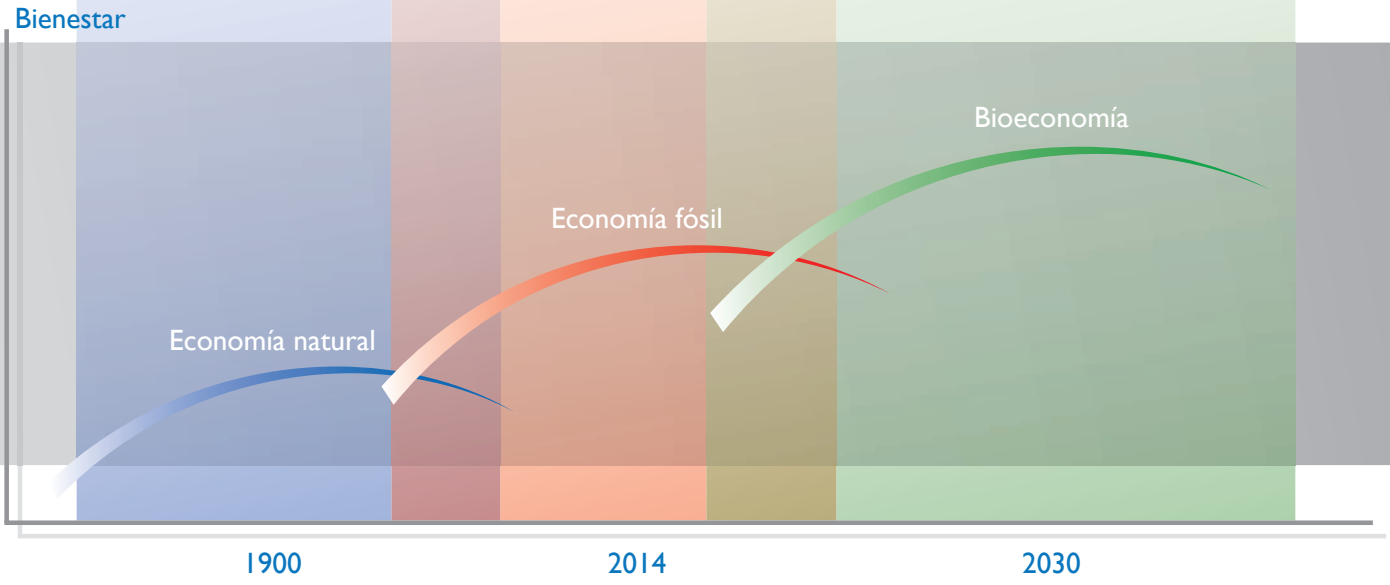
LA BIOECONOMÍA ARGENTINA:

alcances, situación actual y oportunidades para el desarrollo sustentable



Bolsa de Cereales

La bioeconomía argentina : alcances, situación actual y oportunidades para el desarrollo sustentable / Eduardo Trigo ... [et al.]. - 1a ed. . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2015.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-97337-6-9

1. Economía. 2. Biotecnología. I. Trigo, Eduardo
CDD 338.5

LA BIOECONOMÍA ARGENTINA:
alcances, situación actual y oportunidades para el desarrollo sustentable

Eduardo Trigo
Marcelo Regúnaga
Ramiro Costa
Marisa Wierny
Ariel Coremberg

LA BIOECONOMÍA ARGENTINA:
alcances, situación actual y oportunidades para el desarrollo sustentable

Contenido

I. Introducción 7

II. El concepto de bioeconomía 8

III. Un contexto de nuevas oportunidades para el desarrollo económico sustentable de Argentina 13

IV. La producción de biomasa y las capacidades científico-tecnológicas como plataforma para el desarrollo de la bioeconomía en Argentina 17

IV. 1. La producción de biomasa en Argentina 17
- a. Producción de biomasa como fuente de energía renovable
- b. Producción de cultivos agrícolas que pueden ser fuente de alimentos y / o agro-combustibles
- c. Residuos sólidos urbanos
- d. Producción total de biomasa para distintos destinos

IV.2. Capacidades en biotecnología del sistema científico-tecnológico 21

V. Algunas experiencias valiosas en relación al desarrollo de la bioeconomía argentina 24
- a. El desarrollo de empresas de biotecnología
- b. Uso masivo y desarrollo de los OGM en la producción agrícola
- c. Utilización masiva de sistemas de producción amigables con el ambiente (biomasa sostenible)
- d. Alto potencial y competitividad en la producción de aceites, biocombustibles y productos derivados de las biorefinerías

VI. Una estimación de la bioeconomía argentina en la actualidad 41

VII. Reflexiones finales: temas a tener en cuenta para una estrategia nacional para el desarrollo de la bioeconomía argentina 45

Bibliografía 51



LA BIOECONOMÍA ARGENTINA:
alcances, situación actual y oportunidades para el desarrollo sustentable

1. INTRODUCCION

La bioeconomía, entendida como el conjunto de sectores que utilizan procesos y recursos biológicos para la producción de bienes y servicios, aparece como un concepto en creciente proceso de consolidación como alternativa para el desarrollo de una economía que, a nivel global, debe hacer frente al doble desafío de atender las demandas de alimentos, fibras y energía de una población que va en camino de superar los diez mil millones de personas antes del final del siglo XXI, y al mismo tiempo revertir, o al menos mitigar, los impactos negativos sobre el medio ambiente y los recursos naturales que están generando los patrones actuales de organización económica. Cada día es más evidente que su extrema dependencia de los recursos fósiles no es sostenible y que son imperativas nuevas alternativas de desarrollo económico y social más amigables con el ambiente. En este sentido, la bioeconomía ha dejado de ser una opción limitada a reducir el uso de recursos fósiles; a partir de una sólida base científica y tecnológica en constante evolución, se consolida cada vez más como un componente ineludible para cualquier estrategia de transición hacia una sociedad más sostenible y equitativa.

Para Argentina la bioeconomía representa una opción de particular importancia. No sólo porque es un enfoque que abreva en áreas de fortaleza en el país, como son la disponibilidad de biomasa y las capacidades científico - tecnológicas en las disciplinas en las que se sustentan los nuevos desarrollos, así como la institucionalidad privada vinculada al sector agropecuario madura y de larga trayectoria. Además, una estrategia de desarrollo basada en la bioeconomía contribuye a otros objetivos importantes. En primer lugar permite potenciar algunos aspectos básicos que hacen al "saber hacer" del país; el carácter de gran y muy eficiente productor de biomasa es ampliamente reconocido, tanto a nivel nacional como internacional. Más aún, existe también un amplio consenso en que los techos de producción y productividad de biomasa en Argentina pueden ser incrementados significativamente en los próximos años. Paralelamente, avanzar en la consolidación de una bioeconomía efectiva y eficiente permitiría instrumentar una estrategia de desarrollo territorial más equilibrado que el existente en la actualidad, dadas las ventajas de localización en las respectivas regiones de las industrias basadas en el aprovechamiento de las distintas fuentes de biomasa.

Estas fortalezas ya se han manifestado en diversos desarrollos exitosos, que permiten aseverar que la bioeconomía es un proceso en marcha en Argentina. La emergencia y crecimiento de empresas argentinas de biotecnología, la utilización masiva de OGMs, la amplia difusión de estrategias productivas amigables con el medio ambiente, la producción de biocombustibles y el aprovechamiento de algunos de sus co-productos para alternativas de desarrollo productivo regional y de producción de biomateriales, son claros ejemplos de dicho proceso y de los beneficios potenciales que podría aportar al país una estrategia de desarrollo integral de la bioeconomía.

Este documento constituye un primer aporte para analizar la potencialidad que tiene la bioeconomía como alternativa de desarrollo económico y social sustentable de un país con las fortalezas que tiene Argentina. Con este objetivo, el documento se compone de seis secciones adicionales a esta introducción. La segunda sección analiza los principales componentes del concepto de la bioeconomía y cómo han sido asumidos en distintos países del mundo. La tercera sección describe la oportunidad que brinda la bioeconomía para instrumentar una nueva estrategia de desarrollo de largo plazo de Argentina. En la cuarta sección se analizan las condiciones particulares que tiene el país en sus capacidades como productor de biomasa y en el área científico-tecnológica para sustentar el desarrollo basado en su bioeconomía. En la quinta sección se presentan diversas experiencias relevantes, en las cuales los procesos de desarrollo asociados a la bioeconomía ya están en marcha en Argentina, con el propósito de brindar antecedentes sobre sus potencialidades. A continuación, la sección seis presenta una primera aproximación a la estimación del tamaño económico de la bioeconomía argentina. Finalmente, en la séptima y última sección se realiza una reflexión final respecto de los desafíos que enfrentará un país como Argentina al encarar la transición hacia una estrategia de desarrollo económico y social basada en la bioeconomía, y plantea algunos de los interrogantes que será necesario abordar y resolver en el diseño e instrumentación de la misma.

II. EL CONCEPTO DE BIOECONOMÍA

El mundo se encuentra actualmente en un momento muy particular, tanto por los desafíos que enfrenta, como por las oportunidades emergentes de las nuevas tecnologías. La necesidad de anticipar y responder a las demandas que generará en las próximas décadas el crecimiento de la población y de la economía mundial, conjuntamente con la evidencia de crecientes restricciones en cuanto a la disponibilidad de recursos necesarios para hacer frente a esas demandas de una manera sustentable – incluidos los energéticos –, resalta de manera cada vez más terminante que el "business as usual" es un escenario que difícilmente se pueda mantener por mucho tiempo más[1].

La disponibilidad de nueva tierra arable, agua fresca renovable y combustibles fósiles, es cada vez más limitada y esos recursos ya no pueden tomarse como activos que pueden utilizarse sin restricciones, como se ha hecho en los últimos 150 años, desde que el descubrimiento del petróleo como fuente de energía diera origen a lo que ha sido el período de crecimiento económico más importante de la historia. Asimismo, las proyecciones en cuanto al cambio climático sugieren que los balances globales de gases de efecto invernadero no son inmunes a las formas actuales de organizar la economía mundial y que es necesario encontrar y promover un "desarrollo económico más limpio".

(1)Ver Gerland, Patrick (2014).

Como respuesta a las preocupaciones anteriores, los nuevos avances en la biología, la química, las tecnologías de información y comunicaciones y las distintas ingenierías están dando origen a nuevas trayectorias productivas para la generación de productos y servicios, basadas en formas más sostenibles de aprovechamiento de los recursos naturales, que eran imposibles de anticipar hasta hace muy poco tiempo.

En dicho contexto, la bioeconomía permite plantear una nueva visión de una sociedad futura mucho menos dependiente de los recursos fósiles para abastecer sus demandas de energía, materias primas y otros bienes industriales; y es vista cada vez más como una oportunidad para abordar, de manera coherente, el complejo desafío de generar nuevas fuentes sostenibles de crecimiento económico y social.

En la última década la bioeconomía ha sido claramente identificada como una estrategia de desarrollo deseable, tanto en instancias internacionales como nacionales, haciendo énfasis en algunos casos en el tipo de recursos sobre los que se asienta – los biológicos – y en otros en la intensidad de conocimientos que la misma implica (ver Recuadro 1). Independientemente del énfasis – el uso de la biomasa o el rol del conocimiento –, el hilo común en todos los enfoques es el papel de la innovación – tecnológica, logística, empresarial, mercados – apuntando a mejorar la captura de la energía solar y su transformación en otras fuentes de energía, productos y servicios, de manera de mejorar la performance ambiental de las actividades de producción, distribución y consumo, así como para permitir un uso más eficiente y sustentable de los recursos naturales en general. En este marco, y tomando en cuenta las características particulares de Argentina, se ha optado por un definición amplia que contempla a todas las actividades vinculadas a los recursos y procesos biológicos, lo que incluye la propia producción de biomasa – en todas sus formas – y los procesos, productos y servicios desarrollados "aguas arriba" y "aguas abajo" de la misma[2].

El ciclo actual de organización y crecimiento económico depende en gran medida de la explotación de los recursos fósiles – los hidrocarburos – para la producción de energía, químicos y otros insumos industriales. Dichos recursos no son otra cosa que procesos de fotosíntesis de hace millones de años, cuyo aprovechamiento hicieron posible la ingeniería y la química modernas, y con ello muchos de los avances industriales que sustentan la formas actuales de organización económica y territorial. Pero también se reconocen como uno de los principales impulsores de los procesos de cambio climático que están afectando a la humanidad[3].

La bioeconomía, por el contrario, está fundada en un concepto que podría plantearse como de "fotosíntesis en tiempo real", donde el uso de la biomasa en su forma natural como fuente principal de energía y carbono, pone dentro de una misma era geológica a los procesos de emisión y secuestro de carbono y, por lo tanto, ofrece una importante mejora en cuanto a la performance ambiental de las actividades económicas involucradas.

---

(2) En términos de una formulación concreta de este concepto, la definición que se propone en este documento, y se utiliza en el calculo del tamaño de la bioeconomía argentina que se presenta en la sección seis, es la siguiente: "La bioeconomía abarca la producción de los recursos biológicos renovables y su conversión en alimentos, forrajes, productos de base biológica y bioenergía. Incluye la agricultura, la actividad forestal, la pesquera, la producción alimentaria y la producción de pulpa y papel, así como partes de la industria química y de las industrias energéticas y biotecnológicas (salud y farmacéutica)".

(3) No sería una exageración decir que el petróleo es el factor crítico de la organización económica y social actual. El descubrimiento del primer pozo de petróleo por Edwin L. Drake, en 1859, sirvió de punto de partida para la expansión de los mercados y todo tipo de industrias y aplicaciones a nivel de los hogares, proceso que luego se globalizó con la introducción del motor de combustión interna, el automóvil y el transporte automotor, lo cual fue determinante no sólo en el desarrollo de la economía y el comercio internacional, sino también en los patrones de asentamiento de la población y fue la principal fuerza impulsora de un sinnúmero de conflictos económicos y políticos a nivel regional y global. Asimismo, los productos de la industria petroquímica son también esenciales como insumos para la producción agroalimenticia (a través de fertilizantes, agroquímicos, materiales de empaque, etc.) y de muchas otras industrias y servicios, vía la provisión de insumos y fuentes de energía para sus procesos productivos. Para una discusión amplia de estos encadenamientos ver Haggett, 1998.

RECUADRO 1: El concepto de la bioeconomía

Una perspectiva relativamente nueva que enfatiza la "biologización" de la economía a través de una mayor intensidad de conocimientos. Se incluyen a continuación algunas de las definiciones utilizadas en diferentes países y organizaciones internacionales a lo largo de la última década*.

"The bioeconomy refers to the application of knowledge in life sciences in new, sustainable, environmentally friendly, and competitive products" (EC, 2005)….

"……the aggregate set of economic operations in a society that uses the latent value incumbent in biological products and processes to capture new growth and welfare benefits for citizens and nations"(OECD, 2006)…

"The bioeconomy refers to the set of economic activities relating to the invention, development, production and use of biological products and processes. If it continues on course, … could make major socioeconomic contributions ……expected to improve health outcomes, boost the productivity of agriculture and industrial processes, and enhance environmental sustainability". (OECD, 2010).

"A bio-based economy is one that focuses on biological tools and products in the production of treatments, diagnostics, foods, energy, chemicals, and materials". (BiotecCanada, 2009).

"…. encompassing all those sectors and their related services which produce, process or use biological resources in whatever form" (German Bioeconomy Council, 2010).

"…. the production of renewable biological resources and the conversion of these resources and waste streams into value-added products, such as food, feed, bio-based products and bioenergy" (EC, 2012).

"A bioeconomy is one based on the use of research and innovation in the biological sciences to create economic activity and public benefit" (The White House, 2012).

"Bioeconomy refers to all economic activity that is derived from the continued commercial application of biotechnology. It encompasses the production of renewable biological resources and their conversion into food, feed, chemicals, energy and healthcare wellness products via innovative and efficient technologies.
(Malasya,http://www.biotechcorp.com.my/bioeconomy/, 2012).

"…. a transition from an economy that to a large extent is based on fossil-derived raw materials to a more resource-efficient economy based on renewable raw materials produced by the sustainable use of ecosystem services from land and water (Swedish Research and Innovation Strategy for a Bio-based Economy, 2012).

"… encompassing the sustainable production of renewable resources from land, fisheries and aquaculture environments and their conversion into food, feed, fiber biobased products and bio-energy as well as the related public goods (The European Commission, 2014).

