*. 2nd edition. Bruselas: European Commission.
- Gallagher, Richard. 2011. Bioeconomics: perks up dismal science. *NRW: Spotlight on Biotechnology*. Oakland, Ca, USA: Hopeful Monster Publishing.
- Langeveld *et al.* (eds.). 2010. *The Biobased Economy: Biofuels, Materials and Chemicals in the Post-oil Era*. Bristol, UK: Earthscan.
- Moore, Alan. 2013. Six steps to transform the way we do business. En *The Guardian Sustainable Business*. <http://www.theguardian.com/sustainable-business/six-steps-transform-way-do-business>
- OECD. 2009. *The bioeconomy to 2030: designing a policy agenda*. París, Francia: OECD.
- OECD. 2011. Biotechnology R&D, en *OECD science, technology and industry scoreboard 2011*. http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2011-41-en
- The White House. 2012. *National Bioeconomy Blueprint*. Washington D. C. http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf
- UNEP. 2010. *Latin American and the Caribbean: environment outlook*. Panamá: UNEP.

- Union for Ethical Biotrader. 2013. *Biodiversity Barometer 2013*. http://ethicalbiotrader.org/news/?wpfb_dl=26
- Valbuena, Guillermo. 2012. La bioeconomía como estrategia del futuro. *Diario Portafolio*. <http://www.portafolio.co/columnistas/la-bioeconomia-como-estrategia-del-futuro>
- _____. 2013. Negocios y biodiversidad. *Diario Portafolio*. <http://www.portafolio.co/columnistas/negocios-y-biodiversidad>
- World Bank. 2012. *Data topics*. <http://data.worldbank.org/topic>
- _____. 2013. *Doing Business 2013: Smarter regulations for small and medium-size enterprise*. <http://www.doingbusiness.org/>

Estado actual y potencial de la bioeconomía basada en el conocimiento en relación con la investigación y la innovación en ALC

Carolina González,¹ Eduardo Trigo,² Luis Herrera-Estrella³ y Andrea Farías⁴

Introducción

En la última década, el concepto de bioeconomía (BE) ha adquirido importancia no solo para los países europeos, sino para el mundo entero. Esto se debe en gran medida a las consecuencias del cambio climático y al futuro de la seguridad alimentaria, la pobreza y los retos energéticos, entre otros temas. Sin embargo, su importancia e implicaciones varían en función de las estrategias de los países (políticas, económicas y ambientales). En este contexto, el presente trabajo pretende analizar las capacidades de investigación e innovación (I+I) de los países de América Latina y el Caribe (ALC) hacia la bioeconomía, y desarrollar algunas recomendaciones que apoyen la adopción de este concepto en la región. La primera parte de este documento ofrece un contexto sobre las capacidades de ALC en I+I, especialmente en relación con la agricultura y el medio ambiente. Seguidamente, presenta una descripción de los temas relevantes relacionados con la BE y en la tercera parte incluye el análisis, las conclusiones y las recomendaciones.

Historia e importancia actual de la bioeconomía (BE) en relación con la I+I en ALC

América Latina es una región muy heterogénea. Cada país implementa sus marcos regulatorios, políticas y estrategias de diferentes maneras. No obstante, los países tienen características comunes, como altos niveles de inequidad o dependencia de las exportaciones de productos básicos.

1 PhD, Agricultural Economist, CIAT and IFPRI. Correo electrónico: c.gonzalez@cgiar.org

2 Agricultural Economist, Director CEO Group. Correo electrónico: ejtrigo@gmail.com

3 Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Correo electrónico: lherrera@langebio.cinvestav.mx

4 Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Correo electrónico: langebio.cinvestav@gmail.com

En el sector agrícola la situación es similar ya que la región, en general, tiene como objetivo común incrementar la producción y los rendimientos con el fin de lograr mejores niveles de vida y la soberanía alimentaria, así como preservar el medio ambiente y recuperar los conocimientos locales (Bin *et al.* 2009); (Echeverría y Trigo 2008). Sin embargo, las estrategias para alcanzar esos objetivos varían según los países.

En la actualidad, las sociedades de ALC necesitan aumentar la producción agrícola y el uso de la tecnología como una herramienta poderosa, aunque se trate solo de una respuesta parcial. No obstante, con las técnicas convencionales actuales, los costos ambientales podrían ser demasiado altos. Por esta razón, para aumentar la producción y, al mismo tiempo, reducir los impactos ambientales se propone como estrategia el uso intensivo de las tecnologías modernas. La bioeconomía se basa en la aplicación intensiva del conocimiento en la conversión de los recursos naturales para producir bienes y servicios, así como para crear nuevas cadenas de valor (Trigo 2011a). Para el desarrollo e implementación de este concepto, es necesario contar con sistemas de investigación agrícola, con los recursos humanos calificados, con una infraestructura moderna, un marco normativo y herramientas políticas que los integren con las nuevas tendencias. Actualmente, los recursos asignados a I+D siguen siendo significativamente diferentes entre los países desarrollados y en vía desarrollo. Sin embargo, estos últimos presentan un cambio en sus estrategias para el sector agrícola, lo que también ocurre en China, India y algunos países de ALC. En los párrafos siguientes se hará una breve descripción sobre el potencial de investigación e innovación en la región.

En general, la estructura del sistema de investigación agrícola en ALC es similar entre los países, pero su implementación varía dependiendo, en muchos casos, de las políticas gubernamentales. Para el desarrollo del sector de la investigación agrícola, durante los años sesenta y setenta la región adoptó un modelo centrado en la creación de los Institutos Nacionales de Investigación Agraria (INIA), con la idea inicial de dar respuesta a las demandas de aumento de la producción y la productividad agrícolas. Por ello, los INIA tuvieron un fuerte apoyo del sector público e internacional. Sin embargo, durante las últimas décadas los sectores agrícolas se vieron afectados, debido a que los modelos económicos y las metas de la región han cambiado y han afectado a todo el sistema. Los INIA perdieron en muchos casos su principal función –la investigación– y se convirtieron en institutos de desarrollo, que en algunos casos (sobre todo en América Central y la Región Andina) se han politizado y debilitado, pero en otros casos, como Brasil, se han fortalecido de manera significativa. Actualmente, los sistemas de investigación agrícola incluyen una nueva gama de actores, como las universidades, los institutos, los centros de investigación, las organizaciones no gubernamentales y, en menor medida, el sector privado. Las excepciones a este sistema son Chile, Argentina y Brasil, donde el sector privado ha adquirido importancia. Por otra parte,

los temas de investigación han cambiado porque ahora se centran principalmente en el cultivo y/o producción de variedades mejoradas para aumentar la productividad y generar un impacto socioeconómico (pobreza y la seguridad alimentaria) y ambiental.

Algunos países han desarrollado iniciativas para diseñar y poner en práctica sistemas coordinados y eficientes. Esto puede verse reflejado en la capacidad de adoptar y distribuir las tecnologías dentro y fuera de las fronteras. Saín y Ardila (2009) y Trigo (2011b) evalúan los países de la región de ALC basándose en el “índice de capacidad científica” (número de investigadores y de publicaciones), “el índice de capital de innovación” (% de recursos de investigación como parte del PIB y el número de investigadores por unidad geográfica) y “el índice de imitación” (educación y número de extensionistas por unidad geográfica). Los resultados de este estudio mostraron tres categorías (Tabla 1) en las que se integran los países de ALC, que pueden ser el equivalente a oferentes (a nivel local y externo), oferentes (a nivel local) pero clientes (a nivel externo) y clientes respectivamente. Estos patrones se reflejarán, en general, en las diferentes áreas relacionadas con la investigación y la innovación en la región de ALC.

Tabla 1. Capacidad y adopción de innovación tecnológica en los países de ALC

Capacidad de generación/utilización	Descripción	Países
Alta (oferentes)	Países con una alta capacidad de transferencia y adaptación de tecnologías tanto en el interior como en el exterior.	Brasil, Argentina, México y Chile.
Media (oferentes/clientes)	Países con alta capacidad local de adopción de tecnologías, pero con baja transferencia.	Venezuela, Cuba, Colombia, Uruguay, Costa Rica, Perú, Panamá, Jamaica y Ecuador.
Baja (clientes)	Baja capacidad de transferencia tecnológica y de adopción tanto nacional como internacionalmente.	Bolivia, Honduras, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Paraguay, República Dominicana, Haití, Belice y el resto del Caribe.

Fuente: Saín y Ardila (2009) citados por Trigo (2011b)

Los mercados internacionales demandan nuevos productos agrícolas basados en procesos sostenibles y eficientes. Los países de ALC tienen que crear sistemas de investigación integrales y coordinados para tener una posición competitiva en este escenario.

Inversiones en investigación agrícola

Las capacidades de los sistemas de investigación agrícola difieren entre los países de la región. Una explicación sobre estas diferencias radica en las políticas y herramientas que coordinan los sistemas. Otro punto importante es el de las capacidades de las instituciones (disponibilidad de la infraestructura, recursos financieros y humanos), en el que hay diferencias significativas entre países como Brasil y México, comparados con Paraguay o Panamá. En el caso de Brasil en las últimas décadas los gobiernos han transformado el apoyo a la investigación agrícola en una política de Estado y esto explica el aumento actual de las capacidades de I+I en el país. Stads y Beintema (2009) reunieron cifras de las capacidades agrícolas públicas y la inversión en 15 países de ALC. Los resultados reflejaron la posición de Brasil y mostraron que el 60% de los recursos invertidos en I+I en la región solo se encuentran en dos países (Tabla 2); además, la mayor parte de la investigación e innovación agrícolas son ejecutadas y financiadas por el sector público. De acuerdo con el estudio mencionado, en el 2006 había 19.000 investigadores agrícolas (investigadores equivalentes a tiempo completo) en ALC; el 70% concentrados en Brasil. De todo el personal contratado en la investigación agrícola en 15 países de América Latina, el 33% tiene un PhD, el 32% una maestría y el 34% una licenciatura. En la última década, Argentina y Uruguay han sido los países con las tasas de crecimiento más altas de personal calificado, en comparación con los países de América Central con las tasas de crecimiento más bajas. En un contexto global, las inversiones de ALC en I+I agrícola fue de 2.800 millones de dólares en el 2000, equivalente al 12% del mundo (23.000 millones de dólares); mientras que este porcentaje fue del 14% en 1981. La disminución puede explicarse por el aumento de las inversiones en la I+I en China y la India.

Otra información importante que ilustra la situación de ALC en la investigación y la innovación es el número de patentes y publicaciones. Considerándola en su conjunto, ALC tiene una quinta parte de todas las publicaciones de Estados Unidos y solo tres países (Brasil, Argentina y México) poseen el 80% de la producción de artículos científicos en la región. Sobre el tema de las patentes, la diferencia es aún mayor: todas las patentes que ALC produce son 20 veces menos que las de Alemania (Tabla 3).

Tabla 2. Inversión pública en investigación agrícola en ALC (millones de dólares PPA 2005)

País	Inversión Total				Tasa de crecimiento anual (%)		
	1981	1991	2001	2006	1981-1991	1991-2001	2001-2006
Brasil	1005,4	1432,5	1194,9	1224,1	2.99	1.36	0.66
México	517,6	369,2	437,0	517,6	-3,2	0.85	2.98
Argentina	202,7	199,0	221,9	448,6	2.57	1.33	16.01
Colombia	104,0	135	176,3	152,4	3.73	3.92	3.75
Chile	58,2	65,6	124,3	98,1	5.554	6.71	4.63
Uruguay	17,6	28,5	41,0	59,8	8.3	0.8	9.71
Costa Rica	13,4	20,9	26,7	29,9	-0.49	1,07	2.82
Nicaragua	11,6	14,6	22,5	24,1	1.28	4.03	-2.27
R. Dominicana	14,8	12.2	14,6	17,4	-1.99	1.83	4.17
Honduras	5,5	15,8	13,0	11,0	14.6	0.68	2.94
Panamá	10,1	12,6	10,5	10,0	1.35	-0.68	-0.98
Guatemala	21,4	11,4	[9]	8.3	-1.43	-4,7	-2.04
El Salvador	13,5	10,5	[6]	5,7	-2.227	-5.48	-3.32
Paraguay	2,8	3,4	2,6	[3],[1]	-6.53	-3.41	1.24
Belice	1,0	2,3	2,3	2,6	2,5	1.33	2.38
Total muestra (15)	19997	2333,6	2303,5	2614,5	1.79	-0.12	2.56
Total (26)	2274,7	2697,5	2072,9	2983,4	1.86	0,02	2.14

Fuente: Stads y Beintema (2009)

Tabla 3. Solicitudes nacionales de patentes

País	2010	País	2010
Argentina	801	Panamá	-
Bolivia, R.	-	Perú	39
Brasil	2705	Uruguay	23
Chile	328	Venezuela, RB	-
Colombia	133	China	293066
Costa Rica	-	Alemania	47047
Ecuador	4	India (2009)	7262
Guatemala	7	Israel	1450
Honduras	-	España	3566
Jamaica	-	Reino Unido	15490
México	951	Estados Unidos	241977
Nicaragua	-		

Fuente: [//data.worldbank.org/indicator/IPPAT.RESD/countries](http://data.worldbank.org/indicator/IPPAT.RESD/countries)

Innovación y financiación de la investigación agrícola

Para estimular la adopción de tecnologías algunos gobiernos de la región establecieron fondos nacionales para el fomento de la innovación. Brasil, seguido por Argentina, Chile y México son los casos más sobresalientes en la implementación de los fondos de I+D.