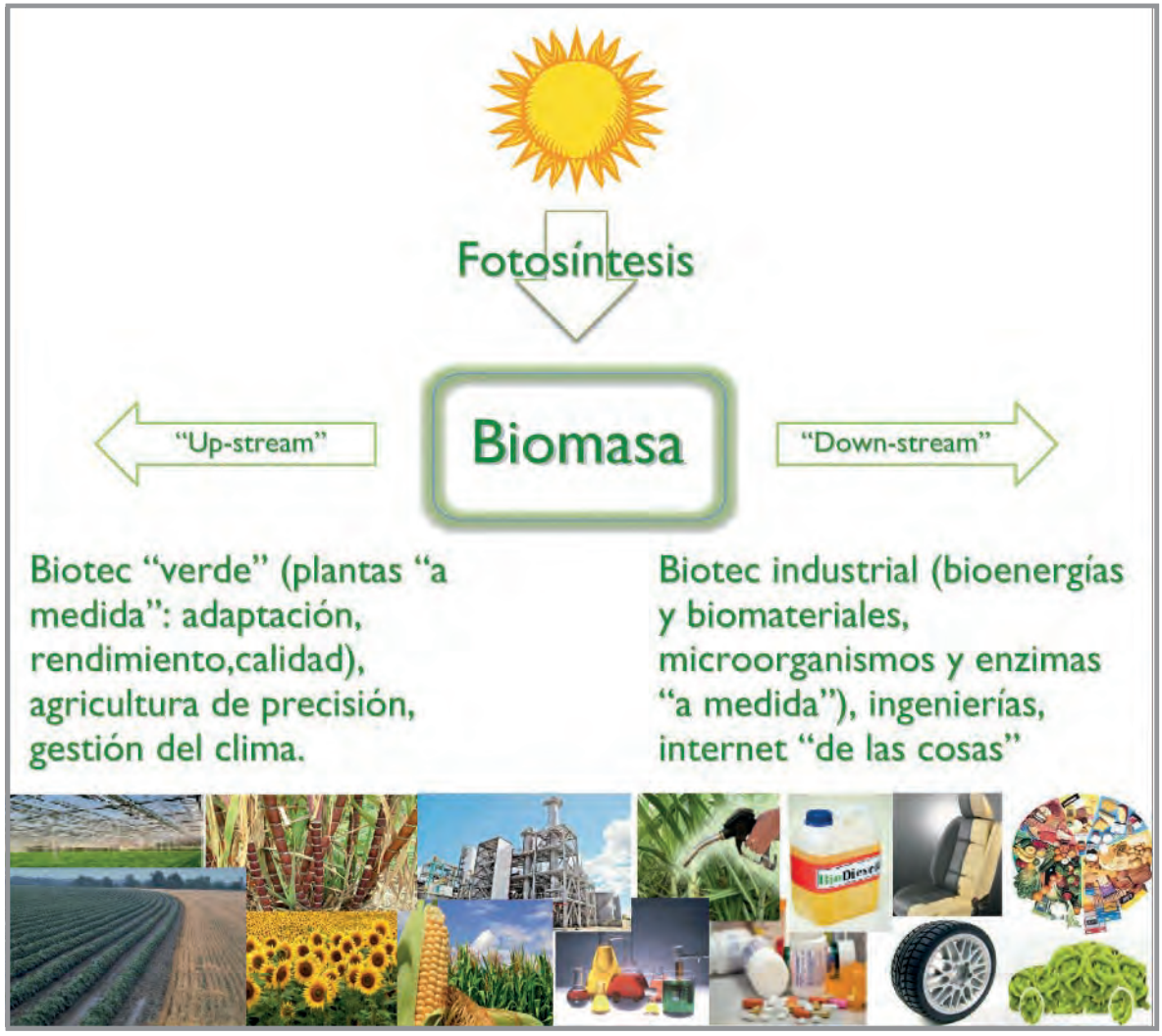
"A bio-based economy can be defined as an economy based on the sustainable production of biomass to increase the use of biomass products within different sectors of society". (Future Opportunities for Bioeconomy in the West Nordic Countries, 2014).

"Bioeconomy refers to an economy that relies on renewable natural resources to produce food, energy, products and services. (Sustainable growth from bioeconomy. The Finish Bioeconomy Strategy, 2014).

* A los efectos de mantener la precisión de las definiciones tal como fueron publicadas, se las incluye en la versión original en inglés.
Fuente: Los autores.

En el marco de la bioeconomía las tecnologías convencionales y nuevas (biotecnología, bioinformática, nanotecnología, tecnologías de información y comunicación) aportan, por una parte "aguas arriba", a una mejor adaptación a los distintos ambientes y condiciones productivas de los cultivos para diversos usos específicos, así como para un mejor manejo de todos los recursos que intervienen en los procesos productivos; y, por otra parte "aguas abajo", a la mejora y/o desarrollo de nuevos procesos de transformación de la biomasa en distintos insumos industriales y productos de consumo, tales como los biopesticidas, los biofertilizantes, los disolventes, los detergentes, los colorantes y los nuevos materiales (bioplásticos, fibras y textiles) así como en fuentes de energía, tales como biocombustibles - biodiesel o bioetanol -, biogás, calor o electricidad (Figura II.1.).

FIGURA II.1 Interacción de biomasa y conocimientos en la bioeconomía



Fuente: Los autores

Estos procesos y productos – a los que usualmente se hace referencia como bio-productos – son uno de los principales aspectos que concentran el interés y atención actual que está recibiendo el tema de la bioeconomía que, en este sentido, no constituye un sector en sí mismo, sino que más bien es un concepto de tipo transversal, constituido por partes de una gran diversidad de sectores productivos de la economía: agropecuario; forestal; pesquero; partes de la industria alimenticia, textil, farmacéutica, de cosméticos, química, de consumo masivo, etc.; además de las actividades financieras, logísticas y comerciales asociadas a los mismos (Recuadro 2).

RECUADRO 2: Potenciales desarrollos de la bioeconomía en distintos sectores (listados no exhaustivos)

Agricultura: cultivos más productivos y mejor adaptados a restricciones / plagas / enfermedades / problemas / demandas de los consumidores específicas, mejor y más rápido aprovechamiento de la diversidad genética por parte de la industria de semillas, mejoras ambientales en las estrategias de control de plagas y enfermedades, más eficiente gestión de los ciclos de nutrientes, agua y energía.

Forestal: variedades más productivas y mejor adaptados a restricciones / problemas / plagas / enfermedades específicas, mayor producción de bioenergías, fibras y químicos.

Pesca: más amplio aprovechamiento de los recursos acuáticos (agua dulce y oceánicos) para la producción de alimentos (mayor sostenibilidad de la pesca, mejoras en la logística de productos), uso de algas para la producción de bio-energéticos y bioinsumos de distinto orden.

Alimentación: mayor disponibilidad de alimentos, alimentos funcionales, ingredientes y aditivos, alargamiento de los ciclos de vida de los productos, empaques y recipientes más efectivos y reciclables.

Químico: nuevos procesos de sintésis más amigables con el ambiente y la salud, bioenergéticos, biopolimeros, detergentes degradables, bases para plásticos reciclables.

Industria: insumos y materiales reciclables, anticorrosivos, tratamientos de aguas, purificación de gases, lubricantes especiales, empaques.

Transporte: combustibles, aceites, anticongelantes y otros fluidos automotrices, plásticos de uso y molduras para la industria automotriz, anti-corrosivos.

Textil: fibras, telas, alfombras, coberturas de protección, rellenos, tinturas, lycra.

Ambiente: bioremediadores, purificación de aguas, detergentes y limpiadores biodegradables.

Comunicaciones: plásticos para gabinetes, cubiertas para fibra óptica, LCD, lápices, lapiceras, tintas y papeles.

Construcción: pinturas, resinas, aislantes, barnices, protección de incendios, adhesivos, alfombras.

Recreación: calzados deportivos, equipos de deporte, cámaras y films, trajes térmicos, equipos de golf, camping, tenis, CDs y DVDs.

Salud e higiene: fármacos, nuevos materiales dentales, desinfectantes, lentes plásticos, cosméticos, detergentes, etc.

Fuente: Los autores

Estos enfoques están todavía en una fase temprana de implementación, y representan sólo una pequeña fracción de las diferentes actividades / sectores que potencialmente pueden ser desarrollados. Sin embargo, su viabilidad se encuentra probada en la mayoría de los casos y, mirando hacia el futuro, se estima que la base científica será capaz de ofrecer lo que se espera de ella. Todas las evidencias sugieren que, probablemente, las previsiones en este campo terminen subestimando su potencial[4]. La principal pregunta que se plantea no es si los nuevos conceptos son logrables o no, sino si ellos representan un instrumento útil para que los países con recursos naturales limitados puedan enfrentar y superar las

condiciones de pobreza, mientras se avanza en su inserción en la economía global (German Bioeconomy Council, 2010).

Las interacciones biomasa / conocimientos / innovación, así como la "circularidad" ambiental implícita en las mismas, son los aspectos destacables que permiten presentar a la bioeconomía como un instrumento importante para hacer frente a los desafíos interrelacionados de seguridad alimentaria, agotamiento de recursos y cambio climático que hoy se plantean; y que, al mismo tiempo, posibilitan un crecimiento económico sostenible a través del desarrollo de nuevas actividades y cadenas de valor basadas en bioproductos. La transición hacia economías y sociedades basadas en este concepto ya está en marcha y existen claras evidencias de su potencial impacto en un amplio espectro de sectores, que van desde la alimentación y la salud hasta el transporte, la construcción y la industria de la recreación.

III. UN CONTEXTO DE NUEVAS OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SUSTENTABLE DE ARGENTINA

El nuevo contexto internacional plantea la necesidad de desarrollar una sociedad menos dependiente de los recursos fósiles, que haga un uso mejor y más eficiente de sus recursos naturales renovables, es decir bastante diferente a la que conocemos en la actualidad. Se trata de una sociedad más descentralizada, que tiene otros requerimientos de escala, que aprovecha y utiliza una base científico- tecnológica distinta, con diversas relaciones intersectoriales – urbano / rurales, agricultura / industria, etc. – y con diferentes relaciones económicas internacionales, como consecuencia del cambio que implica en cuanto a la naturaleza y balance de los recursos estratégicos (de los hidrocarburos a la biomasa).

Todo esto significa un nuevo escenario económico en relación a las ventajas comparativas, los sectores, los países y las competitividades relativas; y por lo tanto, demanda – como cualquier cambio de escenario – nuevas políticas e instituciones que permitan contener y orientar el comportamiento de los distintos actores de la economía, de manera de optimizar el aprovechamiento de las oportunidades existentes y minimizar los costos de transición hacia las nuevas situaciones. Esto, de hecho, ya está siendo plenamente reconocido en un número importante de países de distintas regiones del mundo, que han definido estrategias formales para aprovechar las oportunidades que ofrece la bioeconomía (ver Recuadro 3).

En este sentido, las oportunidades que emergen para Argentina en el marco de la bioeconomía deben considerarse teniendo en cuenta la circunstancia de que la mayoría de los sectores –o segmentos de mercado– que la integran son nuevos, de relativamente reciente aparición y, por consiguiente, aún no consolidados; y donde las barreras a la entrada no están totalmente definidas, por lo que existen beneficios extraordinarios a captar por parte de quienes entren tempranamente en los nuevos mercados.

(4) La biotecnología es, quizás, el componente principal del conjunto de conocimientos y tecnologías que hacen que la bioeconomía sea la realidad de nuestro tiempo, pero no es la única plataforma tecnológica que interviene. Por ejemplo, los celulares y otros artefactos que permiten la captación de datos a gran escala complementan a las nuevas tecnologías biológicas y permiten el desarrollo de una agricultura mucho más efectiva en cuanto al uso del suelo y su impacto ambiental. Otras tecnologías como la nanotecnología también contribuyen a estos procesos, en una convergencia donde los avances en un campo potencian unos a otros. Para una discusión detallada de cómo esta convergencia está impulsando la emergencia de los nuevos sistemas ver National Research Council, 2014.

RECUADRO 3: Algunos países con estrategias formales para el desarrollo de la bioeconomia

Austria: Bioeconomy Background Paper (2013) Australia Bioenergy – Strategic Plan 2012-2015.

Brasil: Biotechnology Development Policy (2007).

Canadá: Blueprint Beyond Moose and Mountains (2011).

Dinamarca: Agreement on Green Growth (2009).

Comisión Europea: A Bioeconomy for Europe (2012).

Finlandia: Finnish Bioeconomy Strategy – Sustainable Growth from Bioeconomy (2014).

Alemania: National Policy Strategy on Bioeconomy (2013). National Research Strategy BioEconomy 2030 (2010).

Gran Bretaña: UK Bioenergy Strategy (2011).

India: National Biotechnology Development Strategy (2007/2014).

Irlanda: Delivering our Green Potential (2012).

Japón: Biomass Industrialization Strategy (2013). Biomass Utilization Plan (2009).

Malasia: National Biotechnology Policy (2005). Bioeconomy Initiative and National Biomass Strategy 2020 (2011).

Holanda: Bio-based Economy 2010–2015.

Rusia: Bioindustry and Bioresources – BioTech 2030 (2012).

Sud Africa: South Africa – the Bioeconomy Strategy (2013).

Suecia: Research and Innovation Strategy for Bio-based Economy (2011).

EEUU: National Bioeconomy Blueprint (2012).

Noruega: Future Opportunities for Bioeconomy in the West Nordic Countries, 2014.

Fuente: Los autores en base a http://biooekonomierat.de/en/bioeconomy/international0/.

Desde el punto de vista de Argentina, el escenario actual que plantea la bioeconomía parece ser muy diferente al que se enfrentó a principios del siglo pasado con la inserción del país en los mercados internacionales como proveedor de "commodities", luego de la revolución industrial y durante el inicio y consolidación del ciclo de la economía del petróleo. En aquel período, y como parte de los procesos económicos que surgieron de la revolución industrial y la aparición del petróleo, Argentina se integró al mundo mediante lo que se podrían llamar las "cadenas de valor cortas", en las que la agricultura local era parte de las cadenas globales de la época, aportando materias primas, pero con limitado agregado de valor en servicios (financieros, transporte local e internacional) o transformación (procesamiento de alimentos y fibras), excepto en unos pocos sectores orientados al mercado interno.

Este sistema sirvió para que la naciente república atrajera inmigrantes y capitales a la producción primaria y creciera. Pero muy pronto se argumentó que esta alternativa no sería suficiente para absorber una población urbana en crecimiento: surgió así el conflicto agricultura–industria como sectores contrapuestos, sin retroalimentaciones evidentes entre ellos[5]. A partir de entonces comenzó un largo ciclo de carácter pendular entre el "desarrollo agropecuario", visto como un sector "tradicional" sin capacidad de generar empleo suficiente, al que había que desatender y desproteger comercialmente, con el propósito de promover el "desarrollo industrial", concebido como "el progreso"[6]. Se trata de una visión imperante por muchas décadas en Argentina, en la que se priorizó la sustitución de importaciones como estrategia de desarrollo, sin mirar al entramado de interacciones entre los sectores agropecuario e industrial y las sinergias que se pueden derivar de esas interacciones.

Pensar en términos de los potenciales desarrollos que se pueden lograr con la visión de la bioeconomía, permite replantear los vínculos entre la agricultura y la industria, más allá de los puntos de vista tradicionales. La "biologización" de la economía es una estrategia de crecimiento que cruza a todos los sectores y donde las interacciones se expanden, para incluir un conjunto mucho más complejo y estratégico de relaciones de insumo-producto e intersectoriales. Un desarrollo industrial moderno y competitivo basado en la biomasa y el conocimiento implica un análisis cuidadoso de las sinergias intersectoriales y la búsqueda de alternativas de desarrollo complementario. Es decir un nuevo paradigma para el desarrollo económico y social de Argentina, basado en la creación de competitividad genuina.

La confluencia de los factores que se mencionaron previamente que definen el modo de vida actual (crecimiento de la demanda, cambio climático, restricciones de recursos naturales, inicio del fin de la era del petróleo), más la irrupción de la biotecnología como instrumento para aprovechar mejor los procesos biológicos, están abriendo un ciclo de reacomodamiento que vuelve a poner el foco en la capacidad de producir eficientemente biomasa[7].

El desafío para Argentina es no repetir el error anterior de las visiones intersectoriales antagónicas y aprovechar el nuevo ciclo de una manera más integral, avanzando en las oportunidades de integración entre la agricultura (principal fuente de producción de biomasa, no sólo en la pampa húmeda) con las nuevas instancias industriales, basadas en el aprovechamiento de la biomasa para la producción de bioenergías y bioproductos. Dicho de otra forma, integrarse a los procesos globales – a la bioeconomía global – a partir de productos finales o, al menos, con insumos intermedios resultantes del procesamiento de la biomasa.

Una breve revisión de lo que está ocurriendo a nivel global con el desarrollo de la bioeconomía permite apreciar que existen tres tipos de situaciones (países)[8]:

(5) Ver presentación del Dr. Aldo Ferrer en el cierre de Bioeconomia Argentina, 2013. (https://www.youtube.com/watch?v=EvmiH4bXDd0).

(6) Una dicotomía que en muchas discusiones ha sido caracterizada como emergente de la versión "cepalina" del mundo, por su origen en las ideas desarrolladas por Raul Prebish en la Comisión Económica para América Latina de las Naciones Unidas (CEPAL), que reflejaban una época muy particular de las relaciones económicas internacionales y que dieron origen a la teoría de la sustitución de importaciones.

(7) No se trata de que la biomasa remplace al petróleo –eso es, probablemente, imposible– pero sí, que en tanto se consolida una nueva matriz energética (con mayor participación de fuentes eólicas, solar, y muy probablemente de H), la biomasa va a jugar un papel importante, posibilitando un modelo más limpio y "amigable" ambientalmente. Ver presentación del Dr. Aldo Ferrer en el cierre de Bioeconomia Argentina, 2013. (https://www.youtube.com/watch?v=EvmiH4bXDd0).

(8) Para una discusión más amplia de estas categorías ver Kircher, M. 2012.

(1) los que tienen una amplia disponibilidad de recursos naturales para la producción de biomasa y, al mismo tiempo, una bien desarrollada y madura base industrial y de ciencia y tecnología (EEUU, Canadá, Rusia);
(2) los que tienen una base industrial y científico tecnológica bien desarrollada, pero carecen de producción propia de biomasa de relevancia global (la mayoría de los países europeos);
(3) los que disponen de amplia producción actual o potencial de biomasa y sistemas científico-tecnológicos relativamente desarrollados, pero tienen deficiencias en sus capacidades industriales (Brasil, Malasia, Colombia, México)[9].

Argentina es parte de este último grupo en el que, claramente, la oportunidad está en su condición de gran productor de biomasa (actual y potencial, tanto en volumen como en diversidad). El desafío estratégico es cómo construir, sobre esta base y las capacidades científico-tecnológicas existentes, los senderos de desarrollo industrial para aprovechar efectivamente ese potencial.