En Chile, durante los noventa, el primer Programa de Ciencia y Tecnología fue creado en respuesta al objetivo del Gobierno de aumentar el crecimiento económico y mantenerlo mediante el incremento de la productividad. Este programa fue operado inicialmente con tres fondos competitivos: Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (Fontec), Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondef) y Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondecyt). En 1996, la Ciencia y Tecnología del Sistema Nacional de Innovación fue consolidado como parte del Programa de Innovación Tecnológica (PIT), que constituye un componente básico de la política de gobierno para el desarrollo científico y tecnológico. Con la introducción de fondos competitivos el PIT buscaba asegurar la pertinencia de los proyectos de ciencia y tecnología, canalizar un rápido desarrollo de la innovación tecnológica, fomentar la participación del sector privado, modernizar las instituciones públicas y contribuir a la formación de recursos humanos de alta calidad. Muchos fondos le pidieron al sector privado financiar proyectos de investigación y esta participación resultó, en general, en una contribución en especie.

Sin embargo, la participación del sector privado sigue siendo baja en comparación con los países desarrollados. Conscientes de esta situación, los fondos en los últimos años han desarrollado diversas estrategias para fortalecer la participación privada y la difusión de los resultados, dentro de ellos se encuentran: Corfo (por medio de Innova) creó un fondo para la financiación de 12 meses de negociación y consolidación de proyectos que implicaban alianzas públicas y privadas; Fondef (línea de financiación Conicyt) puso en marcha una línea de transferencia de tecnología para los proyectos que hubieran completado con éxito la fase de investigación. Aunado a lo anterior, el fondo de donaciones es cada vez más exigente en la búsqueda de que el sector privado proporcione nuevos recursos a la investigación en vez de una contribución en especie, con el fin de generar un mayor compromiso en su participación en la alianza (Engler-Palma, Johnson y González 2006).

En Brasil existen 14 fondos de promoción de sectores estratégicos, cuya meta es apoyar las actividades de I+D, así como fomentar la adopción y difusión de los resultados. La misma estrategia se aplica en Argentina: el Fondo Tecnológico Argentino (Fontar), financiado con recursos públicos, busca generar agrupaciones, alianzas y empresas de apoyo por medio de subvenciones públicas (Trigo 2011b). Otros países, como Colombia, están tratando de desarrollar este tipo de mecanismos (fondos de innovación), complementados con estrategias como los incentivos parafiscales. Una característica distintiva de la investigación agrícola en Colombia es la importante contribución del sector privado canalizada mediante asociaciones de los subsectores de la industria. Desde la década de 1940, el Gobierno colombiano ha permitido a los grupos sociales y económicos establecer asociaciones parafiscales que recauden fondos para el uso de subsectores agrícolas específicos. En la medida en que el Gobierno nacional comenzó a abandonar el apoyo a los productores en la década los noventa, estas asociaciones han asumido cada vez más responsabilidades. La administración de las asociaciones de productores gestiona la asignación de fondos entre las diversas iniciativas y las inversiones abordan temas de investigación y extensión, controles sanitarios, *marketing*, promoción de exportaciones y consumo, estabilización de precios, actividades generales y la infraestructura para el beneficio socioeconómico de este subsector. Los fondos parafiscales recaudados por medio de gravámenes obligatorios o voluntarios a la producción o exportación, no forman parte del presupuesto nacional y, por tanto, se consideran recursos privados.

En México, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) tiene un programa de presupuesto denominado "Sistema Nacional de Investigación Agrícola" (SNIA) para estimular la adopción de tecnologías. Este programa asigna recursos a tres instrumentos políticos: al Fondo Sectorial de Investigación en agricultura, ganadería, acuicultura, biotecnología agrícola y de los recursos fitogenéticos (Sagarpa-Conacyt Fondo Sectorial), al Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el desarrollo rural sustentable

(SNITT) y a acuerdos científicos de cooperación. Los Fondos Sectoriales son fideicomisos que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, en conjunto con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), pueden constituir para asignar recursos a la investigación científica y al desarrollo tecnológico en el sector implicado. Por su parte el SNITT tiene como objetivo coordinar y programar las acciones de las organizaciones públicas, privadas y sociales que promueven y realizan la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la validación y transferencia de conocimientos en el sector agrícola (Conacyt, 2010).

Alcance, enfoque y métodos

Con base en el marco del Proyecto ALCUE-KBBE y teniendo en cuenta las directrices del documento “Concept Note on inclusive rural and economic development KBBE opportunities in LAC” (2011a) se definieron cuatro grandes áreas dentro del concepto de bioeconomía. Ellas son: 1) biocombustibles; 2) biotecnología; 3) biodiversidad y 4) intensificación ecológica. A continuación, se expondrán brevemente la capacidad, en términos de recursos humanos e infraestructura, que tienen algunos países clave de ALC en estos temas:

Biocombustibles

En ALC, el sector de los biocombustibles es, probablemente, uno de los que mejor desarrollo presenta, básicamente debido a que la mayoría de los gobiernos de la región impulsa este sector. Se hará una evaluación de la I+D de los biocombustibles partiendo de una revisión de la literatura y de la opinión de expertos. Así mismo, teniendo en cuenta sus recursos humanos y financieros y las políticas públicas, las capacidades regionales se han distribuido en tres grupos de países.

El primer grupo incluye a Argentina, Brasil y Colombia: cuentan con una masa crítica de investigadores en varias áreas relacionadas con los biocombustibles, como la agricultura, la química, la ingeniería y la investigación. Los dos primeros países tienen un mercado establecido con un enorme potencial económico; Colombia, por su parte, cuenta con programas que buscan producir capital en el sector y en la actualidad ha establecido instituciones de investigación y organizaciones comerciales en busca de nuevas oportunidades de negocio (Cepal 2011).

México, Chile y Perú forman un segundo grupo: Chile comienza a incursionar en esta área, con base en sus capacidades de universidades de alto perfil, centros de investigación agrícola y un potencial de producción de biocombustibles. Perú también posee un sistema de investigación establecido, pero es menos competitivo. Sin embargo, el Estado está haciendo esfuerzos para aumentar el potencial del sistema agrícola en el futuro cercano. En México existe un sector de

investigación de alto nivel y un potencial de producción de biomasa y algas, pero su sector energético está muy regulado y no hay ambiente favorable para las iniciativas masivas en biocombustibles (Cepal 2011).

El tercer grupo de países está formado por naciones con potencial de producción y diferentes demandas de energía, pero con un factor en común que tiene que ver con la ausencia de una plataforma nacional de I+D sólida en el sector de los biocombustibles (por ejemplo, Paraguay).

Con el fin de obtener una estimación de la calidad de la investigación en la región, se realizó una búsqueda del número de artículos publicados en cada una de las áreas que integran la bioeconomía y que se describen en este proyecto, entre las cuales se encuentran los biocombustibles. Este estudio permitió conocer, además, las instituciones sobresalientes de cada una de las áreas (Tabla 4). Estos resultados podrían guiar a los socios potenciales para presentar y desarrollar propuestas en el futuro.

En el caso de los biocombustibles, desde el 2000, alrededor de 65 organizaciones de ALC han publicado artículos en revistas arbitradas, 41 de ellas son universidades y 22 son de institutos de investigación. El 11,3% del número total de artículos publicados en esta década (2.750) fueron desarrollados en ALC. La siguiente tabla presenta las cinco primeras universidades y centros de investigación en los países de ALC con publicaciones en esta área.

Durante los últimos 30 años, se han desarrollado y utilizado nuevas biotecnologías como una solución para los problemas agrícolas y ambientales. En la mayoría de los casos, las tres áreas mencionadas (biotecnología, biodiversidad y de intensificación ecológica) se conectan/superponen. En los siguientes párrafos se brinda una descripción más detallada de las tres áreas.

Biotecnología

En ALC, las técnicas biotecnológicas han sido ampliamente adoptadas y usadas en la agricultura. No obstante, solo unos pocos países las integran y utilizan como un valor agregado para el sector agrícola. Desde los años ochenta, la biotecnología ha jugado un papel importante en el desarrollo de la región, aunque solo algunos países tienen un alto potencial científico, es decir, que cuentan con una masa crítica de investigadores de alta calidad con capacidad de innovación y con centros de investigación avanzados con experiencia en biotecnología aplicada a las actividades agrícolas. Los países con una capacidad media, representados por Colombia, tienen mejores recursos potenciales (naturales, físicos y humanos) para el uso de la biotecnología. También cuentan con marcos institucionales y regulatorios relativamente sólidos, y una participación activa pero incipiente del sector privado, a pesar de que las inversiones en I+D son menores y con un bajo nivel de integración. Un tercer grupo de países (como Paraguay o Bolivia) se caracterizan por tener un

Tabla 4. Principales organizaciones en ALC que han publicado acerca de los biocombustibles, desde el 2000

Organizaciones de biocombustibles. Artículos desde el 2000				
Brasil	Argentina	México	Chile	Colombia
Universidade de Sao Paulo (1)*	Universidad de Buenos Aires.	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (5)	Universidad de Concepción, Chile.	Universidad de Antioquia.
Universidade Estadual de Campinas (2).	Universidad Nacional de Córdoba.	Colegio de Posgradudos.	Universidad Austral de Chile.	Universidad de Caldas.
Universidade Federal do Rio de Janeiro (5).	Universidad Nacional de San Luis.		Universidad de Talca.	Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
Universidade Estadual Paulista (UNESP). (6)	Universidad Nacional de San Juan.		Pontificia Universidad Católica de Chile.	Universidad Nacional de Colombia.
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (7).				
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (3).	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Buenos Aires.	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). Centros Públicos de Investigación. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).		Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
Petrobras.	Instituto de Investigaciones en Físicoquímica de Córdoba.	Instituto Politécnico Nacional.		

Organizaciones de biocombustibles. Artículos desde el 2000				
Brasil	Argentina	México	Chile	Colombia
Centro de Experiencias de usuarios proteómicas e Bioquímicas.		Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT). Centros Públicos de Investigación Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).		
Fundação Oswaldo Cruz.		Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).		
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) Bioetanol		Centro de Investigación y de Estudios Avanzados.		

Fuente: ISI Web of Knowledge y Scopus, (*) Ranking

número limitado de profesionales calificados en el área de biotecnología. Las técnicas empleadas en la investigación biotecnológica son convencionales y la infraestructura es escasa y dependiente del sector público (Trigo *et al.* 2010; Roca 2004; IICA 2008).

Desde el 2000, alrededor de 115 organizaciones con actividades vinculadas a la I+D en ALC han sido reportadas en esta área, 87 corresponden a universidades. En la tabla 5 se describen las cinco organizaciones sobresalientes, que se complementa con los centros de investigación destacados en materia de publicaciones.

Utilizando la misma metodología descrita anteriormente para determinar el impacto de la investigación en el área de la biotecnología, se obtuvo lo siguiente:

Biodiversidad

Del total de países megabiodiversos del mundo, seis se encuentran en la región de ALC (Brasil, Colombia, Ecuador, México, Venezuela y Perú) y otros son centros de diversidad y el origen de muchas especies (Costa Rica y Bolivia). Por tanto, la diversidad biológica es un eje fundamental para el desarrollo de la bioeconomía de los países de ALC, aunque se carezca de ejemplos para demostrar dicha oportunidad. En los siguientes párrafos, se desarrollarán algunos aspectos sobre este tema.

A pesar de la gran riqueza de diversidad genética nativa, incluso con especies importantes a escala mundial como las de la papa, el maíz, la yuca y los cultivos forrajeros, entre otros, en los países de la región se hace un uso limitado de los recursos genéticos de las plantas. Esto es causado por una serie de factores: la falta de información acerca de la descripción y evaluación de los recursos naturales; la restringida documentación del patrimonio genético existente; la carencia de conocimientos básicos, especialmente sobre especies nativas; la falta de programas nacionales para la modificación genética de plantas para algunas especies clave y, por último, la falta de recursos financieros como resultado del poco interés de los gobiernos de la zona (IICA 2007); (Quezada *et al.* 2009).

Con respecto a los recursos humanos, en la literatura en general no hay información específica acerca del personal calificado enfocado al estudio de la biodiversidad en ALC, puesto que los datos se presentan en conjunto con la biotecnología debido a la afinidad de las áreas. Algunos estudios (Roca 2004; Quezada *et al.* 2009) reflejan esa estructura: por ejemplo, Bolivia (2004) contaba con 30 grupos de investigación, 23 de ellos trabajaban en productos agrícolas y forestales, 4 en el medio ambiente y 3 en biofarmacéutica y cosmética. Algunos de los proyectos se basan en la utilización de los recursos genéticos, sobre todo de los relacionados con los últimos temas. Sin embargo, no fue posible extraer información sobre el nivel o número de investigadores o la infraestructura dedicada solo a los estudios de biodiversidad.

Tabla 5. Principales organizaciones de ALC que han publicado acerca de la biotecnología desde el 2000

Brasil	México	Argentina	Chile	Colombia	Cuba	Venezuela
Universidade de Sao Paulo (1).	UNAM (6).	Universidad Nacional de La Plata.	Universidad de Chile.	Universidad de los Andes.	Universidad de La Habana.	Universidad Central de Venezuela.
Universidade Estadual de Campinas (2).	Universidad Autónoma Metropolitana.	Universidad Nacional del Litoral.	Universidad Nacional de Tucumán.	Universidad Nacional de Colombia.	Universidad de Matanzas.	Costa Rica
Universidade Federal do Rio de Janeiro (3).	Tecnológico de Monterrey.	Universidad Nacional de Rosario.	Pontificia Universidad Católica de Chile.	Universidad Industrial de Santander.		Universidad de Costa Rica.
Universidade Federal do Paraná (5).	Universidad de Guadalajara.	Universidad Nacional de Mar del Plata.	Universidad de Concepción.	Pontificia Universidad Javeriana.		Bolivia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (10).			Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.	Universidad de Antioquia.		Universidad Mayor de San Simón Bolivia.
Embrapa.	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados.	Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas.	Centro de Referencia para Lactobacilos.	Centro Colombiano Genom Bioinformatic Extreme Ambiental.	Centro de Ingeniería Genética Biotecnología. La Habana (7).	