Los principales ejes de inserción son en el área energética y alimenticia. En esta última está la doble oportunidad de asegurar que el potencial productivo del país – hoy estimado conservadoramente en volúmenes cercanos o superiores en un 50% de los volúmenes actuales, alcanzables en el término de una década – se transforme en realidad, de manera de continuar siendo un componente estratégico de la seguridad alimentaria global y, al mismo tiempo, aprovechar las tecnologías de "cascada" para que, en forma similar a lo que ocurre en el caso de los hidrocarburos, se produzcan amplias familias de productos (alimentos, bio-energéticos, bio-materiales, insumos para la industria, etc.), que permitan agregar valor en una gran diversidad de industrias y permitan adecuar la producción a las nuevas demandas alimenticias de poblaciones crecientemente urbanas y con requerimientos específicos en cuanto a forma, tiempo y espacio, y al mismo tiempo contribuyan a una mejor performance ambiental de los productos y sus procesos productivos[10].

En lo energético, además de los biocombustibles convencionales – etanol, biodiesel – la oportunidad apunta a la circularidad implícita en la bioeconomía y la posibilidad de transformar costos actuales – los de la disposición de los residuos biológicos de la industria, así como los residuos sólidos urbanos – en insumos energéticos, que no sólo contribuyan positivamente al balance energético del país, sino que también representen una fuente de competitividad industrial mediante la reducción de los costos de la energía a nivel local[11].

En dicho marco socioeconómico y ambiental se deben analizar las oportunidades de Argentina en el campo de la bioeconomía. Las ventajas que se derivan de la amplia disponibilidad de biomasa no son, de ninguna manera, menores. La biomasa no es una categoría homogénea y hay diferencias significativas en cuanto a la localización, la densidad energética y la transportabilidad de los distintos tipos. También, por sus características físicas (esencialmente gran volumen) y su bajo precio unitario, en la mayoría de los casos "viaja mal", es decir que su transporte a grandes distancias para el procesamiento frecuentemente

(9) Hay, por supuesto, una cuarta categoría, la del resto de los países, principalmente los de menor tamaño relativo, que tienen una limitada dotación de recursos naturales y una base industrial poco desarrollada.

(10) Incluso el consenso público-privado es que la producción de granos puede crecer a unos 150 millones de toneladas en una década.

(11) Para una discusión amplia del impacto y beneficios potenciales para las zonas rurales, ver Golden, Jay S. y Robert B. Handfield (2014).

no es eficiente desde el punto de vista económico, todo lo cual debe ser reflejado en las estrategias de desarrollo regional que se diseñen para su utilización.

La oferta o producción de biomasa en Argentina está dispersa en amplios espacios territoriales, lo que lleva a que, a diferencia de las industrias basadas en los recursos fósiles, los desarrollos en este sector requieren de su localización cercana a las fuentes de materia prima. Ello determina que, en última instancia, la disponibilidad de volumen y diversidad represente una interesante fuente de competitividad para las regiones donde se produce, y sea un buen punto de partida para el desarrollo de las nuevas cadenas de valor con una amplia cobertura territorial. Estas características destacan la dimensión regional de la bioeconomía. En este sentido, no parece apropiado hablar de una bioeconomía Argentina sino que, por el contrario, ésta se construirá como reflejo de lo que ocurra en cada una de las regiones productoras de biomasa y de los senderos específicos que se elijan en cada caso para optimizar el uso y agregado de valor a sus recursos naturales. El tipo de industrias y cadenas de valor a promover para lograr su aprovechamiento integral deberá contemplar las condiciones agroecológicas (oferta de biomasa), la infraestructura física e institucional y las capacidades de I+D existentes o a desarrollar (propias o en red).

IV. LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y LAS CAPACIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS COMO PLATAFORMA PARA EL DESARROLLO DE LA BIOECONOMÍA EN ARGENTINA

Argentina integra el grupo de países que cuentan con altas producciones anuales de biomasa. En virtud de ello, resulta de interés efectuar una aproximación a la producción actual y potencial de las principales fuentes biomasa, que pueden ser utilizadas con diferentes destinos productivos. Asimismo se considera importante analizar las capacidades científico-tecnológicas disponibles para contribuir a su mejor aprovechamiento.

IV. 1. La producción de biomasa en Argentina

La producción de biomasa brinda la oportunidad de su utilización en una amplia gama de destinos. Entre ellos se destacan: la producción de energías renovables; la producción de alimentos y fibras; y la producción de biomateriales, que pueden ser utilizados en gran diversidad de destinos industriales.

a) Producción de biomasa como fuente de energía renovable

El escenario internacional de las últimas dos décadas, caracterizado por la inseguridad respecto de la oferta futura de las energías convencionales, por los aumentos en los precios de la energía y por los problemas emergentes del cambio climático, ha dado lugar a que la biomasa renovable, destinada a la obtención de insumos básicos para la producción de bioenergías, adquiera una relevancia creciente. Argentina posee condiciones ecológicas muy favorables para la producción de las principales fuentes de biomasa que pueden ser destinadas a la obtención de diversos tipos de bioenergías: los dendrocombustibles y los agrocombustibles. A dichas fuentes se agrega además la disponibilidad de los residuos urbanos, que también pueden destinarse a la producción de bioenergías.

Las principales fuentes de oferta directa de biomasa corresponden a los bosques nativos y las

plantaciones forestales. A ellas se agregan otras fuentes indirectas que incluyen a : I) residuos derivados del aprovechamiento forestal y de actividades silvícolas; II) residuos de industrias forestales y de la poda y cosecha de algunos cultivos, tales como los provenientes de plantaciones de olivo, caña de azúcar, arroz, viñedos, plantaciones de cítricos y otros frutales; III) biomasa disponible de subproductos de aserraderos, de la industria algodonera, de los molinos arroceros, de las industrias manicera, arrocera y yerbatera, de la industria de la caña de azúcar y subproductos del prensado de aceitunas, entre otros.

La cuantificación detallada de la producción de biomasa como fuente de energía renovable en Argentina fue realizada en un proyecto de cooperación técnica internacional[12] en el que se realizó el análisis espacial de la producción y consumo de biocombustibles aplicando la metodología de Mapeo de Oferta y Demanda Integrada de Dendrocombustibles (WISDOM), publicado en 2009 bajo el título "Análisis del Balance de Energía derivada de Biomasa en Argentina".

Los cálculos realizados en el módulo de oferta muestran que la productividad leñosa anual sustentable del país a partir de los bosques nativos y las plantaciones forestales es de aproximadamente 193 millones de toneladas de materia seca, de las cuales unos 143 millones de toneladas (equivalentes a 42.900 ktep/año) son físicamente accesibles y están potencialmente disponibles para usos energéticos. A estos recursos se pueden agregar 3 millones de toneladas de biomasa leñosa proveniente de los subproductos de aserraderos y de la poda de cultivos leñosos permanentes, dando un total de 146 millones de toneladas de recursos potencialmente disponibles de origen forestal y de podas de frutales. De ese total se estima que 124 millones de toneladas (equivalentes a 37.200 ktep/año) proceden de fuentes potencialmente comerciales. Dicho total puede incrementarse además en unos 3 millones de toneladas, si se contabiliza además otra biomasa no leñosa potencialmente disponible correspondiente a otros subproductos de la agroindustria, tales como la azucarera, la de elaboración de arroz, de maní y de otros cultivos anuales.

La estimación de 127 millones de toneladas anuales de biomasa comercial representa más de la mitad de la Oferta Interna de Energía Primaria del país. Actualmente la oferta potencial es excedente en su mayor parte, dado que el consumo actual de biomasa con destinos energéticos se estimó en sólo 7,9 millones de toneladas anuales. Ello permite afirmar que existe un enorme potencial de producción de biomasa no utilizado, que está disponible para uso energético en el país.

b) Producción de cultivos agrícolas que pueden ser fuente de alimentos y / o agro-combustibles

Las principales fuentes de agro-combustibles pueden agruparse en: 1) cultivos agrícolas; 2) subproductos agrícolas; 3) subproductos animales.

b.1. Cultivos agrícolas que pueden destinarse a la producción de biocombustibles. Entre ellos se destacan los cultivos azucareros o amiláceos, los cultivos oleaginosos y otros cultivos energéticos. Las producciones del ciclo 2010/11 de los principales cultivos de Argentina[13] que pueden ser fuentes potenciales de aprovisionamiento de biocombustibles se indican en el Cuadro IV.1.

(12) Proyecto TCP/ARG/3103 de FAO, cuyas actividades se ejecutaron a través de un grupo interinstitucional formado por profesionales provenientes de las Secretarias de Energía, Agricultura, Ambiente y Desarrollo Sustentable, INTA, INDEC y otros, con la coordinación del Grupo Clima y Agua de INTA.

(13) Debido a la escasa significación que tienen otros cultivos energéticos en el país (tales como la hierba elefante, *Spartina, Cyperuslongus, Arundo dona*) no fueron considerados en la cuantificación.

Cuadro IV.1. Producción en el ciclo 2010/11 de los principales cultivos agrícolas que pueden destinarse a la elaboración de biocombustibles

(en millones de toneladas)

Caña de azúcar		Cereales		Oleaginosos			
Caña Molida	Producción total azúcar equivalente*	Maíz	Sorgo	Soja	Girasol	Maní	Otros**
19,81	2,09	23,01	4,46	48,89	3,67	0,70	0,06

Fuente: Datos del Centro Azucarero Argentino y del MINAGRI.

Notas: * Ton métricas VC. ** Colza, lino.

b.2. Subproductos agrícolas obtenidos de la producción primaria, tales como rastrojos de maíz, trigo, soja, etc. Para el cálculo de la biomasa de rastrojo disponible a nivel nacional, se consideraron los tres cultivos principales en términos de volumen de producción: soja, maíz y trigo. A partir de la producción de granos de la campaña 2010/11 se estimó la biomasa total producida en forma de rastrojo; de ese total se estimó el volumen disponible calculando el 50% del total obtenido, debido a que se entiende que el resto debe permanecer en el sistema para incorporar al suelo y lograr un ciclo sustentable (Cuadro IV.2). Se estima que los datos totales del cuadro son del orden del 90% del total de los granos producidos.

Cuadro IV.2. Oferta de biomasa de rastrojo de los principales cultivos para 2010/11*

(millones de ton)

Cultivo	Producción de granos 2010/11	Indice de cosecha**	Indice de rastrojo	Volumen de rastrojo Total	Disponible
Soja	49,0	0,45	0,55	26,95	13,48
Maíz	23,6	0,47	0,53	12,51	6,25
Trigo	14,5	0, 35	0,65	9,43	4,71
Total				48,89	24,44

Fuente: Trigo, E., Regúnaga M et al (2012). MINCYT.

Nota: * La estimación corresponde sólo a los tres principales cultivos que representaban algo menos del 90% de la producción total de granos de ese año. **Satorre, E. et al, 2008. El Indice de cosecha utilizado no considera el volumen de raíz ni la biomasa perdida por la senescencia de las hojas, por lo que el índice de rastrojo es mayor.

b.3. Subproductos animales obtenidos de la producción ganadera, tales como estiércol, camas de pollo, etc. En el Cuadro IV.3. se incluye una estimación del estiércol total anual generado por las principales actividades ganaderas en establecimientos comerciales medianos y grandes.

Cuadro IV.3. Volumen teórico de estiércol disponible en Argentina en empresas comerciales

(millones de toneladas)

	Bovinos carne	Bovinos leche	Porcinos	Avícolas
Total País	10,49	5,86	2,24	0,13

Fuente: Trigo, E., Regúnaga M. et al (2012) elaborado en base a FAO, INTA y SENASA.

Otra alternativa para la producción de biodiesel es a partir del sebo animal. A pesar de que la industria cárnica nacional es grande y tiene una oferta potencial de sebo elevada, el precio de la grasa comparado con el de la soja es poco competitivo, por lo que no se incluye esta opción[14]. Esta consideración y el cálculo de subproductos animales sólo de firmas comerciales implican una estimación muy prudente de la oferta potencial del sector pecuario.

Tampoco se consideraron otros subproductos obtenidos del procesamiento industrial de las materias primas agropecuarias, debido a que no se han identificado industrias que generen cantidades relevantes de otros subproductos que se hayan identificado como posible materia prima para la obtención de biocombustibles, fuera de los correspondientes a los granos y demás productos ya mencionados.

c) Residuos sólidos urbanos

Según el Observatorio Nacional de Residuos Sólidos Urbanos, en las provincias de Buenos Aires, CABA, Córdoba y Santa Fe se producen 8,2 millones de ton/año de residuos sólidos urbanos (RSU). Se estima que el 50% de los RSU son orgánicos, por lo que resultan unos 4,1 millones de ton/año de residuos potencialmente aprovechables para la generación de energía.

d) Producción total de biomasa para distintos destinos

Las estimaciones de producción de biomasa incluidas en los apartados previos corresponden a volúmenes físicos de productos de distintas características en relación a sus contenidos de materia seca, capacidad energética, capacidad alimenticia, etc. A pesar de ello y con esa aclaración hecha, se ha considerado conveniente integrar en el Cuadro IV.4. las magnitudes estimadas de todas las principales fuentes de producción de biomasa, con las respectivas unidades.

Cuadro IV.4. Oferta potencial de diferentes fuentes de biomasa en Argentina en 2011*

Fuentes de biomasa para destinos alternativos	Unidad	Volúmen físico
1. Dendrocombustibles	Millones ton base seca	146
2. Agroalimentos y / o agrocombustibles		
Cultivos agrícolas		
• *Azucareros - amiláceos*		
Caña de azúcar	Millones ton caña base húmeda	19,81
Maíz	Millones ton de grano	23,01
Sorgo	Millones ton de grano	4,46
• *Oleaginosos*		
Soja	Millones ton de grano	48,89
Girasol	Millones ton de grano	3,67
Maní	Millones ton de grano	0,70
Otros (Lino, Colza)	Millones ton de grano	0,06
Subproductos agrícolas - rastrojo disponible	Millones ton de materia seca	24,44
Subproductos animales - estiércol disponible		
• *Bovinos carne*	Millones ton	10,49
• *Bovinos lecheros*	Millones ton	5,86
• *Porcinos*	Millones ton	2,24
• *Avícolas*	Millones ton	0,13
3. Residuos sólidos urbanos	Millones ton de RSU	4,10

Fuente: Trigo, E., Regúnaga, M. et al (2012). MINCYT.

Nota: El total del cuadro asciende a 294 millones de toneladas, pero no se incluyó una línea con ese volumen físico total porque se trata de productos no homogéneos.

(14) Además las empresas petroleras rechazan en gran medida el biodiesel a partir de sebo, ya que en los países que no son tropicales se encuentran complicaciones vinculadas al punto de enturbiamiento del biodiesel, debido a que se registra una pérdida de fluidez cuando la temperatura llega a los 10/12°C, mientras que con el aceite de soja esta temperatura es de aproximadamente 2°C.

Sintéticamente, y si bien se trata de unidades no homogéneas, puede señalarse que la principal fuente de biomasa corresponde a la producción potencial de dendrocombustibles, con unos 146 millones de toneladas anuales de materia seca (aproximadamente 50% del total de todas las fuentes indicadas en el Cuadro IV.4). El segundo lugar en importancia corresponde a la producción de granos, con un total de 81 millones de toneladas anuales (para los 8 granos indicados), lo que representa el 27,5% del total del cuadro. El tercer lugar corresponde a la producción de 24,4 millones de toneladas anuales de subproductos disponibles de los rastrojos de cultivos (8,3% del total). El cuarto lugar corresponde a la producción de 19,8 millones de toneladas anuales de caña para ser molida, es decir el 5,8% del total (que permite obtener unos 2,1 millones de toneladas de azúcar más el bagazo correspondiente). La producción total de estiércol de fuentes ganaderas asciende a unos 18,7 millones de toneladas anuales (6,4% del total); y la estimación de los residuos sólidos urbanos (4,1 millones de toneladas) representa el 1,4% del total del Cuadro IV.4.

IV.2. Capacidades en biotecnología del sistema científico-tecnológico argentino[15]

Como se indicó previamente, para participar activamente en la oportunidad que brinda el escenario internacional y en la revolución de la bioeconomía no basta con disponer de abundantes fuentes de biomasa; es necesario también contar con una estructura desarrollada de recursos humanos e infraestructura de investigación y desarrollo, particularmente en el campo de la biotecnología que, si bien no es el único sector de la ciencia y la tecnología interviniente en el desarrollo de la bioeconomía, es quizás el de mayor gravitación en términos estratégicos.

La biotecnología involucra a un conjunto de tecnologías fuertemente basadas en ciencia y de matriz interdisciplinaria, que requieren ingentes inversiones en I+D+i. Por una parte exigen alta inversión en recursos humanos calificados, tanto en el sector público como en las empresas. Además requieren equipamiento sofisticado en los centros de I+D, no limitado a los laboratorios de investigación, sino también en relación a los componentes de escalado hasta llegar a las etapas comerciales.

Argentina cuenta con un valioso antecedente: una base de recursos humanos altamente calificados en ciencias básicas (biología, química, etc.), en ciencias médicas y en ingeniería, que ya están contribuyendo positivamente a la conformación de equipos de investigación en un amplio espectro de áreas de la biotecnología. Asimismo, teniendo en cuenta las interesantes oportunidades que se pueden aprovechar en distintas áreas de la producción agropecuaria, la salud y el ambiente, la biotecnología ha recibido una creciente prioridad en la agenda de las políticas de ciencia, tecnología e innovación de Argentina de las últimas dos décadas.