Brasil	México	Argentina	Chile	Colombia	Cuba	Venezuela
Fundação Oswaldo Cruz.	Instituto Mexicano del Petróleo.	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Buenos Aires.		CIAT.	Instituto Cubano de Investigaciones sobre la Caña de Azúcar.	
Instituto Butantan.	Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Centros Públicos de Investigación. Conacyt.	Planta Piloto de Procesos Industriales Microbiología.				
Centro de Experiencias de usuarios Proteómica Bioquímica.	Ipicyt Centros Públicos de Investigación. Conacyt.					
Petrobras	CIMMYT.					

Fuente: ISI Web of Knowledge y Scopus.

Con el fin de maximizar el aprovechamiento de la biodiversidad en los países de ALC es fundamental (a) identificar y aprovechar funciones potenciales y (b) conservarlas para su uso futuro. En relación con conservación *in situ*, la mayoría de los países de ALC cuentan con poco apoyo para el desarrollo de las actividades de esta naturaleza, aunque algunos de ellos ya declararon sus reservas de bosques y selvas. En ALC hay un número particularmente elevado de áreas naturales protegidas, por ejemplo, en Brasil hay 1,297 zonas (95 millones de hectáreas son para tribus nativas) mientras que el resto de América del Sur (sin contar Brasil) cuenta actualmente con 1507 áreas terrestres protegidas que cubren 22% de la superficie terrestre del subcontinente y 114 reservas marinas. En el 2006, el estado de la conservación *in situ* fue crítico en la mayoría de los países de América del Sur. Es importante saber que existen marcos legales e institucionales establecidos en muchos países de la región, aunque en realidad hacen falta esfuerzos para preservar los frágiles ecosistemas altamente intervenidos (IICA 2006); (Unesco 2010). La misma situación se presenta en México y en algunos países de América Central. Para maximizar el uso de la biodiversidad en los países de ALC es importante: 1) identificar y aprovechar las funciones potenciales; y 2) conservarlas para futuros propósitos.

A propósito de la calidad de la investigación realizada en la región de ALC se destaca lo siguiente: desde el 2000, 91 organizaciones han publicado 2,910 artículos relacionados con la biodiversidad. Esto representa el 8,5% de las publicaciones mundiales totales. La Tabla 6 describe las primeras diez organizaciones por país y, una vez más, las universidades representan más del 70%.

Ecointensificación

La ecointensificación se refiere a una práctica agronómica sostenible que promueve la conservación del ambiente, sin sacrificar los niveles de producción/productividad existentes. Este concepto incluye: prácticas agrícolas de cero labranza, estrategias de agricultura de precisión, manejo integrado de nutrientes, producción ecológica y tecnologías limpias. Como en el caso de la biodiversidad, existe poca literatura regional disponible sobre los recursos humanos y la infraestructura en cuanto a ecointensificación. La información existente está fragmentada o se deriva de los estudios biotecnológicos. Sin embargo, existe una tendencia hacia el desarrollo de este sector. La mayoría de los institutos/organizaciones enumerados en los párrafos anteriores tiene grupos de investigación que trabajan en el campo de la ecointensificación, sin ser clasificados o designados como tal. Además, en el área del Manejo Integrado de Plagas (MIP) existen algunos programas y redes relevantes, como la Escuela de Campo para Agricultores (ECA-proyecto desarrollado por la FAO), que tratan de ayudar a los agricultores a adaptar sus prácticas de MIP de acuerdo con condiciones ecológicas diversas y dinámicas. En Bolivia y Perú, este programa ha sido adaptado para la papa y los resultados

indican que los graduados de las ECA adquieren los conocimientos necesarios para el manejo del tizón tardío, lo que condujo a un aumento sustancial de los ingresos (www.fao.org). Otros ejemplos incluyen la red del Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agrícola (Sicta) (<http://www.redsicta.org/>), que se centró en la producción sostenible de frijoles y maíz en América Central, y varios programas exitosos dirigidos por Inia como Inta (Argentina) y Embrapa (Brasil).

Otro caso por destacar es la agricultura orgánica en Brasil: durante los últimos años, los países en vías de desarrollo han empezado a ver estos cultivos como una nueva oportunidad de mercado. En cuanto al Brasil, el país reguló esta actividad a finales de la última década y comenzó a financiar el desarrollo de la agroindustria en este sector, así como a proyectos de investigación (en el 2001 el gobierno del Estado de Paraná capacitó a más de 100 profesionales en esta área). Se espera que haya al menos tres universidades que ofrezcan cursos de posgrado y de doctorado sobre agricultura orgánica, y cinco institutos dedicados al desarrollo de esta asignatura. Las asociaciones que se unen a los productores orgánicos, también brindan asistencia técnica, como las ONG Cepagri y AS-PTA (FAO 2001).

Tanto Brasil como Argentina registran avances tecnológicos importantes en el área de la labranza cero. En los últimos 30 años, Brasil ha experimentado y adoptado sistemas para mejorar las condiciones del suelo. En 1969 la Universidad Federal de Rio Grande do Sul desarrolló el primer ensayo científico de labranza cero y, siguiendo esta línea de investigación, otras universidades, institutos federales de investigación y Embrapa han estado desarrollando programas de cultivo para mejorar la adaptación de diversas cosechas a condiciones de cero labranza. En los últimos diez años, agricultores y organizaciones multinacionales también se han unido a la investigación en esta área (Bolliger *et al.* 2006).

En Argentina, durante los noventa, la adopción de la labranza cero junto con el cultivo de soja GM fueron factores clave para posicionar al país como líder en los mercados internacionales. Sin embargo, este proceso de transformación se basó en alianzas innovadoras que involucraron a investigadores, agricultores y al sector público y privado. Los involucrados son miembros de la importante entidad (temática) Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID). Actualmente, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Inta) tiene una masa crítica de expertos que trabajan en los suelos, la degradación y las tecnologías respetuosas con el medio ambiente. Esta labor se realiza en conjunto con personal de extensión, proveedores privados de asistencia técnica, agricultores, proveedores de insumos y otras instituciones afines que generan un proceso de innovación exitosa (Trigo *et al.* 2009). También se hacen ensayos en fincas, por medio de la red Crea.

Tabla 6. Principales organizaciones del ALC que han publicado sobre la biodiversidad desde el 2000

Brasil	México	Argentina	Chile	Colombia	Costa Rica
Universidade de Sao Paulo (1).	Universidad Nacional Autónoma de México (2).	Universidad de Buenos Aires (5).	Universidad Nacional de Tucumán (UNT).	Universidad Nacional de Colombia.	Universidad de Costa Rica.
Universidade Federal do Rio de Janeiro (3).	El Colegio de la Frontera Sur.	Centro Regional Universitario Bariloche.	Universidad de Chile.	Universidad de los Andes.	
Universidade Estadual Paulista (UNESP) (4).	Universidad Veracruzana.	Universidad Nacional de Córdoba.	Pontificia Universidad Católica de Chile.	Universidad del Valle.	
Universidade Federal de Minas Gerais (8).	Universidad de Guadalajara.	Universidad Nacional de La Plata.	Universidad de Concepción.		
Universidade Federal de Goiás (9).		Universidad Nacional de Mar del Plata.	Universidad de Santiago de Chile.		
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (7).	Instituto de Ecología, AC.	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (6).		CIAT.	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Buenos Aires.			

Brasil	México	Argentina	Chile	Colombia	Costa Rica
Instituto de Botánica de Sao Paulo.	Cinvestav Unidad Mérida.	Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia.			
Museu Paraense Emílio Goeldi.	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.	Museo de La Plata			
Instituto Agronómico de Campinas.	Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo.	Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata.			

Fuente: ISI Web of Knowledge y Scopus.

Los esfuerzos por regular la agricultura orgánica en México comenzaron en 1995 y en febrero del 2006 se publicó en el *Diario Oficial* de la Federación la Ley de productos orgánicos. Su objetivo es promover, entre otras cosas, el acceso a fuentes alternativas de ingresos y de empleo, conservar los recursos naturales y producir alimentos más sanos. Las regulaciones de esta ley fueron publicadas en el 2010. También se creó el Consejo Nacional de Producción Orgánica (CNPO), que actúa como un promotor de la agricultura orgánica en México y como asesor de la Secretaría de Agricultura (Sagarpa) en términos de asuntos técnicos y reglamentarios. En México se cultivan más de 45 productos orgánicos. El sector orgánico es el subsector agrícola más dinámico de ese país: aumentó su superficie cultivada orgánicamente de 23.000 hectáreas en 1996 a 400.000 hectáreas en el 2008. Durante el 2011 se registraron 128.000 productores y se produjeron 394 millones de dólares en divisas (Matthew A *et al.* 2011).

En términos de publicaciones de calidad, la Tabla 7 incluye a las 10 principales organizaciones de cada país. Cabe mencionar que alrededor del 30% de las publicaciones más importantes del mundo en este tema se han desarrollado en América Latina. Sin embargo, el 90% de las instituciones son del Cono Sur. Esto representa una oportunidad para la subregión de exportar conocimiento no solo a América Latina sino al mundo entero.

Análisis y resultados

En los siguientes párrafos se analizan algunos de los aspectos clave:

1. Alta concentración de las capacidades científicas y de investigación en algunos países de la región. En general, el Cono Sur (Brasil, Argentina y Chile) y México presentan una mayor capacidad de I+D institucional en ALC. En comparación con otros países de la región, estos cuentan con instituciones superiores e investigadores calificados.

En cuanto al sector de los biocombustibles el Cono Sur, especialmente Brasil y Argentina, muestra un desarrollo en investigación significativo, resultado de un personal calificado y un marco regulatorio que promueve estas actividades. Sin embargo, aún no alcanza el nivel de los países desarrollados, principalmente en términos de masa investigadora crítica, patentes y producción de artículos. Un segundo grupo de países intenta consolidar el sector de los biocombustibles –Chile, Colombia, México y Perú– y cuenta con el apoyo del Gobierno, pero aún no establece un programa de I+D articulado en este sector. Los países anteriormente mencionados tienen la capacidad humana, pero los proyectos no están vinculados como parte de una estrategia de país. Un tercer grupo de países interesados en el desarrollo de este sector es cliente potencial para la transferencia de tecnología.

En el área de la biotecnología, como resultado de las actividades de I+I y las alianzas con el sector privado, sus aplicaciones han evolucionado hacia la producción y comercialización de productos en el sector agrícola en el Cono Sur. En Argentina y Brasil, y en menor grado en Chile, el progreso ha sido constante durante los últimos diez años y hay una tendencia a seguir creciendo. La subregión cuenta con un marco normativo claro y en evolución, y es un líder en la producción de cultivos modificados genéticamente en ALC, con más de 55 millones de hectáreas de cultivos GM para 2011 (James 2011). De acuerdo con estas características, se podría asumir que este grupo de países deberá jugar un papel significativo en el apoyo que ofrece a otros en la región para el desarrollo de sus capacidades tecnológicas.

2. Proveedores y compradores. Existen grandes diferencias en el potencial de la innovación entre los diferentes países de la región: Brasil, México y Argentina son líderes de la industria. Bolivia, Ecuador, Paraguay y los centroamericanos se han quedado rezagados. Brasil, el líder indiscutible de la región, tiene la ventaja de contar con recursos financieros considerables y el potencial de actuar como canalizador de iniciativas en ALC. Los actores regionales con menos recursos, se benefician indirectamente de las iniciativas y de las tecnologías de sus vecinos más grandes. Esto sugiere dos perfiles de países: los compradores de tecnología y los creadores/productores de las tecnologías. Esta situación de dos perfiles puede fomentarse mediante medidas de cooperación internacional.
3. “Fuga de cerebros”. Muchos países de ALC han apoyado programas que buscan incrementar la cantidad y calidad de investigadores regionales. Sin embargo, solo algunos de ellos han desarrollado estrategias para incluir a estos investigadores en el sector de I+I o en la producción/industria.

La mayoría de los países de la región cuenta con recursos significativos de infraestructura y personal. Así mismo, ostenta una buena base de programas de educación académica y grupos establecidos con científicos calificados que trabajan en áreas como la biotecnología o los biocombustibles. No obstante, la migración de talento es una cuestión sobresaliente en un área competitiva como la biotecnología, en razón a que las mejores oportunidades de trabajo provienen de los países económicamente más desarrollados. Por tanto, el potencial de gestión de la investigación y el desarrollo en ALC es relativamente débil, así como el entorno institucional que lo mantiene.

4. Mecanismo público y privado para la integración. En las últimas décadas, con la excepción de unos pocos países, el gasto público en I+I en América Latina ha disminuido considerablemente. En algunos casos esto se ha traducido en bajos niveles de innovación tecnológica y en una pérdida de competitividad en el sector agrícola. En Colombia, Uruguay y Perú, el

Tabla 7. Principales organizaciones de ALC que han publicado sobre ecointensificación (siembra directa) desde el 2000

Brasil	México	Argentina	Chile	Colombia
Universidade Estadual Paulista (UNESP) (1).	Colegio de Posgraduados.	Universidad de Buenos Aires.	Universidad de la Frontera.	
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (3).		Universidad Nacional de Mar del Plata.	Universidad de Chile.	
Universidade Federal de Santa Maria (4).		Universidad Nacional de Río Cuarto.	Universidad de Concepción Chile	
Universidade de Sao Paulo (5).		Universidad Nacional de Rosario.	Universidad Austral de Chile.	
Universidade Federal de Viçosa (7).		Universidad Nacional de La Plata.	Universidad Nacional de Tucumán (UNT).	
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (2).	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Buenos Aires (6).		CIAT.
Instituto Agronómico do Paraná.	CIMMYT.	Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas.		
Instituto Agronómico.	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados.	Instituto de Botánica Carlos Spegazzini.		
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S. A. (Epagri).		Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata.		
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.		Comisión Nacional de Energía Atómica Argentina.		

Fuente: ISI Web of Knowledge y Scopus

debilitamiento de la investigación del sector público se presenta simultáneamente con un crecimiento de la inversión del sector privado en ciencia y tecnología. En Colombia, por ejemplo, aunque el número de empresas biotecnológicas es relativamente pequeño, el sector privado lo ha compensado invirtiendo en la producción y comercialización de productos derivados de los recursos naturales convencionales (Zurbriggen *et al.* 2010). Sin embargo, en ALC, en general, la falta de un mecanismo adecuado para la integración de la I+D en el sistema de investigación ha sido el principal obstáculo para lograr la plena integración de los esfuerzos del sector privado. Las nuevas áreas relacionadas con la bioeconomía tienen el potencial de generar herramientas para facilitar la integración de ambos sectores.

ALC cuenta con un importante número de capacidades, aunque estas tienden a concentrarse en un número reducido de países e instituciones. Específicamente en el caso de la biodiversidad y la eointensificación, no hay suficiente información acerca de la capacidad humana especializada en estos sectores. Generalmente, se incluye con la capacidad de la biotecnología. Esto es coherente debido a la naturaleza de las actividades, pero también es importante la creación de una masa crítica especializada para tener estrategias a largo plazo en ambas áreas. Claramente, se presenta un predominio universidades y algunos centros de investigación que realizan estas actividades. Con la excepción de Embrapa y el Inta, prácticamente los SNIA no son los puntos de referencia para la investigación agrícola.

Conclusiones y cuestiones políticas emergentes

América Latina y el Caribe es una región heterogénea en muchos aspectos. En cuanto a los sistemas de I+D en agricultura relacionados con la bioeconomía, ello representa un desafío, porque se trata de estrategias de planificación para países tan diferentes como Brasil y Bolivia, por ejemplo. Sin embargo, esto puede significar una oportunidad dado el complemento entre las diferentes fortalezas y las capacidades de cada uno de los países. Del mismo modo, lo que se destaca es la presencia de un sistema de investigación establecido y un marco regulatorio en casi todas las regiones. Sin embargo, en muchos casos, estos son difíciles de aplicar y consolidar. Esta es una región con una extraordinaria diversidad de recursos naturales, pero con una reducción en la capacidad de apreciarla o custodiarla y aprovecharla.

Por otra parte, en toda la región existe la consciencia de que es necesario disponer de más fondos financieros y aumentar la infraestructura y la capacitación del personal calificado. Para consolidar los procesos de I+D se requiere incrementar y consolidar la masa crítica y desarrollar procesos/técnicas novedosos para ir más allá de ser solamente adoptadores de tecnología. Aunque significativo, el volumen de la investigación de la región es relativamente bajo en comparación

con otros países desarrollados o en desarrollo, como China e India. Esto se refleja en un número reducido de patentes y artículos publicados y por ello, la capacidad de innovación sigue siendo dependiente de suministros externos provenientes de países desarrollados. ALC no requiere ser autosuficiente *en sí*, pero es importante que la producción local de tecnología sea competitiva en el mercado global.

En los siguientes párrafos se describen algunas recomendaciones que pueden apoyar la investigación en los sectores relacionados con la bioeconomía:

1. En general, es necesario apoyar a los sistemas de investigación de tecnología y sus vínculos dentro y fuera de la región. Para ello, las instituciones establecidas en ALC deben ser guiadas para crear acuerdos de cooperación tecnológica, se debe apoyar su integración con el sistema global de investigación y así mismo aprovechar los recursos externos.
2. Aumentar las inversiones públicas en cada país. Es importante garantizar los recursos financieros y su flujo constante para dar continuidad a los programas ya existentes de I+D en todas las áreas que se describen en este documento.
3. Para el sector de los biocombustibles es importante crear redes de cooperación en torno a programas comunes de innovación y desarrollo sobre temas básicos exigidos en el ámbito regional. La idea es contar con un sistema regional articulado que alcance una masa crítica suficiente y densidad en investigación.
4. El entrenamiento de investigadores en el uso de la biodiversidad y la biotecnología, puede contribuir a resolver las demandas y/o necesidades de la industria en los países. Para esto se debe explorar el intercambio con universidades internacionales, además de diseñar cursos locales, seminarios, posgrados y especializaciones de alta calidad en las diferentes áreas.
5. Al igual que en el sector de los biocombustibles, es necesario reforzar las relaciones en la región puesto que todavía existe una baja integración y con una variedad de temas originales en desarrollo en diversos países. Las actividades deben ser racionalizadas, con el fin de aumentar la eficiencia y reducir la redundancia de esfuerzos.
6. Aprovechar la ventaja en el tema de eointensificación (principalmente siembra directa). La región ha desarrollado investigación y herramientas aplicables en otras regiones.
7. Apoyar a los fondos de recursos financieros regionales y subregionales.

Referencias

- Bin, Adriana., Gianoni, Cecilia., Mendes, Paule Jeanne. and Rio, Carolina. 2009. GCARD. Revisión Regional para América Latina y el Caribe. (Ed.). Filho, Sergio. http://webapp.ciat.cgiar.org/webciat/foragro_09/pdf/gcard_background_doc.pdf
- Bolliger, Adrian, Magid, Jakob, Telmo Amado, Jorge Carneiro, Skóra Neto, Francisco, dos Santos Ribeiro, Maria de Fatima, Calegari, Ademir, Ralisch, Ricardo y de Neergaard, Andreas. 2006. Taking Stock of the Brazilian “Zero-Till Revolution”: A Review of Landmark Research and Farmer’s Practice. *Review Advances in Agronomy*, Volumen 91: 47-110.
- Cepal. 2011. *Investigación y desarrollo e innovación para el desarrollo de los biocombustibles en América Latina y el Caribe. Serie Seminarios y conferencias* nro. 68. <http://www.cepal.org/publicaciones>.
- Conacyt. 2010. *Science and Technology Indicators at a Glance*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 129. http://www.conacyt.gob.mx/InformacionCienciayTecnologia/Documents/Indicadores_2010.pdf
- Echeverría, Rubén y Trigo, Eduardo. 2008. Los retos de la investigación agroalimentaria en América Latina. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 219: 71-112.
- Engler-Palma, Alejandra, González, Carolina y Johnson, Nancy. 2006. Importancia de gobernabilidad y aspectos legales en las “alianzas público-privadas para la investigación agroindustrial en América Latina”. Informe de estudio en el marco del proyecto Alianzas público-privadas para la investigación agroindustrial. División ISNAR del IFPRI, 61.
- FAO. 2001. *Perspectivas de la agricultura orgánica*. <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s0f.htm>
- IICA. 2006. *El estado del arte de los recursos genéticos en las Américas: conservación, caracterización y utilización*. San José, Costa Rica: IICA 61 p.
- IICA. 2007. *Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II Etanol. Programa hemisférico en agroenergía y biocombustibles*. San José, Costa Rica: IICA. 181.
- IICA. 2008. *Agrobiotecnología en América Latina y el Caribe: estado actual de su desarrollo y adopción*. San José: IICA. 62.

- Informe preparado para la Corporación Andina de Fomento (CAF) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP).
- James, Clive. 2011. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011. *ISAAA Brief* No. 43. Ithaca, NY: ISAAA.
- McMahon, Matthew A., Valdés, Alberto, Cahill Carmel y Jankowska, Ania. 2011. Análisis del extensionismo agrícola en México. París: Sagarpa/IICA/ OCDE. 73.
- Quezada, Fernando, Roca, William, Szauer, María Teresa, Gómez José. Javier, López, Roberto. 2009. Biotecnología para el uso sostenible de la biodiversidad. Capacidades locales y mercados potenciales. Caracas, Venezuela: CAF. 114.
- Roca, William. 2004. *Estudio de las capacidades biotecnológicas e institucionales para el aprovechamiento de la biodiversidad en los países de la Comunidad Andina*.
- Stads, G. J. and Beintema, Nienke. 2009. *Investigación agrícola pública en América Latina y el Caribe: tendencias de capacidad e inversión*. Informe Síntesis. Aisti. 36.
- Trigo, Eduardo, Falck-Zepeda, José Benjamín y Falconi, César. 2010. *Biotecnología agropecuaria para el desarrollo en América Latina: oportunidades y retos*. Documento de Trabajo ALC/01/10, Programa de Cooperación, FAO/Banco Interamericano de Desarrollo, Servicio para América Latina y el Caribe, División del Centro de Inversiones.
- Trigo, Eduardo. 2011a. *Setting the scene on inclusive bioeconomy development opportunities in LAC* (draft-report). ALCUE-KKBE Project.
- Trigo, E. 2011b. *Los nuevos escenarios para la institucionalidad de la investigación agroalimentaria en América Latina y el Caribe* (draft-working paper). Buenos Aires, Argentina: CEO.
- Trigo, Eduardo, Cap, Eugenio, Villarreal, Federico y Malach, Valeria. 2009. *The Case of Zero-Tillage Technology in Argentina*. Washington, D. C.: IFPRI Discussion Paper 00915.
- Unesco. 2010. *Sistemas Nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe*. Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe. Estudios y documentos de política científica en ALC. Vol. 1.
- Zurbriggen, Cristina y González, Mariana. 2010. *Políticas de ciencia, tecnología e innovación en los países del Mercosur*. Montevideo, Uruguay: Centro de Formación para la Integración Regional (Cefir).

Experiencias exitosas en bioeconomía en América Latina y el Caribe^{1 2}

Ana Clara Pisón³ y María Alejandra Bentancur⁴

Introducción

Dada la diversidad de los recursos naturales, las características económicas y sociales e incluso la naturaleza de cada uno de los países que integran América Latina no existe un modelo común para el desarrollo de la bioeconomía en la región. Precisamente, se reconocen las vías que reflejan los distintos aspectos y ventajas comparativas de cada país. Sin embargo, todos comparten los mismos principios: un uso más eficaz y eficiente de los productos y procesos biológicos para la consecución de objetivos sociales. En este contexto, el objetivo de este capítulo es presentar experiencias exitosas de la bioeconomía en América Latina que dan cuenta de su potencialidad.

Para su selección e inclusión fueron consideradas diversas fuentes, entre las que se destaca para casos específicos las experiencias relevadas por la Oficina del IICA en Uruguay⁵ y otra realizada en conjunto por Fontagro, BID e IICA (Henríquez y Li Pun 2013). Para su presentación fueron organizadas y abordadas de acuerdo con cuatro de las seis vías de intensificación de la bioeconomía propuestas por el proyecto “Hacia una bioeconomía basada en los conocimientos en

-
- 1 Las autoras agradecen los aportes realizados por Federico Villarreal y Eduardo Trigo para la estructuración del capítulo.
 - 2 La fuente de todas las fotos de este capítulo es la publicación que hizo IICA sobre experiencias exitosas: “Experiencias exitosas en Bioeconomía”, realizada por IICA y el Proyecto ALCUE-KBBE en 2013. Véase http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/uruguay/Documentos%20de%20la%20Oficina/experiencias_exitosas_bioeconomia_iica_2013.pdf
 - 3 Asistente Técnica en Comunicación externa. Proyecto ALCUE-KBBE. Oficina del IICA en Uruguay. Correo electrónico: anapison@iica.int.
 - 4 Especialista en Coordinación de Proyectos. Oficina del IICA en Uruguay. Correo electrónico: alejandra.bentancur@iica.int
 - 5 “Experiencias exitosas en Bioeconomía”, realizada por IICA y el proyecto ALCUE-KBBE en el 2013. Véase http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/uruguay/Documentos%20de%20la%20Oficina/experiencias_exitosas_bioeconomia_iica_2013.pdf

América Latina y el Caribe en partenariat con Europa”, y reseñadas en el capítulo 1. Las cuatro vías consideradas son: 1) la explotación de recursos de la biodiversidad; 2) la eointensificación de la agricultura; 3) aplicaciones biotecnológicas y 4) biorrefinerías y bioproductos. Las otras dos vías que no se han considerado en el agrupamiento de las experiencias son: 5) mejora en la eficiencia de las cadenas de valor y 6) servicios ecosistémicos. La opción de enfatizar las cuatro vías mencionadas no refleja necesariamente un juicio sobre la importancia de los otros senderos identificados, sino cuestiones expositivas y el hecho de que estas otras alternativas se encuentran aún poco desarrolladas en la región y por tanto hay poca información sobre ellas.

Los recursos de la biodiversidad

La biodiversidad es una fuente casi inagotable de productos y servicios. Esto lo han reconocido varios países de la región como una base sobre la que podrían apoyar parte de su desarrollo. A menudo hay enfrentamientos y desacuerdos entre las instituciones ambientales (sobre la base de la conservación) y de los sectores productivos (centradas en el uso). Además de la confrontación de las opiniones, el debate involucra las dificultades para cuantificar el valor real de los elementos de la biodiversidad y la falta de claridad en la aplicación de los derechos de propiedad intelectual.

Aunque algunos de los países de la región son muy ricos en biodiversidad (tal es el caso de Brasil, Costa Rica, Colombia y Panamá, entre otros) algo que no se refleja adecuadamente en su PIB, esta riqueza estaría disminuyendo a un ritmo acelerado por la contaminación del agua, el suelo y el aire, la mala gestión generalizada del medio ambiente que se produce en determinadas actividades productivas (minería, agrícola, industrial); la biopiratería y el cambio climático global, entre otras causas.