Diversas instituciones gubernamentales diseñan e instrumentan políticas y programas de apoyo y financiación de la biotecnología. Ellas corresponden a distintas agencias e instituciones del Gobierno Nacional, en particular del ámbito del MINCYT, que concentra la mayor parte de los instrumentos y programas de apoyo. Dicho Ministerio otorgó a la biotecnología un carácter prioritario en el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Bicentenario 2006-2010 y, más recientemente, en el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva Argentina Innovadora 2020. Con este marco, una gran cantidad

(15) El análisis que se presenta en esta sección está basado en los estudios realizados para el Proyecto Biotecsur (www.biotecsur.org) y en la "Encuesta Nacional de Grupos de Investigación en Biotecnología", realizada en 2013 para el MINCYT y procesada en 2014, que tuvo una amplia cobertura del sistema científico (del orden del 70% del padrón) por lo que permite una buena caracterización.

de instituciones de I+D está desarrollando diversas disciplinas vinculadas a la biotecnología, lo permite afirmar que Argentina cuenta con una buena base científica de partida para el desarrollo de la bioeconomía.

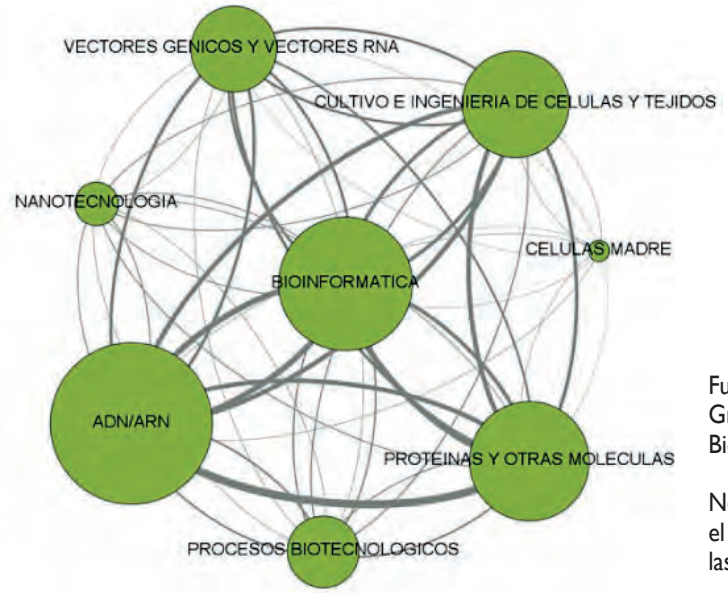
Como consecuencia de la prioridad política mencionada en el párrafo anterior, el apoyo al sector científico ha mejorado sustancialmente en las últimas dos décadas, mediante los aumentos en los recursos asignados para estas disciplinas en los programas del MINCYT y del CONICET, así como los correspondientes a las Universidades Nacionales. Además de los fondos propios de las universidades y centros de I+D, han tenido gran relevancia los recursos del FONCYT y el FONTAR, que contaron con financiamiento internacional (principalmente del BID y del Banco Mundial), así como los correspondientes a la cooperación internacional - en particular el Proyecto Biotecsur, cofinanciado por la UE y el MERCOSUR -.

Las capacidades en biotecnología del sistema científico-tecnológico argentino son ya bastante importantes. A pesar de que la mayoría de los grupos de investigación son relativamente nuevos - la mayor parte de ellos (el 54%) se conformó a partir del año 2000, el 33% durante la década de los años noventa y sólo el 13% en las décadas previas -, el uso de las técnicas biotecnológicas se remonta a la década de los años ochenta.

La mayor parte de los grupos de investigación en biotecnología se desempeñan en las Universidades Nacionales (43% del total); le siguen en importancia algunos centros de I+D del CONICET (40%), los grupos de I+D de los organismos de Ciencia y Tecnología (tales como INTA e INTI) y de las entidades sin fines de lucro (14%), y finalmente los grupos de investigación y desarrollo tecnológico de los hospitales (3%).

Actualmente los equipos mencionados desarrollan diversas técnicas biotecnológicas en sus actividades de I+D; la más frecuente es la de ADN/ARN (86% de los grupos la utilizan). Le siguen en importancia la bio-informática (68%), el cultivo e ingeniería de células y tejidos (57%), las proteínas y otras moléculas (54%), los vectores genéticos y vectores RNA (38%) y los procesos biotecnológicos (28%). Menor frecuencia corresponde a la nanotecnología y a las células madre. La Figura IV.2. muestra la complejidad de las redes que se han conformado, a partir de las múltiples técnicas biotecnológicas que aplican y/o investigan los grupos en forma simultánea.

FIGURA IV.2. Redes de técnicas biotecnológicas utilizadas y/o investigadas por los grupos de investigación



Fuente: Encuesta Nacional de Grupos de Investigación en Biotecnología de MINCYT. 2014.

Nota: El tamaño de los círculos y el ancho de las líneas representa las magnitudes relativas.

En general se verifica un alto grado de vinculación y colaboración entre los grupos con propósitos de I+D y, en menor medida, para capacitación e intercambio de información. Asimismo hay alta vinculación con los organismos del área de Ciencia y Tecnología (en particular el MINCYT), para acceder a financiamiento adicional. También hay un alto nivel de vinculaciones con agencias e instituciones extranjeras (40% de los grupos), dado el carácter global del desarrollo de la Biotecnología.

Se cuenta con una interesante masa crítica de unas 1400 personas dedicadas a I+D en biotecnología. La estructura de recursos humanos en cuanto al nivel académico de los investigadores y los becarios está integrada en 55% por doctores; y el 45% restante tiene títulos de grado o maestrías. Predominan las especialidades en Ciencias Exactas y Naturales (63%), en particular de las disciplinas de Biología y Biotecnología. La segunda área en importancia son las Ciencias Médicas (24%), principalmente Bioquímica y en menor medida Medicina y Farmacia. Otras disciplinas son las Ciencias Agropecuarias y Pesca (8%) y la Ingeniería y Tecnología (4%).

Los resultados generados o esperados de los proyectos de investigación y desarrollo en curso en los distintos centros de I+D pueden aplicarse a salud humana (54%), a biotecnología agropecuaria (37%), a salud animal (35%), a bio-informática (29%), a ambiente (23%) y a procesamiento industrial (18%). También se identificaron como relevantes las aplicaciones no específicas (36%), tales como la creación de nuevas herramientas y metodologías para desarrollar actividades de investigación y desarrollo.

En opinión de los investigadores los grupos de I+D encuestados en el relevamiento mencionado, los principales factores limitantes para el desarrollo de las actividades de investigación y desarrollo en biotecnología son: en primer lugar el acceso a equipos e insumos; en segundo lugar el acceso al financiamiento; y en tercer lugar el acceso a los recursos humanos.

La producción argentina en biotecnología ha crecido bastante en los últimos años, como resultado de los aumentos de los recursos asignados. La principal producción que realizan actualmente los grupos de I+D es en biociencias. Sin embargo, una parte significativa de los grupos ha desarrollado vinculaciones con empresas y/o entidades sin fines de lucro, lo que ha sido de alta relevancia para el sector de empresas locales medianas y pequeñas. En estos casos los principales objetivos fueron las actividades con mayor grado de aplicación, tales como el desarrollo tecnológico y las pruebas de ensayos. De los 70 grupos que han desarrollado estas vinculaciones, el 52% lo hizo con empresas nacionales, el 31% con entidades sin fines de lucro, el 12% con empresas extranjeras con sede en el país y el 5% con empresas extranjeras sin sede en Argentina. Las principales actividades fueron la cooperación en proyectos de I+D (39%), las asesorías, asistencias técnicas y consultorías brindadas por los grupos de investigación a las empresas (32%), el patentamiento conjunto (6%), el intercambio de información (6%) y la capacitación de recursos humanos de las empresas (5%).

Entre los principales obstáculos para una mayor cooperación público-privada los grupos de I+D señalaron a la limitada demanda de las empresas y/o de las entidades sin fines de lucro, y a su desconocimiento sobre las actividades que realizan dichos grupos. Por otra parte, se señaló también la falta de conocimiento que tienen los grupos de I+D sobre las necesidades de las empresas y/o de las entidades sin fines de lucro, y los problemas asociados a la gestión de

las instituciones donde se desempeñan (incluidos también los criterios de promoción de los investigadores y de priorización de los proyectos).

Para atender a dicha debilidad, en los últimos años el MINCYT ha implementado, por intermedio de la ANPCyT, diversos fondos para apoyar al sector privado y a su vinculación con los centros de I+D (los programas del FONTAR y el Biotecsur), por medio de los cuales se ha promovido la creación de nuevas empresas y un mayor conocimiento e interacción entre el sistema científico y las empresas.

V. ALGUNAS EXPERIENCIAS VALIOSAS EN RELACIÓN AL DESARROLLO DE LA BIOECONOMÍA ARGENTINA

Las capacidades mencionadas anteriormente, en cuanto a recursos de biomasa y equipos técnicos e infraestructura científico-tecnológica con que cuenta el país, ya han contribuido al desarrollo de la bioeconomía en Argentina. Lejos de ser un potencial, ya se concretaron diversos logros interesantes, entre los que pueden señalarse:

a. El desarrollo de empresas de biotecnología en un número importante de sectores

b. La actividad pionera a nivel global en materia de incorporación y desarrollo local de OGM en la producción de granos y otros cultivos.

c. La utilización masiva de sistemas de producción agrícola extensiva amigables con el ambiente.

d. El dinamismo alcanzado y el alto potencial en la producción de aceites vegetales, biocombustibles y productos industriales derivados de las biorefinerías.

a. El desarrollo de empresas de biotecnología

Un aspecto crítico para el desarrollo de la bioeconomía es el papel que desempeñan las empresas intensivas en conocimientos, y particularmente las biotecnológicas. Al respecto debe notarse que Argentina cuenta con incipientes pero crecientes iniciativas de pequeña escala dentro de este sector, que pueden servir de base potente para futuros desarrollos, si existieran políticas de promoción y un contexto regulatorio y de estabilidad macroeconómica de largo plazo que es necesario para este tipo de inversiones.

De acuerdo a un estudio realizado para el MINCYT en 2014[16], en 2012 operaban en Argentina unas 180 empresas de biotecnología[17]. Dicho número de empresas de biotecnología es sustancialmente inferior al de los países líderes en este sector. De acuerdo a datos de la OCDE en EEUU operaban unas 8.000 empresas, en España unas 3.000, en Francia unas 1.500, en Corea 885 y en Alemania 693.

(16) Bisang, R. Las empresas de Biotecnología en Argentina. MINCYT, 2014.

(17) Empresas que realizan producciones de bienes biotecnológicos o utilizan técnicas catalogadas como de moderna biotecnología, que fueron calificadas como empresas biotecnológicas a partir de las definiciones según los criterios establecidos oportunamente por la OECD.

Pero el número de empresas locales no difiere sustancialmente de las existentes en Italia (265), Brasil (237), Israel (233), Finlandia (157) y Suecia (129). Es decir que, en términos numéricos, la posición de Argentina es relativamente favorable frente a este segundo grupo, si se tiene en cuenta los respectivos PBI de los países.

Este posicionamiento del país comenzó hace más de 3 décadas. Diversos estudios señalan que en los años 80, cuando comenzaron a aparecer en el mercado los primeros productos biotecnológicos aplicados a la salud humana y a la genética vegetal, Argentina ya contaba con algunos desarrollos comerciales en base a estas tecnologías. La producción de enzimas microbianas, la micro-propagación de cultivos, los reactivos químicos y el interferón fueron los primeros desarrollos científicos con sus respectivos usos empresariales; ellos tuvieron lugar en forma simultánea con el desarrollo de firmas similares en Estados Unidos y Europa (Bercovich y Katz, 1990; Dellacha J.et al, 2002 y 2003).

De acuerdo a la mencionada encuesta sobre empresas biotecnológicas realizada para el MINCYT, la mayor cantidad de las empresas existentes en 2012 fueron creadas en las últimas 2 décadas: 84 entre 2000 y 2012; y 39 entre 1990 y 2000. El 90% de las empresas eran de capital nacional, y el resto eran subsidiarias de grandes empresas internacionales, principalmente del área de semillas. Es decir que se trata de una estructura empresarial joven – casi la mitad de las empresas tiene menos de una década – con presencia mayoritaria de firmas de tamaño mediano y pequeño, predominantemente de capitales nacionales. Es interesante notar que se observa una presencia creciente de grupos empresarios argentinos de cierta envergadura económica, que en el futuro permitirán encarar desarrollos comerciales sustantivos en base a estas tecnologías.

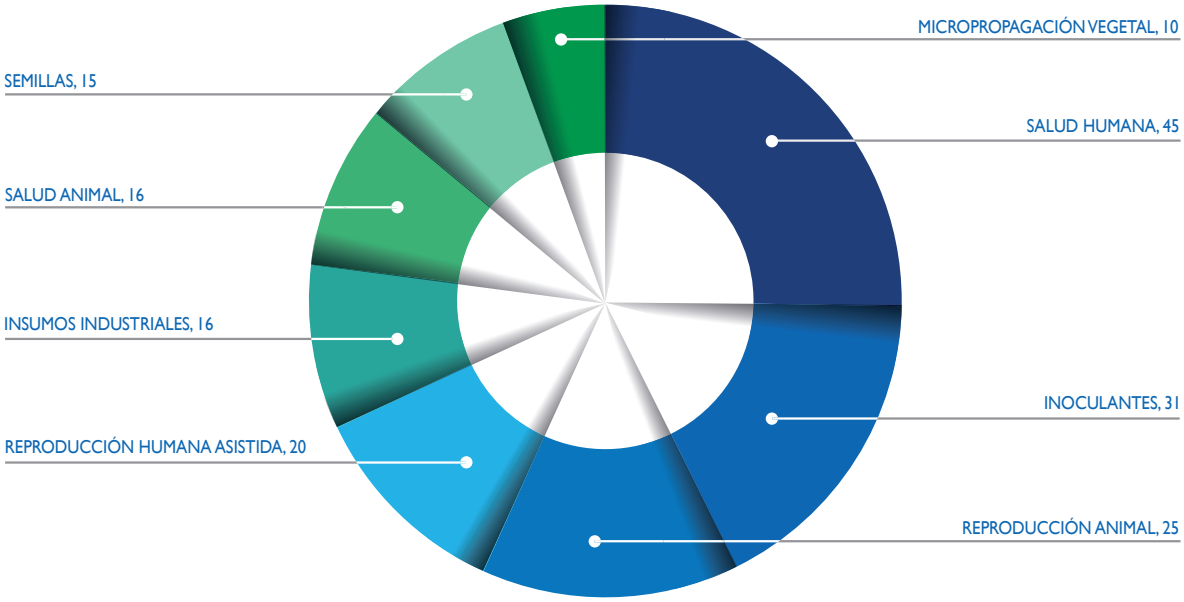
Las empresas que operaban en 2012 estaban dedicadas a un amplio espectro de actividades, entre las que se destacan la producción de semillas, la producción de medicamentos de uso humano, el desarrollo de insumos biotecnológicos aplicables a la producción vegetal (inoculantes) y animal (principalmente vacunas) y a otras actividades industriales (enzimas), la reproducción animal y la fertilización humana asistida. En la Figura V.1. se indica el número de empresas correspondientes a los distintos subsectores productivos, identificadas en 2012.

En el estudio mencionado se estimó que la facturación total de las 178 empresas argentinas de biotecnología en el año 2012 fue del orden de los 6.600 millones de dólares, pero la correspondiente a las actividades estrictamente biotecnológicas eran unos 2.100 millones de dólares (al tipo de cambio oficial vigente en 2012: 1 US dólar equivalente a 4,55 $ argentinos). Esta diferencia se explica porque hay dos perfiles de empresas: aquellas exclusivamente biotecnológicas y otras que producen además otros bienes y/o servicios destinados a mercados relacionados. La mayor parte de la facturación correspondió al subsector semillas (78% del total); seguido por salud humana (8%); salud animal (6%); insumos industriales (5%); e inoculantes (3%).

A pesar de que se trata de una industria relativamente "nueva", el valor de la producción de los productos biotecnológicos en 2012 era aproximadamente la mitad del valor bruto de la producción correspondiente al software o la industria frigorífica; era aproximadamente la tercera parte del valor bruto de la elaboración de productos lácteos y era levemente superior al correspondiente

a la producción de vinos, o textiles, o calzado. Dado que se trata de una industria de aplicación horizontal tiene una relevancia mayor, por sus efectos multiplicadores, que no se explicita en las cuentas nacionales tradicionales.

FIGURA V.1. Número de empresas biotecnológicas correspondientes a diferentes subsectores



Fuente: Bisang, R. Las empresas de biotecnología en Argentina. MINCYT, 2014.

Parte de las ventas totales de 2012 correspondió a exportaciones de productos biotecnológicos, por un total de 319 millones de dólares. En la encuesta mencionada se estimó que el 43% del total exportado correspondió a semillas, el 21% a insumos industriales (enzimas), el 20% a salud humana, el 9% a salud animal y el 7% a inoculantes. Si bien ese monto total es relativamente pequeño en relación al valor total de las exportaciones del país (unos 80 mil millones de dólares en 2012), Argentina se está posicionando como un exportador de cierta relevancia en varios mercados internacionales biotecnológicos, tales como semillas, medicamentos y genética animal. El valor total de las exportaciones argentinas de productos bio ya alcanzó cierta significación: es similar al valor de las exportaciones de textiles y confecciones, o al de pescados y mariscos elaborados; y superior al valor de las exportaciones de miel o de lanas elaboradas.

En las empresas globales de biotecnología las actividades de innovación ocupan un lugar crucial. En 2012 las empresas argentinas invirtieron sólo 81 millones de dólares en investigación y desarrollo (60% correspondió a semillas y 30% a salud humana). Estas cifras parecen relevantes en el contexto interno, pero son muy pequeñas cuando se comparan con las inversiones que realizan los países líderes en materia de biotecnología[18]. Según la OCDE en 2011 las inversiones de las empresas,

(18) Las mayores empresas argentinas de capital local califican positivamente en el aspecto técnico, pero por su tamaño son catalogadas como pequeñas (y excepcionalmente medianas).

expresadas en millones de dólares del poder adquisitivo de paridad, eran: en EEUU 27.374; en Francia 2.790; en Japón 1.230; en Alemania 1.168; en Corea 1.083; en Canadá 945; y en España 749. Los montos invertidos en Argentina eran similares a los de Australia, Finlandia y Rusia; y mayores a los de Méjico, Sudáfrica y Portugal.