El potencial de los productos de la biodiversidad es casi ilimitado para diversas industrias como la farmacéutica, la cosmética, la alimenticia, la agropecuaria, y la bioenergética, etc. Igualmente, la conservación es una aplicación que puede ser explotada, tal como se ha demostrado con éxito en Costa Rica, donde sobre la base de una política de educación ambiental se ha hecho posible la articulación de la biodiversidad para el turismo y se han descubierto y desarrollado nuevos y rentables aplicaciones y servicios.

INBio⁶

El INBio es un centro de investigación y gestión de la biodiversidad, establecido en 1989 para apoyar los esfuerzos por conocer la diversidad biológica del país y promover su uso sostenible. INBio

6 Esta sección ha sido elaborada con base en la información del sitio <http://www.inbio.ac.cr/que-es-inbio.html>.

es una asociación público-privada que realiza sus tareas en estrecha colaboración con las entidades gubernamentales y el sector privado, así como con universidades e instituciones científicas, tanto nacionales como internacionales. El instituto trabaja acorde con la premisa de que el mejor medio para conservar la biodiversidad es estudiarla, valorarla y aprovechar las oportunidades que esta ofrece para mejorar la calidad de vida del ser humano.

Su misión es promover una mayor conciencia sobre el valor de la biodiversidad, para lograr su conservación y mejorar la calidad de vida del ser humano. Y como visión convertir la naturaleza en un eje central de la cultura, del proceso educativo y de las fortalezas competitivas del país; constituir un núcleo de desarrollo científico que guíe el uso del capital natural de Costa Rica y ser la institución más reconocida de América Latina en su campo. Su labor se desarrolla principalmente en torno al inventario y monitoreo de especies; la conservación; la comunicación y la educación; la bioinformática y la bioprospección.

Si bien el INBio es una iniciativa nacional en razón a su ámbito de acción, se ha convertido en un esfuerzo internacional que busca integrar la conservación al desarrollo. La aplicación del conocimiento científico de la biodiversidad a actividades económicas como el ecoturismo, la medicina, la agricultura o el desarrollo de mecanismos de cobro y pago de servicios ambientales, ejemplifican este esfuerzo de integración y son parte de las actividades que motivan la atención de la comunidad internacional.

Ecoflora⁷

Ecoflora es una compañía que centra sus estrategias de negocios en el cuidado del medio ambiente y la biodiversidad. La fundó en 1998 un grupo de emprendedores con experiencia en las industrias agrícola, forestal, biotecnológica y de biocomercio. Su misión es crear valor y bienestar por medio de la innovación en negocios y productos tecnológicos de alto valor agregado, derivados sosteniblemente de la biodiversidad vegetal para proveer alimentos sin tóxicos; cosméticos sin culpas; cuidado personal sincero y limpieza sin contaminantes.

En la actualidad cuenta con 42 empleados altamente calificados y tiene 12 solicitudes de patentes para colorantes, fungicidas, insecticidas, surfactantes y elicitors (cuatro aprobadas y ocho en proceso). A partir del 2011 se dividió en dos empresas: Agro y Cares. Ecoflora Agro se encarga del desarrollo de bioplaguicidas de uso agrícola, como insecticidas, repelentes, fungicidas, acaricidas, molusquicidas y nematocidas. Ecoflora Cares, en cambio, se focaliza en el desarrollo y comercialización de ingredientes naturales para cosméticos y alimentos (colorantes, ceras, aceites

7 Esta sección ha sido elaborada con base en la información del sitio <http://www.ecofloracares.com/es/content/category/2-acerca-de-ecoflora>

e ingredientes funcionales) y bioproductos para el cuidado del hogar (limpiadores, desinfectantes e insecticidas).

Dentro de sus estrategias de diferenciación se encuentran: 1) el énfasis en biodiversidad nativa y endémica; 2) el fortalecimiento de las cadenas de suministro sostenibles; 3) la innovación abierta y disruptiva; 4) el desarrollo de patentes y otros mecanismos de propiedad intelectual; 5) el desarrollo de modelos de negocios inclusivos y 6) la utilización de certificaciones en biocomercio justo, sostenible y equitativo. Estas estrategias conjuntamente con el fortalecimiento del vínculo con Universidades y otros centros de investigación y desarrollo hacen de esta experiencia innovadora un verdadero ejemplo del aprovechamiento desde la bioeconomía de la biodiversidad.

Programa *Agave cocui*: RSIP⁸



La elaboración del licor cocuy pecayero y las artesanías con fibra del *Agave cocui* son actividades propias de las zonas semiáridas de la Sierra de Falcón en Venezuela, particularmente en la parroquia Pecaya del municipio Sucre. Con el fin de establecer el valor histórico y cultural que representa el cultivo, diversas instituciones tienen a su cargo el Programa “Agave cocui” que promueve y apoya el desarrollo sustentable de los productos derivados de esta planta en estas zonas deprimidas.

8 La información proviene de los propios actores y se encuentra más desarrollada en la publicación “Experiencias exitosas en Bioeconomía”, realizada por IICA y el Proyecto ALCUE-KBBE (2013, 80-83)

Proyectos productivos en comunidades indígenas para la conservación in situ y aprovechamiento de la agrobiodiversidad



Unas de las mayores riquezas de México son la biodiversidad y la agrobiodiversidad; esta última es la consecuencia de los conocimientos y del trabajo que durante siglos han preservado las comunidades indígenas que aportan saberes sobre prácticas de conservación in situ. Para evitar que estos conocimientos se pierdan, un grupo multidisciplinario trabaja junto a las comunidades para identificar oportunidades de proyectos productivos que les permitan incrementar el valor agregado de los productos de su agrobiodiversidad.

La ecointensificación de la agricultura

La ecointensificación de la agricultura se relaciona con las prácticas agronómicas dirigidas a mejorar el desempeño ambiental de las actividades agrícolas, manteniendo los niveles de producción y productividad hasta hoy alcanzados. Con la ecointensificación se busca alcanzar un equilibrio entre los beneficios agrícolas, ambientales, económicos y sociales, con un uso más eficiente de los recursos energéticos y focalizando en la reducción del uso de combustibles fósiles, plaguicidas y otros contaminantes derivados de recursos naturales no renovables.

Esta vía de intensificación de la bioeconomía está asociada al concepto de tecnologías limpias, en particular los aspectos relacionados con el uso de procesos biológicos en apoyo de las actividades industriales y otros (tratamientos de aguas residuales). Cabe destacar, sin embargo, que el mero uso de recursos o procesos biológicos no es suficiente y la consideración de beneficios ambientales eficaces debe relacionarse con el uso de este tipo de productos para ser incluidos en esta vía.

Agricultura de labranza mínima o siembra directa en Argentina y Brasil

La expansión de la agricultura durante la primera mitad del siglo XX tuvo entre otras consecuencias un incremento en la erosión y en la degradación del suelo. Estas problemáticas reconocidas en varias instancias de investigación internacional, constituyeron el principal estímulo para el desarrollo de técnicas y prácticas ambientalmente amigables. Específicamente, a partir del reconocimiento de las consecuencias del manejo inadecuado del suelo, surge un fuerte interés por el desarrollo de prácticas culturales menos agresivas en la preparación de los suelos para la siembra de manera tal que se reduzca la erosión y consecuentemente el deterioro potencial de la actividad agrícola. Este proceso de concientización sobre las implicaciones de la erosión del suelo, complementado con la asesoría técnica en los predios, promovió la difusión de información acerca de las experiencias que se realizaban en los Estados Unidos y en otros lugares, las cuales buscaban mitigar este problema y reducir el impacto de las prácticas culturales. De esta manera con los avances en los cultivos de soya y las variedades genéticamente modificadas que permiten un control de malezas más eficiente en estados críticos, se estableció el escenario que inició el desarrollo de técnicas (y maquinaria) de labranza mínima y posteriormente no labranza o siembra directa.

Las instituciones de Investigación y Desarrollo (I+D) jugaron un papel muy importante en la introducción de esta innovación tecnológica, porque conjuntamente con los actores de la agricultura (productores, proveedores de insumos agropecuarios y asesores técnicos, entre otros) conformaron la red que hizo posible la adaptación e introducción de la siembra directa. En Argentina, a partir de 1968 el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) empieza a participar en programas vinculados con la creación de equipos técnicos locales formados en el tema. Esto se encontraba alineado con lo que ocurría principalmente en Brasil durante la década del setenta cuando se fortalecen los vínculos entre el sector productivo (y proveedor de insumos) y los centros de investigación con el objeto de adaptar esta tecnología a la realidad nacional. Por medio de Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada –IPEA– (que posteriormente pasaría a llamarse Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –Embrapa–), el Estado se convirtió en un promotor importante de la siembra directa y constituyó, al igual que en los Estados Unidos, una auténtica red de innovación.

Una vez fortalecida la red de innovación entre los actores del sector y las instituciones públicas de I+D el ritmo de aumento del área bajo siembra directa en América Latina se incrementó significativamente. En 1987 los países integrantes del Mercosur (Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay) realizaban la siembra directa en 670.000/ha (menos de la superficie actual en siembra directa en el Paraguay). En el 2009, según estimaciones realizadas por Derpsch y Friedrich (2009), el sistema de siembra directa se realizó en más de 106 millones de hectáreas a escala mundial.

Aproximadamente, el 46% de esta tecnología se practica en América Latina, el 38% en los Estados Unidos y Canadá, el 11% en Australia, y el 5% en el resto del mundo, incluido Europa, África y Asia. En Brasil, la siembra directa representa aproximadamente el 70% de la superficie cultivada y en Argentina y Paraguay cerca del 80-90% respectivamente; estos dos últimos países son líderes mundiales en porcentaje de adopción. Es interesante destacar también que en más del 90% del área cultivada en siembra directa en Brasil, Argentina, Bolivia y Paraguay, se la realiza de manera permanente; es decir, sin la presencia ocasional de labranzas.

Los principales factores que promovieron este cambio tan impresionante en América Latina son:

1. Control eficiente y económico de la erosión bajo condiciones con alto potencial de erosión y degradación de los suelos.
2. Conocimientos adecuados disponibles en la región mediante investigación y desarrollo y con base en las experiencias de agricultores líderes.
3. Amplia utilización de abonos verdes para la reducción de la infestación con malezas especialmente en Brasil y Paraguay (reducción en el uso de herbicidas), aumento del contenido de materia orgánica en el suelo y control biológico de plagas, entre otros.
4. En general todos los sectores involucrados (públicos y privados) han expresado un mismo mensaje, consistente y positivo, sin contradicciones hacia la siembra directa.
5. Ha habido una agresiva y eficiente extensión de agricultor a agricultor por medio de las asociaciones de siembra directa.
6. Se han producido y distribuido entre agricultores y extensionistas publicaciones con información adecuada, útil y práctica.
7. Evaluaciones económicas con enfoque sistémico de finca han mostrado altos retornos económicos al practicar la siembra directa. Los retornos económicos mejoran aún más con el uso de abonos verdes y rotaciones de cultivos.

Todas estas cuestiones ubican a la siembra directa como una experiencia exitosa en la que además de promover una agricultura ambientalmente más amigable se favoreció la ecuación económica tanto de los productores, como del estado y del resto de los actores del sector agrícola. Indudablemente, esta ha sido una experiencia exitosa relacionada a la bioeconomía que ha trascendido las fronteras nacionales.

Biofertilizantes para sistemas silvopastoriles de la Región Caribe colombiana



En el Caribe seco colombiano, la oferta de forraje para la alimentación de ganado de leche ha sido afectada por las condiciones climáticas y el deterioro del suelo. La búsqueda de un desarrollo sostenible para la ganadería lechera es el inicio del proyecto que tiene como objetivo aumentar la sostenibilidad y la rentabilidad del uso del suelo, mediante la producción de un fertilizante biológico mixto con base en bacterias fijadoras de nitrógeno para sistemas silvopastoriles en la región.

Sistema silvopastoril intensivo de Pedasí



Si bien la ganadería ha estimulado el desarrollo y el progreso económico de la comunidad de Pedasí, en la provincia de Los Santos, Panamá, esta ha traído consecuencias negativas sobre los ecosistemas locales y el medio ambiente. El rendimiento del suelo se ha visto afectado a causa de la forma convencional de pastoreo extensivo de ganado que ha eliminado los árboles y arbustos y los ha sustituido por un monocultivo de pasto mejorado. Con el objetivo de implementar una actividad menos dañina al medio ambiente y beneficiar la oferta de forraje, aliviar la compactación del suelo y controlar la erosión la Asociación de Productores Pecuarios y Agrosilvopastoriles de Pedasí (Apaspe) puso en marcha un Sistema Silvopastoril Intensivo (SSPI) en la región.

Producción mejorada de papa orgánica en la región andina del Perú



La papa nativa orgánica se ha posicionado como un nuevo producto gourmet muy demandado en el mundo, lo que ha constituido un catalizador para su producción orgánica en el Perú. Sin embargo, las infestaciones por gorgojo de los Andes y por la polilla son una amenaza para el cultivo en un mercado en crecimiento y afectan la rentabilidad y la viabilidad de la papa nativa. Con intenciones de vincular a pequeños agricultores con estos nuevos mercados, varias instituciones

nacionales e internacionales incentivaron a los productores a adoptar un Manejo Integrado de Plagas, para contrarrestar el daño de las plagas y lograr una papa orgánica certificada para su venta.

Cultivos asociados: maíz junto a la guama



La región de Ixcán, en el departamento de Quiché, Guatemala, presenta indicadores de desarrollo humano muy bajos y problemas ambientales como consecuencia de las malas prácticas agrícolas. La agricultura es de subsistencia, el maíz constituye del 75% al 80% del alimento para la familia. Para acondicionar la tierra para la siembra se recurre a la quema de los rastrojos, lo que provoca una pérdida de nutrientes en el suelo que se contrarresta con la aplicación de agroquímicos. En el 2008, buscando soluciones a estas problemáticas, una ONG y autoridades municipales pusieron en marcha el Proyecto de Agrosilvicultura, que asocia el cultivo de maíz con el árbol guama (*Inga edulis*), una leguminosa capaz de restaurar la fertilidad de los suelos.

Aplicaciones de la biotecnología

Hasta el momento el panorama de la biotecnología ha sido dominado por los cultivos genéticamente modificados (OGM) en razón a que, en la práctica, se les ha identificado con estas innovaciones. Esto, sin duda, es un reflejo de lo que ha sido el ciclo tecnológico hasta ahora y del hecho indiscutible de que estas innovaciones son las que han tenido más “prensa” y más visibilidad, bien sea por su impacto potencial en la agricultura —que ya se ha hecho evidente, no solo desde el punto de vista de su cobertura, sino también por sus beneficios económicos y sociales—, bien por la controversia que han suscitado. Más allá de esto durante todo este tiempo el desarrollo científico ha continuado expandiéndose de la mano del avance de la biología molecular en general y de la genómica y la bioinformática en particular, así como de un conjunto de otras áreas que no han hecho sino abrir el espectro de las aplicaciones más allá de la transgénesis y nos han permitido

vislumbrar un impacto aun mayor que el logrado con los OGM, pues cubren a la producción agrícola y también a la pecuaria y a la forestal e incluyen nuevas áreas de interés, como la bioenergía. Todas están estrechamente vinculadas a la bioeconomía.

La aplicación de marcadores moleculares, la genómica y la bioinformática en general (para incrementar la eficiencia y la efectividad del mejoramiento tradicional y la conservación y el aprovechamiento de los recursos genéticos vegetales), la nutrigenómica (el uso de información acerca de cómo los genes y los distintos componentes químicos presentes en los alimentos afectan los genes y los procesos metabólicos en los seres humanos), las nuevas vacunas y los nuevos métodos de diagnóstico, la aplicación de la biología molecular al mejoramiento de procesos reproductivos en la producción animal, las nuevas aplicaciones destinadas a aprovechar la eficiencia de las fuentes vegetales y de la biomasa en general para la producción de biocombustibles, así como otras innovaciones relacionadas con mejoras en la calidad y efectividad de los ingredientes y procesos de la industria alimentaria, se están transformando paulatinamente en el denso tejido de componentes del nuevo escenario tecnológico. Esto obliga a pensar en los escenarios de la tecnología de manera independiente de una técnica o conjunto de técnicas específicas (como es el caso de la transgénesis). Pero más allá de esto que representa el escenario que ya comienza a vislumbrarse en torno a la biotecnología, a continuación se describen casos exitosos concretos de aplicación de estas tecnologías en beneficio de la sociedad.

Organismos Genéticamente Modificados en el agro latinoamericano

Desde la aparición de las variedades transgénicas en el mercado, el área cultivada con Organismos Genéticamente Modificados (OGM) ha ido en constante y progresivo aumento. El área cultivada con OGM en la región tiene una participación más que relevante en el concierto mundial de este tipo de tecnologías. En efecto, siete de los 14 países que dedican más de 50 millones de hectáreas a este tipo de cultivos pertenece a la región y, no solo eso, Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay se ubican dentro de los 10 más importantes del mundo en este sentido (James 2012).

Brasil ocupa el segundo lugar, tras Estados Unidos en hectáreas de cultivos biotecnológicos en el mundo, con 40,3 millones de hectáreas. Además, surge como un líder mundial en cultivos biotecnológicos (Celeres 2013). Por cuarto año consecutivo, Brasil fue el motor de crecimiento mundial en 2012, porque aumentó sus hectáreas de cultivos biotecnológicos más que cualquier otro país del mundo: un incremento récord de 6,3 millones de hectáreas, equivalente a un impresionante crecimiento interanual de 21% (James 2012). Brasil cultiva el 21% de las 170 millones de hectáreas mundiales y consolida su posición reduciendo consistentemente la brecha con Estados Unidos. Un sistema regulatorio de aprobación rápida le permite a este país autorizar eventos

en forma rápida y oportuna. Brasil ya ha aceptado la primera soya apilada resistente a insectos y tolerante a herbicidas para ser comercializada durante el 2013. Destaca que Embrapa, institución pública con un presupuesto anual de USD\$1.000 millones, desarrolló localmente y obtuvo autorización para comercializar frijoles biotecnológicos resistentes a virus (arroz y frijoles son alimentos básicos en América Latina), los cuales fueron desarrollados completamente con sus propios recursos, demostrando así su impresionante capacidad técnica para producir e implementar un nuevo cultivo biotecnológico de última generación (James 2012).

Diversos estudios en América Latina y el mundo reconocen los beneficios que aportan los cultivos biotecnológicos, principalmente, para mitigar los enormes desafíos asociados al cambio climático y al calentamiento global. Muestran a su vez, su potencial relacionado con las posibilidades de incrementar significativamente la productividad y los ingresos y, por tanto, contribuir al crecimiento económico del sector rural.

Red de Innovación en Biotecnología para las Américas (Bionna)

La innovación en biotecnología requiere de una adaptación constante, así como una interacción entre empresarios, investigadores, sectores público y privado y la sociedad civil. De esta manera, el trabajo en red es fundamental para que la innovación ocurra. En este marco en septiembre del 2010 nace la Red de Innovación en Biotecnología para las Américas (Bionna) con el objetivo de promover la competitividad y la capacidad de innovación local en la biotecnología de América Latina y el Caribe, con la participación de Canadá.

Proyecto Genoma-CYTED



América Latina es el mayor productor mundial de frijol con casi la mitad de su producción. Sin embargo, se reportan bajos rendimientos en algunas regiones, como consecuencia de una serie de factores fisiológicos (sequía y déficit hídrico, baja fertilidad, entre otros) producto de la fitotoxicidad, enfermedades y plagas. Buscando alternativas para un cultivo que defiende la seguridad

alimentaria de la región, 21 países iberoamericanos aprobaron en octubre del 2009 el Proyecto Genoma-CYTED con el fin de obtener el genoma completo del frijol, para potenciar su mejora genética y dar lugar a variedades más adaptadas a las necesidades iberoamericanas.

Mejoramiento de la soja ante estrés biótico y estrés abiótico

La soja es uno de los cultivos de mayor importancia en el sector agropecuario del Cono Sur, el Mercosur produce el 50% de soja que se consume en el mundo. Buscando la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo, se consolida un espacio público-privado de agentes del Mercosur que busca otorgar valor agregado al cultivo de soja bajo estrés hídrico y sanitario por medio de la mejora genética. En noviembre del 2008 nace el Proyecto Biotecsojasur llamado “Enfoque integrado de la genómica en el Mercosur para la prospección de genes útiles para la mejora de la soja frente al estrés biótico y abiótico”.

Bioceres: innovación en bionegocios



Luego del lanzamiento de la soja resistente a glifosato y de la rápida adopción del productor argentino, un grupo de productores agropecuarios compartían el sueño de que Argentina se convirtiera en un referente en agrobiotecnología. Bioceres fue fundada con este propósito el 12 de diciembre del 2001 por 23 accionistas, con el objetivo de gerenciar y financiar proyectos de investigación y desarrollo en agrobiotecnología. Implementando una estrategia de alianza público-privado, la

iniciativa permitió la fusión de la competitividad de los científicos argentinos con la capacidad emprendedora de los productores agropecuarios.

Corporación CorpoGen



En Colombia una financiación adecuada y continua de los Centros Autónomos de Investigación basada únicamente en los fondos del Gobierno puede ser extremadamente difícil de conseguir durante largos periodos. En julio de 1995 nació CorpoGen, una corporación sin ánimo de lucro, regida por el derecho privado. Su misión es promover la ciencia y la tecnología por medio de la ejecución de proyectos de investigación; colaboración con otros grupos científicos; desarrollo y comercialización de productos y servicios y capacitación de científicos calificados. La investigación en salud humana, animal, vegetal y del medio ambiente es parte central de las actividades de CorpoGen.

Biorrefinerías y bioproductos

En esta vía de intensificación de la bioeconomía se incluyen los sectores y procesos orientados a la sustitución de insumos industriales y combustibles fósiles. Ejemplos de estos son el etanol vegetal, el biodiesel y el biogás y diferentes actividades orientadas a la química verde.

Las biorrefinerías, en su esencia, son iguales a las refinerías de petróleo en cuanto a que son instalaciones destinadas a la transformación de la biomasa en un amplio espectro de productos comercializables y energía. Su importancia se relaciona con la mejora de la eficiencia y la gama de productos de base biológica: aumentar la eficiencia con la posibilidad de descomponer las materias primas en diferentes cadenas de productos y también la reducción del costo de los productos primarios. Las biorrefinerías generan valor, añaden nuevas e innovadoras posibilidades a la

agricultura, transforman la naturaleza y posibilitan nuevas vinculaciones con el resto de la economía, particularmente con el sector industrial.

Las biorrefinerías y los bioproductos tienen la capacidad de potenciar los vínculos entre los nuevos materiales de origen biológico, las materias primas y los insumos, con las cadenas de valor existentes. Generando, a su vez, acciones explícitas y concretas que aseguren a los productores – concretamente los de pequeña escala– y a las comunidades rurales la creación, el mantenimiento y la puesta en valor de la bioeconomía.

Biorrefinerías sociales-rurales⁹

La Corporación Clayuca impulsa desde el 2006 un proyecto de investigación y desarrollo con el objetivo de establecer una plataforma tecnológica para el procesamiento de bioetanol hidratado. Esta iniciativa se extiende a pequeñas comunidades rurales y usa como materia prima los cultivos de yuca, batata y sorgo dulce.

Este proyecto ha sido denominado Biorrefinerías Rurales Sociales (Birus) y busca promover el desarrollo rural en comunidades de pocos recursos. Para esto propone la producción y utilización de etanol hidratado. Se considera que las Birus tendrán un impacto social en las regiones y ayudarán a los productores a dinamizar sus economías, crear empleo y mejorar la seguridad energética y agroalimentaria.

El prototipo operacional de las Birus que ha sido desarrollado por Clayuca para procesar el etanol hidratado es de pequeña escala, bajo costo de construcción, operación y mantenimiento.

Clayuca ha iniciado la difusión del modelo desarrollado en comunidades rurales con acceso limitado a energía eléctrica y alta dependencia de combustibles fósiles y que, por lo general, se sostienen exclusivamente de la agricultura. Las instalaciones de la planta piloto existente han sido utilizadas como centro de demostraciones y actividades de capacitación para grupos de agricultores y técnicos de diversas regiones de Colombia y de otros países de la región que enfrentan problemas similares y encuentran en esta innovación una alternativa capaz de generar desarrollo rural a parte importante de las comunidades más desfavorecidas de América Latina.

9 Esta sección ha sido elaborada con base en información del sitio www.clayuca.org/sitio.

Babethanol



El incremento de los precios de los combustibles y la preocupación por el calentamiento global han puesto a los biocombustibles en la mira de la innovación. Sin embargo, producir la materia prima para la creación del biocombustible consume mucha energía, además de competir con la alimentación. Babethanol es un proyecto financiado por la Unión Europea (UE) y coordinado por un equipo multidisciplinario internacional de especialistas pertenecientes a distintas instituciones e industrias privadas de América Latina y el Caribe (ALC), que busca la innovación de nuevos procesos más sostenibles para el uso de residuos linglocelulósicos aplicables a una amplia gama de biomásas, como alternativa a los procesos de producción de biocombustibles que se utilizan actualmente.

Producción de aceite de piñón para el Plan Piloto de generación eléctrica en Galápagos



Las islas Galápagos, reconocidas por la Unesco como patrimonio natural de la humanidad, cuentan con un sistema de abastecimiento energético frágil y vulnerable, porque depende de combustibles fósiles enviados desde el continente. Buscando alternativas más limpias y sustentables para reducir los gases de efecto invernadero se pone en marcha el proyecto de producción de biocombustible a partir del aceite vegetal puro de *Jatropha*, procedente de la provincia de Manabí, en Ecuador continental.

Biodiésel de palma de aceite



Colombia es el primer productor de palma de aceite de América Latina y el cuarto productor mundial. Este es el segundo aceite más consumido en el mundo y, en los últimos tiempos, su utilización como materia prima para biocombustibles ha tomado fuerza: junto al diésel es transformado en biodiesel, que consumen vehículos e industrias. Este biodiesel tiene muchas ventajas que benefician al medio ambiente y a la salud humana porque reduce considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero. La Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma) desarrolló esta nueva tecnología.

Construcción de pequeñas cocinas a biogás producido en biodigestores



Las fincas lecheras y porquerizas del distrito de Bugaba en la provincia de Chiriquí, en Panamá, enfrentaban el problema de no saber qué hacer con los desechos orgánicos que producían. Teniendo en cuenta esta situación, sumado al efecto nocivo de los desechos orgánicos para el medio ambiente, la Cooperativa de Servicios Múltiples de Productores de Leche de Chiriquí (Cooleche R. L.) pone en marcha en el 2011 el programa para construir pequeñas cocinas a biogás producido en los biodigestores instalados en las fincas.

Exploración microbiana y desarrollo de bioinsumos en comunidades campesinas bolivianas



Bolivia experimenta actualmente un proceso de desertificación como consecuencia de la erosión de sus suelos, las escasas precipitaciones en las zonas altas y las plagas y enfermedades que atacan los cultivos alimenticios. Para contrarrestar este problema, los agricultores utilizan agroquímicos. Esto se convierte en un círculo vicioso, en razón a que el uso indiscriminado de estos agroquímicos genera un impacto negativo en el medio ambiente. En este contexto, la Fundación Promoción e Investigación de Productos Andinos (Proinpa) y diversos socios estratégicos desarrollaron tecnologías alternativas para disminuir el impacto negativo de los agroquímicos con la evaluación y la difusión de bioinsumos que permitan mejorar el equilibrio biológico, la fertilidad del suelo, la productividad de los cultivos y los ingresos de los pequeños productores.