El total de recursos humanos de las empresas empleados en I+D en biotecnología en 2012 eran unas 1500 personas. De ese total 700 profesionales correspondían al sector semillas, 306 a salud humana, 156 a inoculantes y 125 a salud animal.

La importancia de estos antecedentes no radica tanto en su dimensión actual, sino en lo que significa como reflejo de las capacidades organizativas y empresariales existentes para aprovechar las oportunidades emergentes de los nuevos conocimientos y transformarlas en avances productivos concretos, lo cual es un determinante estratégico para el desarrollo de la bioeconomía. En este sentido, la existencia de empresas en un amplio espectro de sectores – semillas, micro propagación de cultivos, biológicos (inoculantes, coadyuvantes, fertilizantes), salud y genética animal, salud humana y medicamentos, e insumos industriales (microorganismos y enzimas) – es también un aspecto a resaltar, dada la transversalidad que caracteriza a la bioeconomía.

Desde el punto de vista de las fortalezas y debilidades, el nivel de desarrollo del sector semillerista – tanto por el número de empresas, como por el tipo de tecnologías que controlan (marcadores moleculares y otras tecnologías de aceleramiento generacional, transgénesis, etc.) – es, sin duda, una fortaleza, ya que permite anticipar una rápida transferencia de los avances científicos a los procesos de producción de biomasa.

Por su parte, el sector de los insumos industriales – el basado en el uso de lo que se denomina comúnmente biotecnología blanca, o sea la que usa organismos vivos y/o enzimas para:

- obtener productos degradables;
- generar transformaciones orgánicas para mejorar la eficiencia de los procesos productivos; y
- reducir desechos asociados con las producciones industriales es, quizás, el área de menor nivel de desarrollo, con un bajo nivel de inserción local, ya que la mayor parte de sus actividades (unos dos tercios de su facturación) está destinada al mercado externo (Bisang, 2014).

b. Uso masivo y desarrollo de los OGM en la producción agrícola

De manera muy temprana, casi simultánea con EEUU, a partir de 1991 Argentina organizó la estructura institucional de regulación y de bioseguridad en materia de OGM (creación de la CONABIA y el INASE; establecimiento de los criterios y requisitos para la liberación comercial de los OGM, fortalecimiento institucional del INTA en el área de Biotecnología, etc.). Se inició inmediatamente la experimentación a campo y los estudios requeridos para la liberación comercial del primer evento de gran relevancia a nivel global (soja resistente a glifosato), cuya comercialización fue autorizada a partir del ciclo 1996/97. Desde entonces hasta el presente se ha aprobado una gran cantidad de eventos transgénicos para soja, maíz y algodón, tal como se detalla en el Cuadro V.1. Puede apreciarse que ya se cuenta con eventos apilados, que incorporan tolerancias y/o resistencias a diversos herbicidas y plagas.

Cuadro V.1. Eventos transgénicos aprobados en Argentina

Especie	Característica introducida	Evento de Transformación	Solicitante	Resolución
Soja	Tolerancia a glifosato	40-3-2	Nidera S. A.	SAPyA N° 167 (25-3-96)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros	176	Ciba-Geigy S.A.	SAGPyA N° 19 (16-1-98)
Maíz	Tolerancia a Glufosinato de Amonio	T25*	AgrEvo S.A.	SAGPyA N° 372 (23-6-98)
Algodón	Resistencia a Lepidópteros	MON531	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N°428 (16-7-98)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros	MON810	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N°429 (16-7-98)
Algodón	Tolerancia a glifosato	MON1445	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N°32 (25-4-01)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros	Bt11	Novartis Agrosem S.A.	SAGPyA N°392 (27-7-01)
Maíz	Tolerancia a glifosato	NK603	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N°640 (13-7-04)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a Glufosinato de Amonio	TC1507	Dow AgroSciences S.A.y Pioneer Argentina S.A	SAGPyA N°143 (15-03-05)
Maíz	Tolerancia a Glifosato	GA21	Syngenta Seeds S.A.	SAGPyA N°640 (22-08-05)
Maíz	Tolerancia a glifosato y resistencia a Lepidópteros	NK603x MON810	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N°78 (28-08-07)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a Glufosinato de Amonio y Glifosato	1507xNK603	Dow AgroSciences S.A.y Pioneer Argentina S.A	SAGPyA N°434 (28/05/08)
Algodón	Resistencia a Lepidópteros y Tolerancia a glifosato	MON531x MON1445	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N°82 (10/02/09)
Maíz	Tolerancia a glifosato y Resistencia a Lepidópteros	Bt11xGA21	Syngenta Agro S.A.	SAGPyA N°235 (21/12/09)
Maíz	Tolerancia a glifosato y Resistencia a Coleópteros	MON88017	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N°640 (07/10/10)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros	MON89034	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N°641 (07/10/10)
Maíz	Tolerancia a glifosato y resistencia a Lepidópteros y Coleópteros	MON89034 x MON88017	Monsanto Argentina S.A.I.C.	SAGPyA N°642 (07/10/10)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros	MIR162	Syngenta Agro S.A.	SAGPyA N°266 (19/05/11)
Soja	Tolerancia a glufosinato de amonio	A2704-12	Bayer S.A.	SAGPyA N°516 (23/08/11)

Especie	Característica introducida	Evento de Transformación	Solicitante	Resolución
Soja	Tolerancia a glufosinato de amonio	A5547-127	Bayer S.A.	SAGPyA N°516 (23/08/11)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a glifosato y a glufosinato de amonio	Bt11xGA21x MIR162	Syngenta Agro S.A.	SAGPyA N°684 (27/10/11)
Maíz	Tolerancia a glifosato y a herbicidas que inhiben la enzima acetolactato sintasa	DP-098140-6	Pioneer Argentina S.R.L.	SAGyP N° 797 (01/12/11)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y a Coleópteros y tolerancia a glifosato y a glufosinato de amonio	Bt11xMIR162x MIR604xGA21y todas las combina-ciones intermedias	Syngenta Agro S.A	SAGyP N° 111 (15/03/12)
Maíz	Resistencia a Coleópteros	MIR604	Syngenta Agro S.A.	SAGyP N° 111 (15/03/12)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a Glufosinato de Amonio y Glifosato	MON89034x TC1507xNK603	Dow AgroSciences S.A.y Monsanto Argentina S.A.I.C	SAGyP N° 382 (23/07/12)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a Glifosato	MON89034x NK603	Monsanto Argentina S.A.I.C	SAGyP N° 382 (23/07/12)
Soja	Resistencia a Lepidópteros y Tolerancia a glifosato	MON87701x MON89788	Monsanto Argentina S.A.I.C	SAGyP N° 446 (10/08/12)
Soja	Tolerancia a herbicidas de la clase de las imidazolinonas	CV127	BASF Argentina S.A.	SAGyP N° 119 (07/03/13)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a glufosinato de amonio y glifosato	TC1507x MON810xNK603 TC1507xMON810	Pioneer Argentina S.R.L.	SAGyP N° 417 (15/10/13)
Maíz	Resistencia a Lepidópteros y tolerancia a glifosato y a glufosinato de amonio	Bt11xMIR162xTC1507 xGA21 y todos los acumulados intermedios	Syngenta Agro S.A.	SAGyP N° 88 (11/04/14)
Soja	Tolerancia a 2,4 D, glufosina-to de amonio y glifosato	DAS-44406-6	Dow AgroSciences Argentina S.A.	SAGYP N° 98 (09-04-15)

Fuente: Datos de MINAGRI (2015). www.minagri.gob.ar

En la actualidad Argentina cuenta con 24 años de experiencia en los aspectos de bioseguridad y 19 años de experiencia en la utilización de eventos transgénicos en la producción de granos y algodón, cultivándose en cada año más de 20 millones de hectáreas. Ello ha permitido lograr avances significativos en la eficiencia de utilización del agua del suelo, el manejo de los cultivos, la reducción en el uso de agroquímicos (especialmente los más contaminantes de las napas freáticas), el control biológico de plagas, la reducción de costos de producción y los aumentos de productividad.

Argentina es un país líder mundial en intensidad de uso de los transgénicos en soja, maíz y algodón (en 2014 se estimó que más de 95% del área cultivada con soja y algodón y más del 90% para el caso de maíz eran cultivos transgénicos; ver Figura V.3.). Además es uno de los países con mayor área absoluta cultivada con OGMs (la Figura V.4. indica la participación de los principales países en el total cultivado).

FIGURA V.3. Intensidad de uso de OGMs en soja, maíz y algodón en Argentina
(en % del área cultivada total)

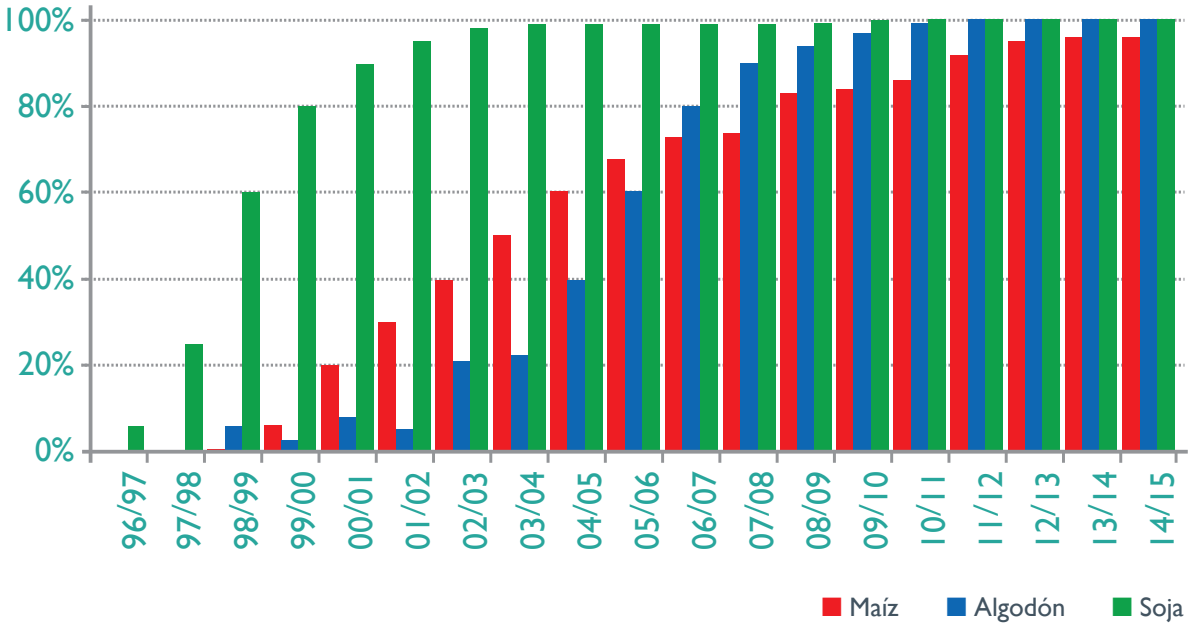
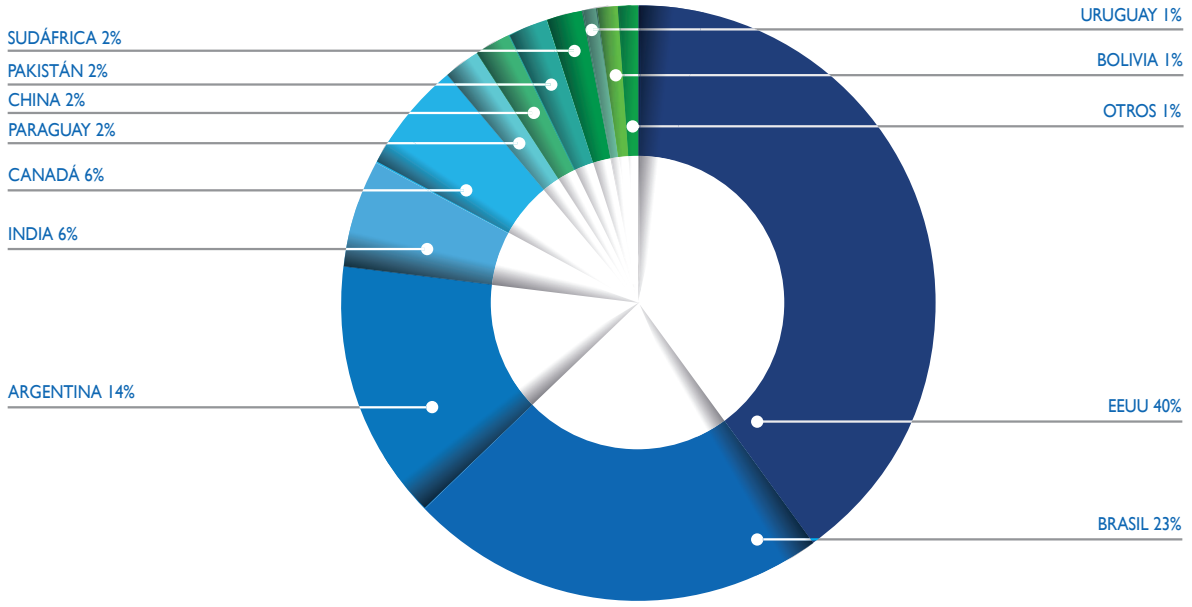


FIGURA V.4. Area cultivada con OGMs. Participación de los principales países
(en porcentajes del total mundial*)



Fuente:
http://www.argenbio.org/adc/uploads/imagenes_doc/planta_stransgenicas/7_Grafico_de_distribucion_del_area_sembrada_con_OGM_en_el_mundo_por_pais.pdf
Nota: * Superficie total con OGMs: 181,5 millones de hectáreas.

Como se destacó previamente, la valiosa experiencia previa del sector semillero argentino en materia de selección de variedades e híbridos adaptados al mercado local fue un punto de partida crucial para la incorporación de los eventos transgénicos, así como para la utilización de los marcadores moleculares para la selección de semillas. Este antecedente existe actualmente para la rápida incorporación de los futuros desarrollos en la materia (OGMs, marcadores moleculares, nuevas técnicas biotecnológicas), así como para el logro de desarrollos locales en diversas especies, entre ellas trigo, caña de azúcar y otros cultivos hortícolas anuales intensivos.

Ello ya se está registrando en iniciativas público-privadas por parte de diversas instituciones (INTA, Universidad de Buenos Aires, Universidad Nacional del Litoral, Institutos del CONICET, INDEAR, Bioceres Semillas, Estación Experimental Obispo Colombres de Tucumán, etc.). A título de ejemplo, en el Recuadro 4 se describe sintéticamente el caso de Bioceres Semillas.

RECUADRO 4: Bioceres Semillas

Bioceres es una empresa de biotecnología, resultante de una iniciativa de cooperación público-privada, que desarrolla y comercializa productos para incrementar el rendimiento de los cultivos y para agregar valor a las materias primas de origen biológico. Integra a 23 productores y 293 accionistas privados, que aportan financiamiento, gestión y captura de valor, con instituciones públicas (Universidad Nacional del Litoral –UNL-, CONICET, MINCYT) que aportan recursos humanos, equipamiento y financiamiento de las investigaciones.

Bioceres ha desarrollado una red de alianzas para la I+D. El Instituto de Agrobiotecnología de Rosario –INDEAR- tiene a su cargo los aspectos de investigación y desarrollo, para facilitar el acceso a las fuentes de tecnología y el desarrollo de productos; y el INMET, es un "spin off" de INDEAR para el desarrollo de soluciones de ingeniería metabólica para la conversión de recursos de biomasa en la producción de moléculas de alto valor.

A partir de las investigaciones llevadas a cabo por investigadores de la UNL-CONICET se ha obtenido un evento con tolerancia a sequía (HB4) que puede tener un potencial interesante para su incorporación a diversos cultivos (trigo, soja). Por otra parte, se están realizando desarrollos de enzimas para la producción de quimosina de cártamo (enzima utilizada para la producción de quesos) y para la producción de celulasas de cártamo para su uso en biocombustibles de segunda generación.

Bioceres ha desarrollado además alianzas con otras firmas locales e internacionales para el desarrollo de productos y para el acceso al mercado. Las alianzas para el desarrollo de productos incluyen a Verdeca (para el desarrollo y desregulación de eventos de soja); a Trigall Genetics (para el desarrollo y desregulación de eventos de trigo); a Semya (para el desarrollo y desregulación de productos biológicos agrícolas de futura generación); y una alianza pro-operacional con la compañía de semillas de alfalfa S&W Seed Co. de California, EEUU. Para el acceso al mercado la División Semillas de Bioceres es la responsable de la venta a distribuidores de las semillas y de las tecnologías desarrolladas por otras unidades de negocios de la empresa bajo la marca Bioceres Semillas; además, ha realizado alianzas con otras firmas internacionales y locales (Advanta, Arcadia, Pioneer, Rizobacter y GDM Seeds)para la comercialización de sus desarrollos tecnológicos.