Semilla de trigo Yampara: disminución de la dependencia alimentaria de Bolivia



Bolivia depende de la importación de trigo y harina de trigo para su consumo interno. Su producción cubre apenas el 27% de la demanda interna. Se podría decir que cerca del 70% del pan que se consume viene del extranjero. En el 2006, la Fundación de Promoción e Investigación de Productos Andinos (Proinpa), agencias de cooperación internacional, organismos gubernamentales, organismos no gubernamentales y agricultores se pusieron de acuerdo para promover el cambio paulatino de las variedades tradicionales de trigo de ciclo largo por variedades de ciclo corto, resistentes a las sequías. El proceso de generar, validar y difundir nuevas variedades de trigo de alto rendimiento y resistentes a la sequía tardó cerca de 14 años.

Cacaos finos del Ecuador



El cacao es el tercer rubro agropecuario de exportación en Ecuador: logra el 5% de las exportaciones nacionales. El país cuenta con una especie muy cotizada de cacao fino caracterizado por su sabor y aroma. En este marco, el Estado ecuatoriano ha decidido capitalizar el potencial del producto y trabajar para crear una “marca país” del cacao fino de aroma ecuatoriano. Organizaciones comprometidas con el desarrollo agropecuario implementaron en la costa ecuatoriana el Programa de Rehabilitación de plantaciones añosas e improductivas de cacao fino de aroma, con la producción y uso de un biofertilizante desarrollado localmente por los productores.

A modo de cierre

El objetivo de este capítulo fue presentar experiencias exitosas de la bioeconomía en países de la región que den cuenta de su potencialidad. Al respecto se incluyeron ejemplos con impacto en diferentes escalas regionales, nacionales y locales. Todas estas experiencias representan solo una muestra de los alcances de la bioeconomía regional y en tal sentido expresan las posibilidades concretas que presenta la bioeconomía de generar beneficios económicos, sociales y ambientales.

Precisamente, tanto las vías de intensificación que organizaron la presentación de los casos exitosos y son profundizadas en otros capítulos de este libro, como los casos exitosos que han sido sintéticamente presentados comparten principios relacionados con un uso eficaz y eficiente de los productos y procesos biológicos. Pero además, incluyen la innovación, la articulación científico-tecnológica y público-privada y la necesidad de políticas públicas que incentiven su desarrollo y expansión en América Latina.

Referencias

- Celeres. 2013. Informativo Biotecnología. Minas Gerais: Uberlândia, <http://www.celeres.com.br/>
- Corporación Clayuca. Producción de Etanol <http://www.clayuca.org/sitio/index.php/manejo-poscosecha/produccion-de-etanol>
- Derpsch, Rolf y Friedrich, Theodor. 2009. *Development and Current Status of No-till Adoption in the World*. Proceedings on CD, 18th Triennial Conference of the International Soil Tillage Research Organization (ISTRO), Junio 15-19, 2009, Izmir, Turkey.
- Ecoflora cares. Acerca de ecoflora. <http://www.ecofloracares.com/es/content/category/2-acerca-de-ecoflora>
- Grupo CEO. 2011. *D1: Concept Note on inclusive rural and economic development KBBE opportunities in LAC (WPI)*. Towards a Latin America and Caribbean Knowledge Based Bio-Economy in partnership with Europe. Working Paper *FP7 Project nro. 264266*.
- Henríquez, P, y Li Pun, H. (eds). 2013. *Innovaciones de impacto: lecciones de la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. San José de Costa Rica: Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (Fontagro), Banco Interamericano de Desarrollo (BID) e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- IICA-ALCUE-KBBE. 2013. Experiencias exitosas en Bioeconomía. http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/uruguay/Documentos%20de%20la%20Oficina/experiencias_exitosas_bioeconomia_iica_2013.pdf
- INBio. Acerca de INBio. ¿Qué es INBio? <http://www.inbio.ac.cr/que-es-inbio.html>
- James, C. 2012. "Situación global de los cultivos transgénicos/GM comercializados: 2012". (Resumen ejecutivo). Ithaca, Nueva York: Cornell University. International Service for the Acquisition of agri-biotech Applications (ISAAA).

Bioeconomías en ALC: diferentes vías, resultados preliminares y buenas prácticas

Guy Henry,¹ Eduardo J. Trigo² y Elizabeth Hodson de Jaramillo³

Diferentes condiciones, vías para la bioeconomía y resultados preliminares

Como ya se analizó, actualmente se evidencian desarrollos importantes en bioeconomía en América Latina y el Caribe, algunos de los cuales se encuentran maduros mientras otros son incipientes. El diálogo sobre el modelo de bioeconomía ha sido muy oportuno, especialmente en países como Brasil, Colombia, Argentina y Costa Rica. Hasta el momento, la formulación de modelos para el desarrollo de la bioeconomía ha sido principalmente implícita y se fundamentan en la base de recursos naturales de cada país, en algunas de sus características institucionales y en su inserción en los mercados internacionales. Los siguientes párrafos presentan algo de esta situación.

El desarrollo de la bioeconomía en Brasil frecuentemente etiquetado como economía verde –especialmente previo y posterior a la Cumbre de la Tierra Río+20– o como desarrollo de bioenergías. Mientras el primero es el resultado de una discusión geopolítica institucional, el segundo tiene un derecho indiscutible dados los más de 45 años de trayectoria del sector de etanol de caña de azúcar en ese país. Por esto, frecuentemente los diálogos enfocados a bioeconomía en Brasil automáticamente tienden a resultar en discusiones de bioenergía, en los que la experiencia de etanol de caña de azúcar sirve como línea base con la cual se comparan otras materias primas por ejemplo jatrofa, ricinus –higuerilla–, pasto varilla (*switchgrass*), sorgo, etc. Es más, Brasil está apostando –invirtiendo– en forma decidida a una participación mayor de la palma de aceite a su

1 International Agricultural Economist, CIRAD. Coordinator ALCUE-KBBE Project. Correo electrónico: guyhenry@cirad.fr - g.henry@cgiar.org

2 Director, Grupo CEO (Consultores en Economía y Organización) S. A., Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: ejtrigo@gmail.com

3 Profesora emérita Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Correo electrónico: ehodson8@outlook.com

matriz energética y está programando una expansión masiva de su superficie cultivada de palma de aceite durante la próxima década.

Brasil también cuenta con una experiencia importante en prácticas de intensificación ecológica como la no labranza. De manera similar a Argentina, este país ha aplicado una combinación eficiente de uso de variedades de soya GM con prácticas de no labranza. Además, ha sido uno de los pioneros en remuneraciones por servicios ecosistémicos, mientras de manera simultánea ha liderado la adición de valor y manejo sostenible de la biodiversidad. Gracias a sus recursos naturales altamente específicos y a sus condiciones institucionales, este país viene estableciendo diversas vías de desarrollo en bioeconomía: tres mayores o principales –bioenergía, productos biotecnológicos e intensificación ecológica– y dos menores –biodiversidad y servicios ecosistémicos–.

Argentina ya acogió los principios fundamentales de la bioeconomía, en virtud de las oportunidades que ofrece el modelo de bioeconomía *vis-à-vis* con su base de recursos naturales y las condiciones institucionales y políticas. Su extensa trayectoria y su importancia como productor principal y procesador de biomasa, le han permitido convertirse en uno de los mayores productores de cultivos GM en combinación con labranza cero (no labranza). La vía de desarrollo bioenergético con mayor inversión se basó inicialmente en caña de azúcar, posteriormente se cambió a soya y más recientemente a maíz. En Argentina, adicional a los productos biotecnológicos ampliamente aceptados como cultivos GM, se encuentran diversas compañías basadas en productos o procesos biotecnológicos, que han venido creciendo durante las últimas dos décadas (que incluyen una presencia fuerte en semillas, productos biológicos, ingredientes alimenticios y salud animal, entre otros sectores). La bioeconomía en este país se está desarrollando en tres vías: bioenergía, productos y procesos biotecnológicos e intensificación ecológica. El momento para los diálogos en bioeconomía ha sido muy conveniente para las instituciones argentinas. Durante 2013 se realizaron diversos eventos en bioeconomía de alto perfil (véase <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/>).

Por su parte Colombia avanza fuertemente en el sector bioenergético, que se distribuye entre el etanol basado en caña de azúcar y el diésel basado en aceite de palma. Actualmente ocupa el tercer lugar en ALC en estos temas. Adicional a esto, las actividades en bioeconomía en Colombia se distribuyen en diferentes vías. El aprovechamiento de la biodiversidad y los productos y procesos biotecnológicos (la mayoría no GM) pueden ser las más dinámicas de las formas posibles de desarrollo en bioeconomía. Por ejemplo, diversas iniciativas y compañías jóvenes se centran en la obtención y aprovechamiento de propiedades funcionales provenientes de la enorme biodiversidad colombiana, con el fin de enfocar nichos de mercado en los sectores de alimentos, cosméticos, agrícola, terapéutico y farmacéutico, a escalas nacional e internacional. Adicionalmente, se siembran cultivos GM (algodón, maíz y flores) con cierto grado de éxito. Durante los últimos años

el sector privado en Colombia ha promovido diálogos relacionados con temas en biotecnología y adición de valor a la biodiversidad (valorización), su potencial, así como obstáculos actuales y oportunidades. En el sector público, las discusiones ad hoc (en temas específicos) se circunscriben a los límites de los mandatos institucionales (ministerios). La siguiente etapa requerida sería la organización de una plataforma nacional para los actores e interesados en la bioeconomía.

En el caso de Costa Rica, el énfasis de los desarrollos ha sido en biodiversidad y servicios ecosistémicos. Costa Rica fue uno de los primeros países en el mundo en desarrollar una iniciativa para la valorización de la biodiversidad y en 1989 creó el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO) como un centro privado de investigación y gestión de la biodiversidad, con el propósito de apoyar esfuerzos para fortalecer el conocimiento de la biodiversidad del país y promover su uso sostenible. Estos esfuerzos se complementaron posteriormente con desarrollos significativos para aprovechar los servicios ecosistémicos mediante la creación de una de las redes más importantes de alternativas en ecoturismo en el mundo y, más recientemente, con un número de iniciativas en bioenergías que utilizan no solamente materia prima tradicional como caña de azúcar, sino otras no tradicionales como residuos de producción de café y de arroz. Adicionalmente, el país estudia alternativas derivadas de su creciente industria de palma de aceite.

Lecciones aprendidas

La introducción del modelo de la bioeconomía basada en el conocimiento (KBBE, por su sigla en inglés) se fundamentó en una serie de consultas con los actores e interesados, realizadas entre 2012 y 2013, en Cali, Buenos Aires, Brasilia y Costa Rica. El objeto de estas consultas fue, por una parte, establecer un diálogo en relación con los diferentes roles y oportunidades para la bioeconomía tanto en la región, como en los países individualmente, y por otra, avanzar en la formulación de agendas de políticas y de investigación y adicionalmente llegar a un consenso preliminar en torno a estrategias de cooperación birregional entre la Unión Europea (UE) y ALC para el desarrollo de la bioeconomía en la región.

Las consultas con los actores suministraron excelentes oportunidades de analizar y debatir conjuntamente los desarrollos actuales de los modelos de bioeconomía en la UE y los países miembros, así como adoptar principios de bioeconomía en Estados Unidos, Canadá, Nueva Zelanda, la Federación Rusa, India, etc. Como se evidenció a partir de fuentes primarias y secundarias, estas experiencias que se encuentran en marcha, combinadas con los avances en varios países de la región ALC, han generado una serie de lecciones valiosas. Dentro de las principales se incluyen:

1. El hecho de que no hay una definición única para la bioeconomía sino que cada región, país o subregión necesita establecer su propia definición y delimitaciones con base en las condiciones relevantes, en las políticas y en las prioridades y en los objetivos socioeconómicos, ambientales e institucionales. Lo anterior incluye la priorización de cuál (es) vías de desarrollo elegir.
2. La coexistencia de varios modelos similares. Esta situación ha generado confusión entre los actores e involucrados y el público en general. Se encuentran coincidencias y superposiciones obvias y algunas menos evidentes con la economía verde, la economía azul, la ecoeficiencia, la agricultura sostenible, etc. Sería conveniente detallar y compararlas para difundir ampliamente esta información.
3. Probablemente los motivadores más importantes de la bioeconomía son: 1) políticas adecuadas en el sector público y 2) incentivos económicos para el sector privado en la industria. Al contrario del modelo de economía verde, promovido por las Naciones Unidas y liderado por instituciones, el paladín de la bioeconomía es el sector privado. Su éxito al aprovechar las ventajas de las oportunidades basadas en la bioeconomía se relaciona directamente con las políticas públicas vigentes, que pueden variar entre muy restrictivas y de gran apoyo y respaldo.
4. Con el fin de despertar el interés del sector privado se requiere información detallada. Se deben realizar análisis sectoriales sobre el potencial económico con el fin de mostrar en dónde se encuentran los diferentes mercados potenciales y cuáles son las ventajas comparativas de los bioproductos y las cadenas de valor con respecto (*vis-à-vis*) a las cadenas tradicionales.
5. Para cualquier país, región o área que diseñe actividades en bioeconomía, las primeras dos etapas cruciales y posiblemente condicionales son: 1) organizar un grupo de actores principales tanto públicos como privados y conjuntamente y 2) comprometerse en un proceso de pensamiento importante hacia la formulación de una estrategia común aceptable y su subsecuente agenda de acción. Ejemplos impactantes se encuentran en Alemania, los Países Bajos, Flandes, etc., en donde se han establecido consejos (comités) nacionales en bioeconomía con la representación de varios ministerios, industria y academia, etc. Por el contrario, hay otros países en donde los esfuerzos para la organización de la bioeconomía se han dificultado por discusiones y enfrentamientos entre los ministerios o los grupos sectoriales privados de gestión.
6. Un concepto que ha permanecido implícito pero que debería resaltarse es que los principios básicos de la bioeconomía no garantizan per se ni la sostenibilidad ambiental ni la equidad social (en ninguna de las actividades). Si estos aspectos demuestran ser importantes (objetivo) para una región o país, deben formularse explícitamente en el futuro modelo de bioeconomía. Estos objetivos específicos luego influenciarán directamente la selección de la(s) vía(s) seleccionadas para el desarrollo de la bioeconomía y de las cadenas de valor relacionadas.