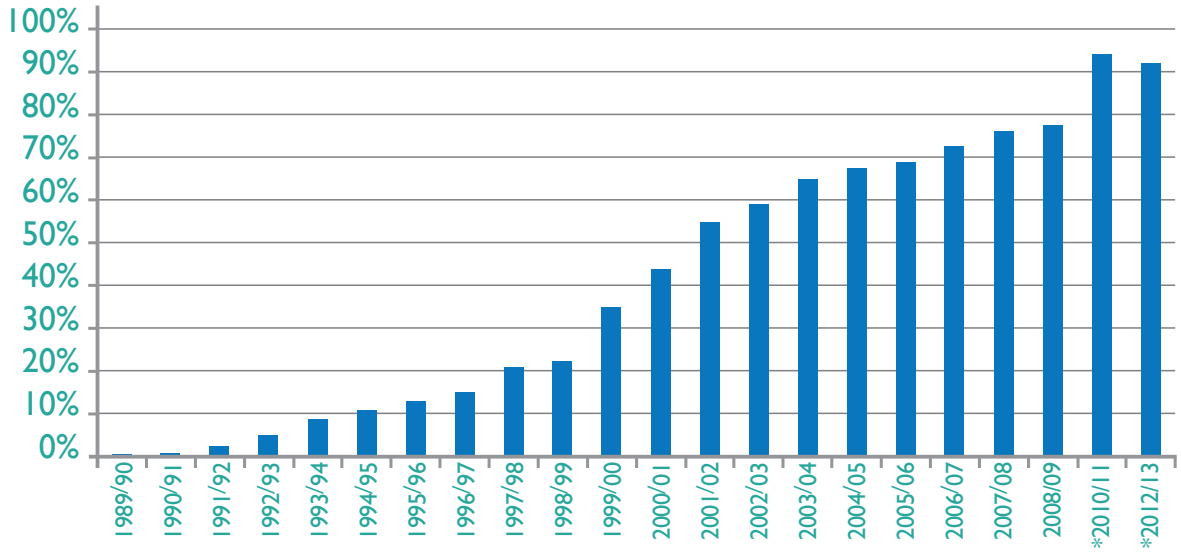
c. Utilización masiva de sistemas de producción amigables con el ambiente (biomasa sostenible)

El deterioro gradual de los suelos de la Región Pampeana registrado hacia fines de los años ochenta, asociado a la utilización de los métodos convencionales de cultivo de granos y a la sustitución gradual de los sistemas de rotación agrícola-ganadera (*"grasland farming"*) -prevalecientes en Argentina en las décadas previas- por la agricultura permanente, dio lugar a un replanteo de los sistemas de labranza convencional utilizados por muchos años en el país (similares a los utilizados en EEUU, Europa y otros países de agricultura mecanizada).

La creación de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) en 1989 fue un hito muy importante para la promoción y adopción de un nuevo paradigma agrícola, basado inicialmente en la siembra directa. Esta organización no gubernamental sin fines de lucro, integrada por una red de productores agropecuarios interesados en la conservación del suelo, con el apoyo de otras entidades privadas tales como la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA) y de diversas instituciones académicas y tecnológicas del país (entre ellas el INTA) y del exterior, difundieron y fueron desarrollando los principales componentes de una agricultura productiva y sustentable, basada en el uso racional e inteligente de los recursos naturales a través del acceso al conocimiento y a la innovación tecnológica (sistema que en algunos países suele denominarse **"intensificación sustentable"**).

La Figura V.5. muestra la rápida y masiva adopción de la siembra directa en Argentina (es el indicador inicial sobre el que hay información disponible para los principales granos). Pero debe notarse que el paquete tecnológico de "intensificación sustentable" supera cualitativamente a la siembra directa. Este sistema incluye la siembra directa, el uso de semillas mejoradas - incluyendo genes tolerantes a herbicidas y resistentes a insectos y enfermedades -, rotación de cultivos, control integrado de plagas, desarrollo de la microbiología del suelo, estructuración y nutrición del suelo en base a los aportes biológicos complementados con fertilizantes (no fertilización masiva), nuevas moléculas de productos agroquímicos, uso intensivo de la información y la comunicación, al que se está incorporando más recientemente la agricultura de precisión.

FIGURA V.5. Adopción de la siembra directa en la producción argentina de granos
(en % del área total cultivada)



Fuente: AAPRESID, 2012, y Bolsa de Cereales para los últimos dos períodos.[19]

(19) El aumento verificado en los últimos dos períodos considerados se basa en que la metodología de la Bolsa de Cereales pondera la superficie implantada bajo SD por cultivo.

Esta nueva agricultura, basada en el conocimiento proporcionado por el enfoque de la bioeconomía, incluye la integración de diferentes disciplinas científicas, tales como la ecología, la eco-fisiología, la genómica, la biotecnología, la nutrición y protección contra limitaciones bióticas y no bióticas, las tecnologías de información, etc. En este contexto, las **buenas prácticas agrícolas** – BPA - tienen una importancia estratégica, porque son las herramientas que permiten adaptar y aplicar los nuevos conocimientos a las innovaciones agrícolas. Al mismo tiempo, constituyen un aporte significativo a la conservación y a la reducción del impacto en el calentamiento global. Argentina ha sido pionera en la creación de una Red de Buenas Prácticas Agrícolas en 2014, que integra a las principales instituciones públicas y privadas del país que desarrollan actividades en este sentido, en la que se coordinan las actividades de las instituciones en los aspectos de capacitación, comunicación y definición de los alcances y medición de las BPA (ver Recuadro 5).

RECUADRO 5: Red de Buenas Prácticas Agrícolas

En mayo del 2015, luego de más de un año de trabajo preparatorio de sus integrantes y a partir de una iniciativa de la Bolsa de Cereales, se formó la Red de Buenas Prácticas Agrícolas de Argentina. La misma es el resultado de un proceso de diálogo interinstitucional entre las principales entidades públicas y privadas de Argentina que desarrollan diversas actividades en la materia. Se creó para contar con un mecanismo de intercambio de información, diálogo y cooperación entre sus miembros para abordar de forma integral las distintas dimensiones de esta temática

La Red ha definido a las Buenas Prácticas Agrícolas como una manera de producir de modo que los procesos de siembra, cosecha y poscosecha de los cultivos cumplan con los requerimientos necesarios para una producción sana, segura y amigable con el ambiente.

La Red entiende que las BPA constituyen un instrumento estratégico para atender adecuadamente los desafíos del crecimiento cuantitativo y cualitativo de la demanda de los productos de la agroindustria, que implica la integración de la disponibilidad, la calidad e inocuidad y la sustentabilidad de la producción agroindustrial.

Desde la Red se promueve que los recursos y los productos agrícolas sean usados responsablemente sin afectar a la salud humana ni animal, así como tampoco al medio ambiente y protegiendo la seguridad de los trabajadores.

Las entidades miembros son:



Fuente: www.redbpa.org.ar

En síntesis, la intensificación sustentable permite aumentar la producción con un sistema que reduce la erosión y mejora el almacenamiento del agua de lluvia en el suelo y su uso productivo (gestión del agua); minimiza la cantidad de operaciones de labranza, reduciendo el consumo de petróleo y las emisiones de gases de efecto invernadero; el suelo se mantiene cubierto con el rastrojo del cultivo antecesor y se implementa una estrategia de manejo de carbón (fomento del secuestro de carbono) y una estrategia de nutrición de los cultivos basada en los aportes biológicos y el concepto de estructuración, y no en el enfoque de fertilización masiva del suelo; la rotación de cultivos y el control integrado de plagas mejoran la estructura del suelo y reducen el uso de agroquímicos y las labores de protección de los cultivos, limitando los impactos en la contaminación de las napas freáticas y en el calentamiento global.

d. Alto potencial y competitividad en la producción de aceites, biocombustibles y productos derivados de las biorefinerías

d.1. El "cluster" de la producción de soja, aceites y biodiesel

Tal como se detalló en los Cuadros IV.1.a IV.4. la oferta de materias primas para la producción de biodiesel en Argentina es muy elevada y excede ampliamente a la demanda local actual y potencial de dicho biocombustible.

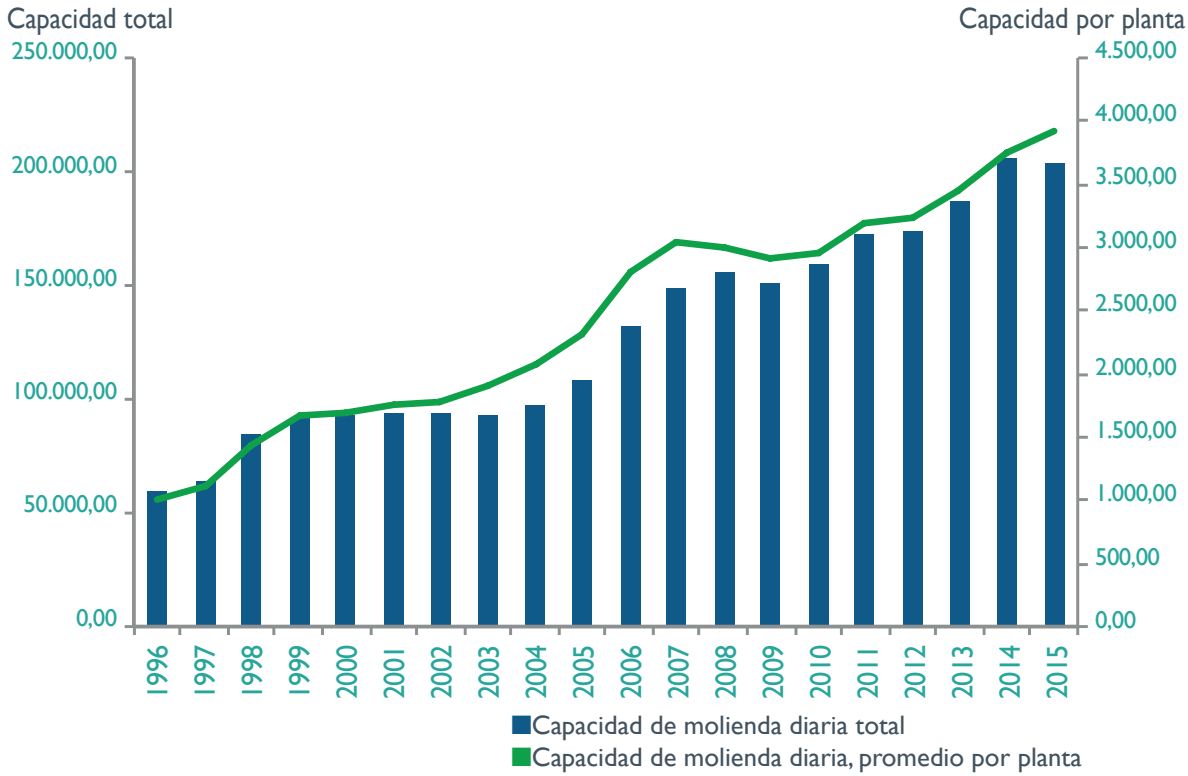
Argentina es el principal exportador mundial de aceite y harina de soja desde hace muchos años y, más recientemente, la emergencia de la demanda mundial de biodiesel permitió la diversificación del destino de la producción de aceite, incorporando la producción del biocombustible en la estructura de producción y exportación de la cadena oleaginosa, dando lugar además a la producción de subproductos industriales en biorefinerías.

La alta competitividad de la producción de soja en Argentina se hizo extensiva también a la industria aceitera y a la del biodiesel. Durante las últimas dos décadas se registró un notable proceso de crecimiento de la capacidad instalada para la molienda de oleaginosos y para la producción de biodiesel, con plantas modernas, de alta eficiencia, de gran tamaño y localizadas principalmente en los puertos de exportación, por lo que Argentina lidera también las exportaciones mundiales de biodiesel de soja.

La Figura V.6. muestra el dinamismo registrado en el crecimiento de la capacidad instalada para el procesamiento de soja, que a principios de 2015 alcanzó unas 200 mil toneladas por día (unos 66 millones de toneladas por año estimando 330 días de operación). Es de notar que las 14 plantas de mayores dimensiones de la provincia de Santa Fe concentran el 72% de la capacidad total del país, tienen una capacidad promedio de 10.200 toneladas por planta por día (mucho mayores que las medias de Europa, Brasil y EEUU) y se encuentran localizadas en los puertos de exportación (a diferencia de lo que acontece con la mayor parte de las plantas de dichos países competidores).

Estas características y la alta competitividad de la producción primaria son factores claves que explican la fortaleza del sistema de producción de aceite y harina de soja y sus derivados.

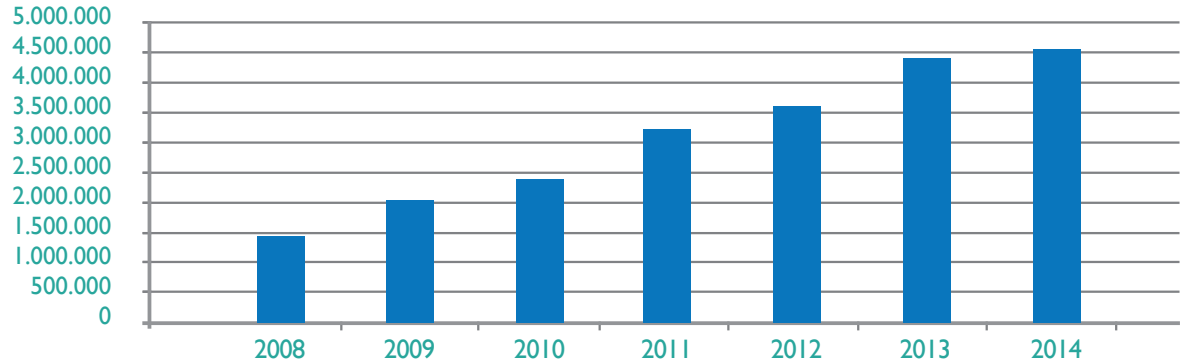
FIGURA V.6. Evolución de la capacidad de molienda de soja en Argentina
(en toneladas totales por día y en toneladas promedio por planta por día)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de los anuarios de J.J. Hinrichsen 1996-2015.

El desarrollo de la capacidad instalada para la producción de biodiesel es más reciente, pero también registró un crecimiento notable y con plantas de gran tamaño en relación a las de otros países. La Figura V.7. muestra la evolución de dicha capacidad de procesamiento de aceite para la producción de biodiesel en Argentina, que alcanzó a 4,3 millones de toneladas anuales de aceite a fines de 2014, lo que permitiría abastecer el consumo interno y el total del comercio mundial de biodiesel estimados para 2015. También en este caso la mayor parte de las plantas son muy modernas, de gran capacidad de procesamiento diario y están localizadas en los puertos de exportación. Las 10 principales plantas localizadas en los puertos de Santa Fe concentran el 77% de la capacidad total y tienen una capacidad media de procesamiento de 330 mil toneladas anuales por planta.

FIGURA V.7. Evolución de la capacidad de producción de biodiesel en Argentina
(toneladas anuales)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de los anuarios de J.J. Hinrichsen 1996-2015.

Es decir que el "*cluster*" de la cadena de la soja (producción primaria, procesamiento del grano y del aceite, producción de biodiesel, exportación de los productos del complejo) muestra una alta competitividad internacional, basada en los sistemas de producción, la tecnología incorporada en todas la etapas, el tamaño medio de los principales operadores y la localización cercana o bien en los mismos puertos de exportación.

A los efectos de estimar la evolución esperada de la producción de biodiesel hasta el final de la presente década, se plantearon diversos escenarios de evolución del consumo interno y las exportaciones de este producto y se realizaron proyecciones para 2021, correspondientes a hipótesis altas y bajas de evolución de la demanda y, por ende, la producción argentina de biodiesel, que se incluyen en el Cuadro V.2.

Cuadro V.2. Producción de biodiesel en Argentina. Año 2011 y proyecciones para el año 2021*
(millones de toneladas)

Productos	Producción 2011	Proyecciones 2021	
		Hipótesis baja	Hipótesis alta
Biodiesel	2,42	3,92	4,43

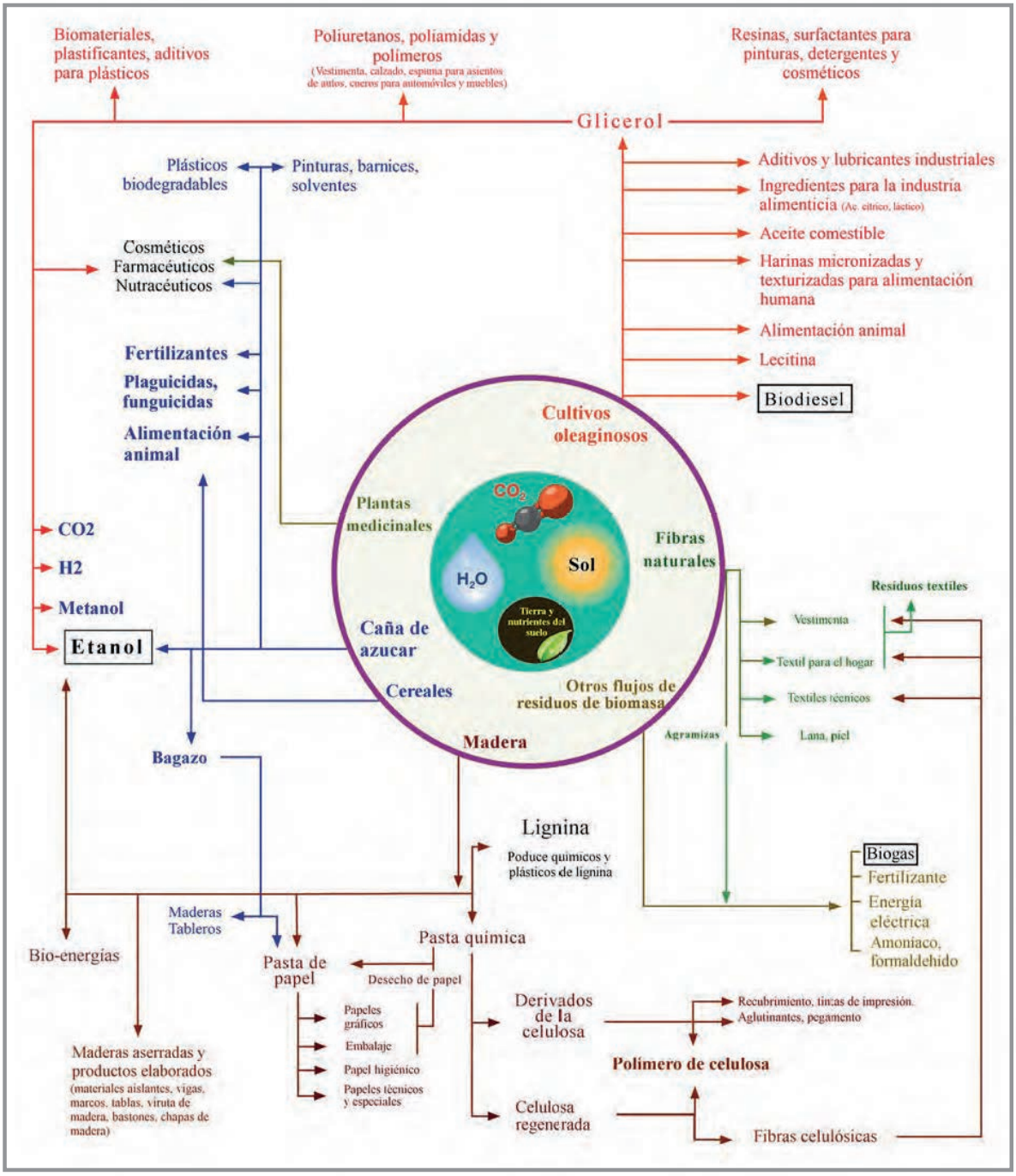
Fuente: Trigo, E., Regúnaga, M. et al, 2012. MINCYT.
Nota: * Calculado a partir de los escenarios de evolución de la demanda local e internacional de biodiesel.

Los niveles de producción potencial de biodiesel que se podrían obtener a partir del procesamiento de toda la producción local de aceite de soja son muy superiores a los indicados en el Cuadro V.2. (los datos del cuadro requieren sólo una fracción de la producción total de aceite – aproximadamente el 30% del total -), dado que dichos volúmenes se calcularon en función de las proyecciones de la demanda y comercio mundial de ese biocombustible, estimadas por FAO-OCDE para 2021. Ello permite afirmar que la oferta potencial de biodiesel, además de abastecer la demanda interna e internacional prevista para el combustible, puede dar lugar a otros desarrollos industriales de gran significación.

d.2. Algunas alternativas de oferta potencial de productos industriales de las biorefinerías

En virtud del alto potencial de producción de distintas fuentes renovables de biomasa disponibles en Argentina se ha considerado de interés esquematizar la diversidad de alternativas de desarrollo industrial que pueden generarse a partir de su procesamiento en biorefinerías. La Figura V.8. muestra la diversidad de opciones industriales "aguas abajo" existentes a partir del procesamiento de las principales fuentes de biomasa de Argentina. Entre ellos, los bioproductos industriales constituyen alternativas muy valiosas para la producción local de insumos de diversas industrias que, en muchos casos corresponden a productos importados derivados del petróleo.

FIGURA V.8. Alternativas de usos industriales de la biomasa en Argentina (2015)



Fuente: Los autores en base a file:
///Users/eduardotrigo/Downloads/1401_industrial_material_use_of_biomass_in_europe_2013_nova_institut%20(3).pdf

Teniendo en cuenta la magnitud de la producción actual y potencial de biodiesel y su co-producto glicerol, a título de ejemplo se ha considerado de interés analizar el potencial desarrollo de biorefinerías a partir de las oportunidades que brinda el mercado local para la producción de químicos derivados del glicerol. Estas opciones permiten agregar valor a un producto que actualmente tiene muy bajo precio de mercado como tal (el glicerol)[20]. Dentro del amplio espectro de productos potenciales,

(20) Es de notar que a fines de 2014 ya se habían construido dos plantas de glicerina refinada en puertos de la provincia de Santa Fe (de las firmas RENOVA y ECOFUEL S.A.), con una capacidad instalada de 54 mil toneladas por año cada una.

se han seleccionado algunos productos químicos que tienen una demanda significativa en Argentina, con precios que son más de 10 veces superiores a los precios actuales del glicerol en el mercado local.

La producción potencial máxima que se podría haber obtenido del procesamiento del glicerol en el año 2011 son unas 162 mil toneladas de etilenglicol; o 221 mil toneladas de propilenglicol; o 145 mil toneladas de ácido cítrico. Los tres productos mencionados tienen niveles de consumo significativos en Argentina. En el caso del etilenglicol (o 1,3 propanediol) se consumen actualmente unas 70 a 80 mil toneladas, que son totalmente importadas, a un precio del orden de los 1.000 dólares por tonelada, dado que no hay producción local de etilenglicol; el principal destino industrial del etilenglicol es la producción de PET (tereftalato de polietileno) para envases y para uso textil. El propilenglicol se destina principalmente a la producción de resinas poliéster y a la producción de humectantes; se consumen anualmente unas 10 mil toneladas, que son importadas a precios del orden de 1400 a 1600 dólares por tonelada, dado que no hay producción local. Un tercer producto que se importa es el ácido cítrico, cuyo volumen anual de consumo es del orden de las 25 mil toneladas, importadas a precios en torno de los 1.200 dólares por tonelada; el ácido cítrico se destina en 50% a la elaboración de jugos y bebidas sin alcohol; en 30% a la producción de alimentos; 10% a fármacos y 5% a detergentes sólidos. En el Cuadro V.3. se comparan las producciones potenciales de estos productos a partir del glicerol con los niveles actuales de consumo e importaciones y sus precios. Ello permite tener una idea del potencial desarrollo de una industria de los químicos del glicerol, que permitiría agregar valor local y sustituir las importaciones de estos productos.

Cuadro V.3. Producción potencial de químicos del glicerol, consumo actual e importaciones

Productos	Producción potencial en 2011 (miles toneladas)*	Consumo actual (miles toneladas)	Importaciones (miles toneladas)	Precio de importación (dólares/ton)
Etilenglicol	162	70-80	70-80	900-1.000
Propilenglicol	221	9-10	9-10	1.400-1600
Acido Cítrico	145	20-25	20-25	1.200

Fuente: Datos de Trigo E., Regúnaga, M., et al. 2012. MINCYT.

Nota: * Son las producciones máximas alternativas que se podrían obtener del procesamiento de la producción de glicerol producido en dicho año.

d.3. Otros biomateriales y harinas que se pueden elaborar en la cadena de la soja

Además del biodiesel y los derivados del glicerol, la molienda de soja permite obtener aceites vegetales y harinas proteicas que pueden destinarse a la elaboración de otros bioproductos. El aceite vegetal puede dar lugar a la producción de lubricantes biodegradables, surfactantes, colorantes y diversos polímeros. La harina permite producir, además de forrajes para el ganado, concentrados de proteína, aislados de proteína y harinas re-grasadas, micronizadas, texturizadas y activadas. Todos estos productos tienen precios unitarios sustancialmente mayores a los destinos tradicionales para alimentación humana y animal.

Los enormes volúmenes actuales y potenciales de productos de primera transformación de la soja[21] podrían dar lugar al desarrollo de proyectos de gran envergadura para la elaboración industrial de productos de segunda y tercera transformación, en una escala tal que permitiría el desarrollo competitivo de estas alternativas de agregado de valor, tanto en el caso de los biomateriales derivados del aceite, como en el caso de los derivados del procesamiento de la harina de soja.

d.4. Alternativas de desarrollo regional a partir de subproductos de maíz

La oferta potencial teórica de etanol a partir del procesamiento del maíz en Argentina es muy elevada (a la que se podría adicionar la correspondiente a otros granos similares, como el sorgo granífero y otros cereales). En el supuesto de la utilización total de la producción de maíz mediante la molienda seca, en 2011 la producción de etanol podría haber alcanzado 9.300 millones de litros y los subproductos (DDGS y CO2) 7,4 millones de toneladas cada uno. Las estimaciones para 2021, si se supone la utilización total de la producción de maíz con esos destinos, resultarían en la producción de 11.700 a 14.000 millones de litros de etanol y de 9,3 a 11,1 millones de toneladas cada uno de los subproductos mencionados (Cuadro V.4.).

Cuadro V.4. Estimación del potencial máximo de producción de etanol y subproductos de maíz con molienda seca en Argentina en 2011 y 2021*

Producción total	Unidad	2011	Proyecciones 2021	
			Hipótesis baja	Hipótesis baja
Maíz	Millones de ton	23,0	28,8	34,6
Etanol	Millones de litros	9.325	11.674	14.026
DDGs**	Millones de ton	7,39	9,26	11,12
CO2	Millones de ton	7,39	9,26	11,12

Fuente: Trigo, E., Regúnaga, M. et al, 2012. MINCYT.

Notas: * Suponiendo el procesamiento total de la producción de dicho grano. ** Los DDGs o granos destilados son alimentos de alto valor nutritivo para la producción láctea.

En Argentina ya se ha iniciado exitosamente el proceso de inversión en plantas de molienda seca de maíz productoras de etanol y sus subproductos. A fines de 2014 se encontraban en operación 8 plantas, con una capacidad instalada total de más de 800 mil metros cúbicos de etanol, que implicarían unos 2 millones de toneladas de maíz.

La importancia estratégica de estas iniciativas, que en su mayor parte se encuentran localizadas en el interior del país en zonas distantes de los grandes centros urbanos y puertos, no está limitada a la producción exclusiva del bioetanol, sino que dan lugar a modelos de desarrollo para la producción regional de alimentos (por ejemplo lácteos, carnes), biocombustibles y bioenergía (a partir de CO2), viabilizando así otros desarrollos industriales y de pequeños centros urbanos. En el Recuadro 6 se describen los casos de ACABIO y Bio 4 S.A., ambos de la Provincia de Córdoba, y el proyecto de BIOTERAI en Chaco.

(21) Para 2021 se proyectó un rango de producción de 66,0 a 77,6 millones de toneladas de grano, que permitirían obtener los siguientes volúmenes de subproductos: i) aceites vegetales: de 11,88 a 13,97 millones de toneladas; ii) harinas: de 52,8 a 62,1 millones de toneladas.

RECUADRO 6: Proyectos de ACABIO y BIO 4 S.A. en Córdoba y de BIOTERAI en Chaco

ACABIO es una iniciativa de ACA, una cooperativa de segundo grado que está integrada 65 cooperativas agrícolas y ganaderas, con unos 20.000 productores como socios indirectos, que aportan el maíz para la industrialización. Instalada en Villa María, Córdoba, permite la recepción de maíz de las cooperativas de la zona de influencia y la comercialización de los co-productos en la cuenca lechera de la región. ACABIO genera 92 puestos de trabajo de forma directa y permanente y más de 150 puestos de trabajo indirectos.

Los objetivos del proyecto fueron: agregar valor a la producción de cereales; ingresar al negocio de la bioenergía, acompañando la diversificación de la matriz energética con fuentes renovables y aportando a la sustentabilidad agroambiental; permitir incorporar a las cooperativas asociadas a un proyecto industrial que integra energía y alimentos.

El proyecto seleccionado contempla: alta automatización; recuperación del CO2; cogeneración eléctrica (6 MWh); posibilidad de manejo de los alimentos como DDGs (secos) o WDGS (húmedos); una planta de extracción de aceite de maíz para producir biodiesel y para otros usos; cero efluentes provenientes del proceso.

La capacidad instalada permite procesar 380 mil toneladas de maíz por año para obtener 145 mil metros cúbicos de bioetanol por año destinados a combustibles para corte de naftas; unas 70 mil toneladas por año de DDGs (o175 mil toneladas de WDGs por año), que permitirían participar en raciones para alimentar a unas 70 mil vacas lecheras por día*; generar 33 mil toneladas de CO2 destinadas a la producción de bebidas gasificadas; y producir 2000 toneladas por año de aceite.

BIO 4 S.A. es una sociedad que cuenta con 29 socios, en su mayoría productores agropecuarios, que tienen como misión agregar valor al maíz producido en la región, mediante el asociativismo y su visión agroindustrial. La firma construyó la primera planta generadora de etanol a partir de maíz en Argentina, localizada próxima a la ciudad de Río Cuarto, Provincia de Córdoba. Cuenta con 125 empleados directos en planta permanente, de los cuales el 37% son profesionales.

Mediante la transformación industrial la firma multiplica aproximadamente por tres el valor de las ventas de maíz, permitiendo entre otros aspectos ahorrar los costos correspondientes al flete del grano al puerto. Las ventas de bioetanol se destinan a las mezclas obligatorias de las naftas (que permiten mejorar el balance de gases de efecto invernadero) y las ventas de los subproductos -WDGs y DDGs - tienen como destino la producción animal en la región (lácteos, carnes).

Cuenta con una capacidad instalada para moler 210 mil toneladas de maíz por año, que le permite obtener 83 mil m3 de etanol y 191 mil toneladas por año de subproducto (WGDs con 35% de materia seca, equivalentes a unas 74 mil toneladas de DDGs con 90% de materia seca). Desde 2014 la empresa tiene certificación ISO 9001:2008, para la elaboración y comercialización de bioetanol y WDGs y DDGs.

BIOTERAI S.A. Se trata de un proyecto de una empresa agropecuaria familiar – AED - para la producción de etanol de maíz asociado inicialmente a un feedlot de alta capacidad, ubicados Avia Terai, Provincia de Chaco. El proyecto emplea actualmente unas 60 personas en forma directa. En el futuro tiene previsto incorporar la producción de leche de búfala para la producción de quesos, así como la co-generación de energía. Estas opciones permitirán la producción con bajos costos de quesos que tienen gran demanda internacional y generarán una mayor demanda de mano de obra local.

El proyecto en operación consiste en planta de etanol con capacidad de procesar 320 mil toneladas de maíz por año para producir 350 mil litros / día de etanol, integrada a un feedlot de 70 mil vacunos de capacidad de la estancia La Candelaria y una producción anual de 100 mil cabezas; el feedlot utiliza 100 mil toneladas por año de materia seca proveniente de WDGs (burlanda húmeda que no tiene el costo del secado de las DDGs) como alimento primordial de alto valor proteico y energético (60% del total), complementado con rastrojo de maíz. La planta se abastece de energía barata de biomasa de leña y subproductos del algodón, para la producción de electricidad y vapor; y de maíz con un precio en la zona que resulta 19 a 20% inferior a la cotización del grano en el puerto de Rosario (reduciendo así los costos de producción del etanol y los alimentos para el ganado)

Nota: * Los DDGs poseen valores nutricionales similares al grano de maíz en energía metabolizable y 3 veces mayores enproteínas; y pueden participar entre el 15% y el 30% de las raciones diarias para vacas lecheras.

VI. UNA ESTIMACIÓN DE LA BIOECONOMÍA ARGENTINA EN LA ACTUALIDAD[22]

Como se ha indicado previamente, la bioeconomía como tal no es un sector de la economía, sino que más bien constituye una estrategia industrial que cruza a toda la economía, e incluye una gran variedad de sectores y partes de sectores, tradicionales y nuevos, que comparten el concepto del uso de los procesos y recursos biológicos como un componente central de sus actividades de producción y servicios (como se describió en el Recuadro 2). Esto está planteando una profunda transformación en las relaciones intersectoriales existentes en la economía, haciendo que los conceptos de sector y cadenas de valor adquieran limites difusos, al entrecruzarse de manera cada vez más compleja, como consecuencia de cómo cambian las formas de uso de los recursos naturales, el papel del conocimiento, el capital y el trabajo, la generación y captación de externalidades, y la distribución de los beneficios económicos de las nuevas actividades (von Braun, 2013) .

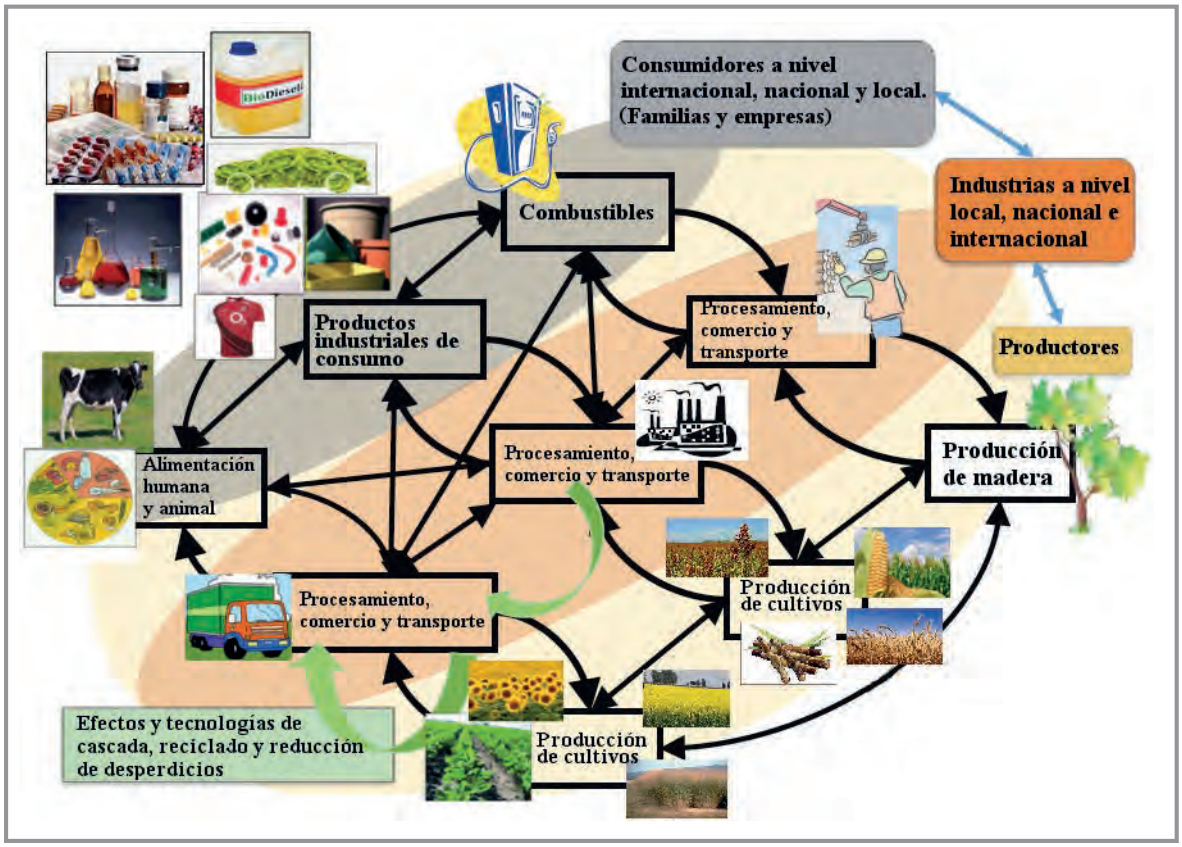
Las cadenas de valor tradicionales, concebidas enlazando actividades desde la producción de la materia prima hasta la producción y consumo, añadiendo valor en cada eslabón de forma relativamente lineal (conformando lo que usualmente se conoce como "industria"), pierden con la bioeconomía mucho de su sentido original; se genera lo que se podría describir como una red de valor, donde las distintas materias primas contribuyen a diversas cadenas, dependiendo de cómo se dén las relaciones de demanda, disponibilidad de tecnología y los costos de oportunidad de los recursos involucrados en cada situación en particular (ver Figura VI.1.).