Hacia las mejores prácticas para el mejoramiento de políticas en bioeconomía

Las prácticas para políticas de bioeconomía en ALC deben considerar cuatro componentes generales. El primero es *emplazar (establecer) la bioeconomía en los actores latinoamericanos determinantes de decisiones, tanto públicos como privados*. Esto es fundamental porque constituye la base de la estrategia. Este componente involucra los siguientes cinco campos para el establecimiento de la bioeconomía (Figura 1):

1. *Fortalecer la base de conocimiento* considerando diferentes campos y sus interacciones.

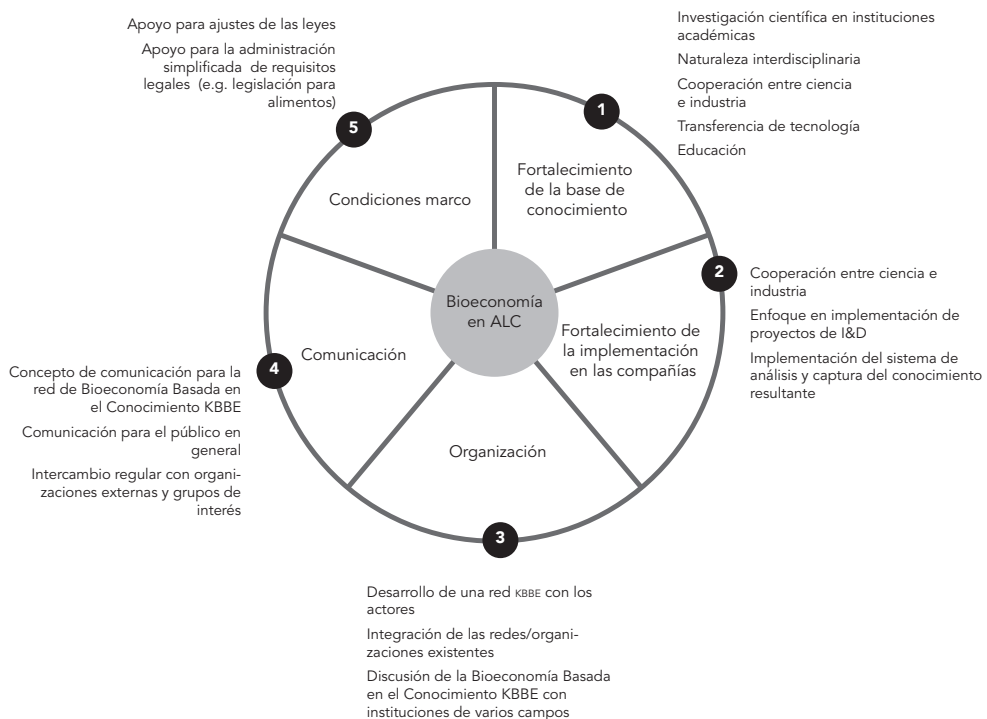


Figura 1. Los cinco campos de acción para el establecimiento de la bioeconomía en ALC.

Fuente: MINCYT-CEO, 2013.

2. *Fortalecimiento de la implementación en las compañías.* Este es un campo central de acción porque constituye la base del sistema de innovación y es el componente que genera la participación del sector privado en el desarrollo de la bioeconomía en la región. Por esta razón, este campo debe incluir acciones que promuevan la cooperación entre la ciencia y las industrias mediante proyectos que articulen la interacción pública y privada, así como la implementación de un sistema de información que divulgue los resultados de esta interacción.

3. *Promover la organización de actores latinoamericanos que trabajen en bioeconomía.* Este aspecto se encuentra en estrecha relación con el anterior y lo refuerza. De hecho, a propósito del objetivo general de la etapa, este campo estimula la construcción de redes con actores, organización y discusión entre instituciones de diferentes países, públicos y privados.
4. *Comunicación.* Es fundamental para suministrar y promover la bioeconomía entre los actores que trabajan en ella y el resto de la sociedad. Efectivamente, el conocimiento público de la bioeconomía y su aceptación son fundamentales para su consolidación.
5. *Marco de condiciones adecuadas.* Representa un afianzamiento del anterior. Adicionalmente, es el inicio de un nuevo recorrido por el círculo.

El segundo componente de la mencionada lista de buenas prácticas consiste en *identificar oportunidades para fortalecer el uso de los recursos naturales en el contexto de la bioeconomía*. La información y los análisis presentados en los capítulos uno y dos del presente documento introducen el componente principal del escenario latinoamericano. La región es inmensamente rica en recursos naturales y se sitúa al frente de una oportunidad estratégica para asumir un papel vital en el contexto de la bioeconomía global. Por estas razones es crucial identificar coyunturas y trabajar en ellas tomando en consideración los elementos y actores del componente anterior.

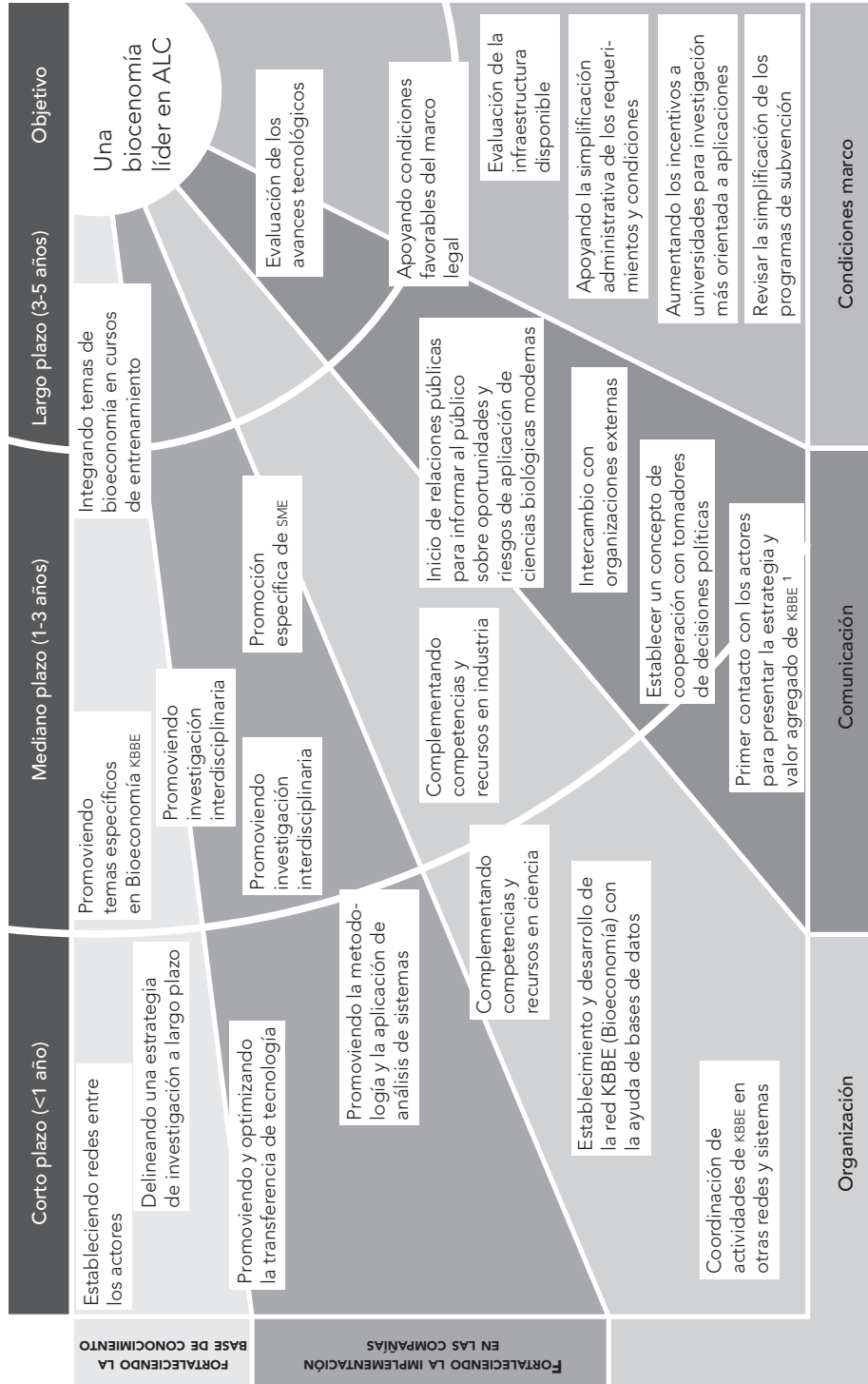
El tercer componente incluye *qué trabajo, cuáles actores y cuáles sectores estratégicos*. Qué trabajo implica la identificación de un campo de acción prioritario, resultado de profundizar en las oportunidades. Conjuntamente con esto, cuáles actores participan en la identificación de oportunidades, que en el primer componente es un trabajo de las instituciones que lideran el proceso general. Qué trabajo y cuáles actores definen cuál es el sector estratégico asociado con recursos naturales que será fundamental en la estrategia.

Finalmente, el cuarto componente involucra la *formulación de un plan para tres periodos o etapas (corto, mediano y largo plazos)*. Para ello se debe considerar la información sistematizada en los otros componentes y se debe incluir la participación de los actores y organizaciones relacionadas con la bioeconomía en ALC. Un ejemplo esquemático de este proceso se observa en la figura 2, en la que se han incluido el componente de buenas prácticas y el campo del primer componente.

Algunos comentarios finales sobre el futuro

La información y experiencias resumidas en los capítulos y secciones precedentes destacan tanto la importancia de las alternativas para la bioeconomía en la región, como también el hecho de que a pesar de la carencia de políticas y estrategias específicas, la bioeconomía en ALC es una realidad en marcha, con muchas plataformas sólidas sobre las cuales construir. Las múltiples experiencias de la región en campos como los cultivos GM (Brasil, Argentina, Paraguay, Uruguay, Colombia,

Figura 2. Ejemplo esquemático del plan de acción para el desarrollo de la bioeconomía en ALC.



Fuente: MINCYT-CEO, 2013

Honduras, México y Bolivia), desarrollos en bioenergía así como los avances relacionados con industrias enfocadas al aprovechamiento de la biodiversidad y a los servicios ecosistémicos (productos biológicos, créditos por carbono), demuestran claramente las ventajas comparativas existentes. Es muy promisorio que los desarrollos se estén dando no solamente en los países que participaron en el proyecto ALCUE-KBBE sino en casi todos los demás de la región, aunque sea a pequeña escala o incipientes. Sin embargo, son indicaciones claras de qué tan diversificadas y extendidas se encuentran estas fortalezas.

De las discusiones y experiencias obtenidas del proyecto, se encuentran algunos tópicos de alta prioridad para futuros esfuerzos en I&D en bioeconomía, dentro de los cuales se destacan: 1) biorrefinerías y bioproductos incluida biorrefinería verde, biorrefinería lignocelulósica y producción de productos de base biológica de alto valor y biorrefinería basada en aceites; 2) aprovechamiento comercial sostenible de especies nativas de plantas y microorganismos así como estudios de tamizaje y selección de nuevos metabolitos/enzimas bioactivos y estandarización de componentes funcionales valiosos como ingredientes en alimentos, cosméticos y farmacéuticos; 3) biorreactores para la producción de compuestos promotores de la salud y desarrollo de producción innovadora de bioplásticos; 4) en términos de intensificación ecológica, el desarrollo de bioinsumos y bioproductos para la nutrición vegetal y el manejo fitosanitario, utilizando la valiosa herramienta de la metagenómica y 5) también se consideran de muy alta prioridad en la región ALC los tratamientos biológicos de residuos agrícolas y agroindustriales.

No obstante lo alentadora que pueda ser la situación anterior, se presentan algunos obstáculos que deben atenderse en la ecuación de las futuras estrategias. En la mayoría de los casos, nos estamos refiriendo a cadenas de valor relativamente “cortas” o reducidas y aún se registra muy poco aprovechamiento del potencial “en cascada” —o en serie— implícito en la biomasa. Aún hay un largo camino por recorrer en términos de I&D y en inversiones para el desarrollo del mercado antes de que se pueda aprovechar esta ventaja. La buena noticia es que muchos de los países ya iniciaron esta ruta y que se encuentra una larga trayectoria de experiencias de cooperación con países de Europa y de otras regiones desarrolladas o en desarrollo, que pueden dar soporte estratégico a este cometido. El reto es comenzar a impulsar estos procesos que hasta ahora han sido dirigidos por el mercado, a procesos más amplios, de alcance más estratégico que puedan servir de base para experiencias más extensivas de desarrollo sostenible social y económico. La intención es que la información y las ideas presentadas en este libro sean una modesta pero útil contribución a estos procesos.

Referencias

MINCYT-CEO. 2013. FP7 Project No. 264266. D6 Document: Framework, good practices and policy guidelines for the exploitation of the potential of the KBBE for promotion of inclusive social and economic development opportunities at the local, national regional and international levels in LAC. Work document ALCUE-KBBE.