Las estrategias industriales de la bioeconomía resaltan las interrelaciones que existen entre las diferentes cadenas. En lugar de mirar a una industria, el enfoque de redes de valor mira al conjunto de productos que se pueden derivar de una materia prima y al hecho que las materias primas mismas son también sustituibles, poniendo el foco en las sinergias y en cómo se pueden optimizar las interrelaciones entre las cadenas y el valor total generado por el sistema. Dentro de este enfoque en "red" se resaltan las ineficiencias y se pueden identificar oportunidades para mejorar la productividad del conjunto, ya sea a

(22) El contenido de esta sección se basa en gran medida en el estudio realizado por Wierny, M, et. al. (2015).

nivel local, nacional o internacional. Al respecto, el potencial para reciclado y los enfoques de cascada durante la etapa de procesamiento juegan un papel determinante para la identificación y desarrollo de oportunidades de captura de valor a nivel local[23]. El uso de enfoques de cascada y las interrelaciones entre las cadenas son estratégicos para incrementar la eficiencia en el uso de los recursos naturales, generar opciones de innovación y nuevos negocios, y reducir el potencial conflicto existente entre usos alternativos.

FIGURA VI.1. Las redes de valor dentro de la bioeconomía



Fuente: Los autores en base a Viirchow, D.et.al (2014).

Esta dinámica vuelve aún más complejo el tema de la medición de cuál es la contribución actual y potencial de la bioeconomía al PBI de los países. La transversalidad, el tipo de enfoques tecnológicos que utiliza y la relativa novedad que tiene el tema de la bioeconomia en los círculos de discusión e implementación de políticas públicas a nivel internacional, hacen que no exista en la actualidad una metodología estándar que permita una medición precisa de cuál es su contribución al PBI y su comparación con lo que ocurre en otras economías.

Más complejo aún, todavía no hay acuerdo a nivel internacional acerca de cuáles productos y actividades se incluyen en la llamada bioeconomía. Esto queda evidente cuando se comparan los

(23) El uso en cascada de biomasa ocurre cuando la biomasa se utiliza en la producción de lo que se define como un bio-producto (aquel derivado / producido esencialmente con recursos / procesos biológicos), y este producto es utilizado por lo menos una vez más como insumo para la producción o para energía. Se dice cascada de un paso, cuando el producto es utilizado para la producción de energía; la cascada es de pasos múltiples cuando el producto inicial es utilizado por lo menos una vez como insumo de otro producto antes de ser destinado a usos energéticos. (nova-Institut GmbH, 2014, Discussion paper: Defining cascading use of biomass, https://biomassekaskaden.de/wp-content/uploads/2014/04/14-03-14_Cascading_use_Discussionpaper.pdf, traducción de los autores).

conceptos utilizados por la Casa Blanca en los EEUU y los propuestos por Alemania y otros países europeos (ver Recuadro 1). Puede apreciarse que existe un conjunto de definiciones alternativas de las actividades y productos que forman parte de la bioeconomía, en función de los intereses de los países y organismos que impulsan políticas públicas para incentivar su desarrollo.

Los clasificadores más utilizados de la actividad económica, el comercio exterior y de productos a nivel internacional (CIIU, NCE, CPC) no contemplan adecuadamente la complejidad que presenta la bioeconomía. Asimismo, el Sistema de Cuentas Nacionales de Naciones Unidas actualmente vigente (SCN08), que brinda recomendaciones para la medición de la producción y el bienestar entre otros fenómenos económicos, asegurando la comparabilidad internacional, no incorpora el fenómeno aquí tratado.

A pesar de lo señalado, es posible avanzar en una medición de la contribución de la bioeconomía al PBI argentino, a partir de una definición sobre los productos, insumos y actividades que se incluirán como integrantes de la bioeconomía. En el caso de Argentina se estimó la contribución de la bioeconomía al producto bruto a partir de las actividades que cumplen con los siguientes criterios:

a. Utiliza biomasa como insumo
b. Incorpora biotecnología como insumo
c. Todos los productos que utilizan a la biomasa y a la biotecnología como insumo

Es decir que la definición de bioeconomía adoptada abarca la producción de los recursos biológicos renovables y su conversión en alimentos, forrajes, productos de base biológica y la bioenergía. Incluye la agricultura, la actividad forestal, pesquera, la producción alimentaria y la producción de pulpa y papel, así como partes de la industria textil, química, y de las industrias energéticas y biotecnológicas (farmacéutica). En función de dichas definiciones y de una metodología de estimación elaborada específicamente para este propósito, Wierny, et. al. (2015) estimaron que en el año 2012 la bioeconomia argentina representaba el 15,4% del PBI. Su valor agregado ascendía a $ 330.000 millones (u$s 72.600 millones aproximadamente, calculados al tipo de cambio oficial[24]).

Dicha contribución al PBI representa una cifra mayor a lo que se ha estimado para la agricultura y el sector agroindustrial, dado que incorpora a otros sectores manufactureros. Es necesario aclarar que esta estimación no incluye el conjunto de maquinarias y equipamiento utilizado para la generación de bioproductos, ni los servicios y la logística que se generan alrededor de estos sectores de actividad económica.

Los datos estimados se sintetizan en el Cuadro VI.1. Puede apreciarse que el sector primario presenta la mayor participación en el total del valor agregado de la bioeconomía, con el 58% (8.9% del PBI); y el 42% restante corresponde a la industria manufacturera (6.5% del PBI). Asimismo, no todo el valor agregado industrial se genera en los sectores de manufacturas de origen agropecuario (MOA); estos sectores generan el 72% del total del valor agregado en la industria bio y las ramas de manufacturas de origen industrial (MOI) representan el 28% de la misma.

(24) El contenido de esta sección se basa en gran medida en el estudio realizado por Wierny, M, et. al. (2015).

Cuadro VI.1. Participación de los distintos sectores integrantes de la Bioeconomía en el PBI en el año 2012*

SECTOR	VALOR AGREGADO BIO			Participación BIO en PBI (%)
	(Millones de pesos)	(Millones de dólares)	Participación (%)	
Primario Bio	191.525	42.093	58%	8,9%
Industria manufacturera Bio	139.149	30.582	42%	6,5%
- MOA	100.300	22.044	30%	4,7%
- MOI	38.849	8.538	12%	1,8%
Total de los sectores Bio	330.673	72.675	100%	15,4%

Fuente: Wierny, M. et al (2015).
Nota: * valor agregado a precios de productor

En algunos ámbitos se supone que los biocombustibles son el total de la bioeconomía. Sin embargo, este trabajo demuestra que los biocombustibles en Argentina proporcionan sólo el 3% del total de la bioindustria (Cuadro VI.2.). Los biocombustibles provenientes de cereales y oleaginosas generan el 79.5% de ese subtotal, el bioetanol de caña de azúcar el 12% y el biogás el 8.5% restante.

Cuadro VI.2. Valor Agregado por los biocombustibles en el año 2012*

SECTOR	VALOR AGREGADO		PARTICIPACION (%)	
	(Millones de pesos)	(Millones de dólares)	Total Manufacturas Bio	Total Biocombustibles
Industria manufacturera Bio	139.149	30.582	100,0%	
Biocombustibles	4.052	891	2,9%	100,0%
- Biocombustibles de cereales y oleaginosas	3.219	708	2,3%	79,5%
- Bioetanol caña azúcar	488	107	0,4%	12,0%
- Biogás	345	76	0,2%	8,5%
Otros Productos Bioindustriales	135.097	29.692	97,1%	

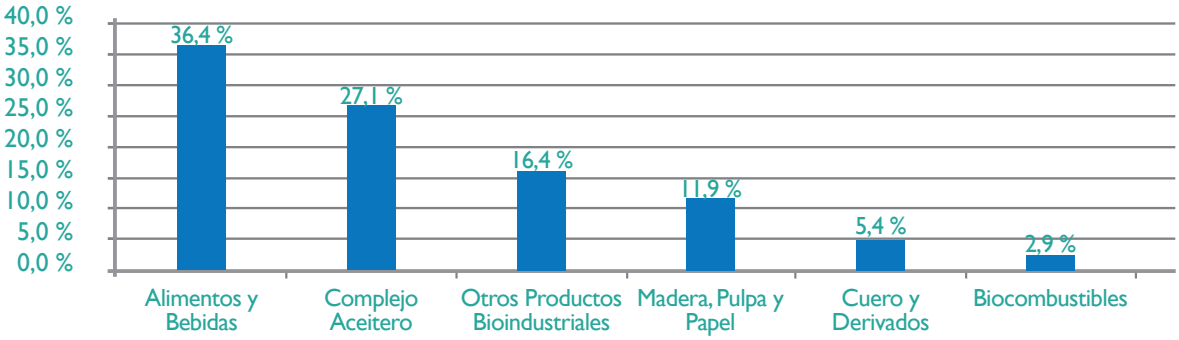
Fuente: Wierny, M. et al (2015).
Nota: * valor agregado a precios de productor

Un porcentaje considerable del total del valor agregado industrial bio (97%) se genera por fuera del sector de biocombustibles. Este conjunto de otros productos y actividades resulta sumamente heterogéneo; y dentro de ese conjunto 27 actividades industriales acumulan el 83.7% del valor agregado bio.

Agregando por principales bloques productivos, la principal actividad bioindustrial corresponde al

bloque de alimentos y bebidas: 36.4%; el 27,1% corresponde al complejo aceitero; el 16.4% a otros productos bioindustriales; el 11,9% al complejo de madera, pulpa y papel; el 5,4% al cuero y sus derivados; y el 3% los biocombustibles (Figura VI.2.)

FIGURA VI.2. Participación porcentual de los principales subsectores en el valor agregado de las actividades industriales bio en el año 2012.



Fuente: Wierny, M. et al (2015).
Nota: *Valor agregado a precios de productor.

VII. REFLEXIONES FINALES: TEMAS A TENER EN CUENTA PARA UNA ESTRATEGIA NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA BIOECONOMÍA ARGENTINA

La importancia del contexto para el desarrollo de la bioeconomía

Las oportunidades que ofrece la bioeconomía a Argentina son importantes y se incrementarán notablemente en las próximas décadas. Los factores que traccionarán dicho crecimiento están vinculados con la evolución prevista del mercado de alimentos y otros productos tradicionales, asociados al incremento poblacional y del ingreso y su impacto en el cambio de las dietas y preferencias alimentarias. Pero también la expansión será alentada por las nuevas demandas de bienes y servicios industriales, las cuales surgen con fuerza dado el interés por el cuidado de los recursos naturales y la necesaria mitigación de los efectos de la actividad económica sobre el cambio climático.

Si bien Argentina presenta ciertas debilidades asociadas a su nivel de desarrollo industrial, infraestructura y competitividad media, también cuenta con ventajas basadas en su amplia oferta de biomasa, tanto a nivel territorial como en la diversidad de orígenes de la misma. Sus fortalezas en el campo científico-tecnológico y en la institucionalidad privada en torno al sector agroindustrial son también factores de apalancamiento para potenciar las estrategias de desarrollo.

La visión de la Bioeconomía ofrece la posibilidad de hacer frente a las demandas de la sociedad a partir de formas más inteligentes de aprovechamiento de las fuentes de disponibles de energía renovable ("energías limpias" que implican beneficios ambientales). La transición hacia las nuevas formas de comportamiento, difícilmente ocurrirá sin un adecuado marco de políticas e incentivos que las promuevan. Las experiencias disponibles indican que la bioconomía no sólo demanda una nueva base de conocimientos, sino que también implica cambios más amplios en las formas de organización social y económica y en los comportamientos de los actores económicos individuales en diversos aspectos, tales

como la orientación de las inversiones y las decisiones de producción, las preferencias de los consumidores, etc. Es decir que es necesario contemplar todos los aspectos de las políticas y regulaciones que contribuyan a promover y orientar los nuevos procesos, así como a manejar los costos de transición involucrados en el pasaje de la antigua a la nueva economía, amigable con el ambiente y por lo tanto sustentable. Esto ha sido ampliamente reconocido a nivel global y está en la base de las estrategias formales que han diseñado al respecto los países de la OECD y de otras partes del mundo, que han decidido avanzar en este campo.

Una nueva estrategia de desarrollo económico y social basada en la bioeconomía requiere un plan de acción que coordine las actividades del sector público con una visión integral de las distintas dimensiones de las políticas públicas (macroeconómica, impositiva, comercial, agropecuaria, industrial, científico- tecnológica) y que aliente los esfuerzos del sector privado para consolidar un proceso de crecimiento sostenido del empleo y de la producción de una manera amigable con el medio ambiente, y que contribuya a una inserción competitiva de Argentina en la economía global.

Es necesario destacar que un proceso de transformación de la magnitud como el que plantea la bioeconomía requiere, ineludiblemente, de un contexto económico y un ambiente institucional que lo apalanquen y estimulen. En ese sentido la existencia de incentivos para la inversión de largo plazo, la estabilidad macroeconómica, la previsibilidad, la seguridad jurídica, el respeto a las leyes y la protección de la propiedad intelectual y las patentes, son inductores indispensables para el desarrollo de las actividades de investigación e inversiones de largo plazo que implican los desarrollos biotecnológicos.

Un factor relevante que ha limitado el desarrollo industrial en Argentina ha sido la falta de convergencia de las inversiones y el acceso al crédito, por la carencia de una macroeconomía sana y estable en el tiempo, que es una condición necesaria para tener tasas de inflación acordes con la media mundial. En ese sentido, una conducta fiscal prudente, sostenible y contra cíclica, así como también una activa coordinación de la misma con la administración monetaria y cambiaria, resultan prioritarias para permitir la existencia de esquemas impositivos que incentiven la producción sin descuidar los recursos necesarios para el Estado.

Fomentar las nuevas redes de valor que impulsen la producción de bienes con alto valor agregado implica promover mercados libres y transparentes, con reglas de juego claras y en competencia. A nivel global los mercados son cada vez más internacionalizados, tanto a nivel interindustrial como intraindustrial; por ello será indispensable repensar la estrategia de inserción internacional del país. Pensar el desarrollo de la bioeconomía en forma autárquica o con muy bajo nivel de relacionamiento global no parece posible. La agenda de acuerdos regionales y multilaterales es una plataforma indispensable para reducir los costos de transacción en las cadenas globales de valor y asegurar la demanda de los nuevos productos, así como la sostenibilidad a largo plazo de las transformaciones que se impulsen.

Algunos temas que será necesario abordar en el diseño de una estrategia para el desarrollo de la bioeconomía en Argentina

Mas allá de asegurar las cuestiones generales mencionadas previamente, hay un conjunto de temas específicos que es necesario abordar explícitamente. Estos tienen que ver, entre otros, con aspectos tales

como la aceptación y concientización de la sociedad sobre las ventajas y consecuencias de la nueva estrategia de desarrollo basada en la bioeconomía, la nueva base de conocimientos necesarios, los recursos humanos, la legislación y los marcos regulatorios, los mecanismos de financiamiento y la infraestructura requeridas para una efectiva transición hacia una nueva forma de organización de la economía.

Concientización sobre la importancia de la Bioeconomía. La toma de conciencia sobre los motivos por los cuales la bioeconomía es una alternativa deseable, y en particular por qué puede ser un enfoque estratégico para el futuro desarrollo económico y social del país, se considera un aspecto crítico. El análisis realizado en las secciones previas se ha basado en las tendencias y oportunidades globales; y ello es importante como contexto. Pero una estrategia de desarrollo nacional debe necesariamente reflejar las condiciones particulares del país. La bioeconomía implica cambios en los recursos que se utilizarán y en cómo se usarán; y esto tiene consecuencias en los precios relativos de los mismos, con eventuales impactos sociales y económicos significativos, tanto a nivel de las regiones como en la economía en su conjunto. Para avanzar en estos análisis es necesario responder a una serie de preguntas críticas; algunas de ellas son: ¿Cuáles son los recursos a utilizar y como serían afectados?; ¿Cuáles son los beneficios que se derivarán de los nuevos enfoques?; ¿Cuáles son las ventajas de los productos biobasados sobre otros de similares características pero producidos con los métodos tradicionales?; ¿Qué impactos puede tener en la distribución regional y sectorial del ingreso y en el empleo?; ¿Qué mecanismos son los mas efectivos para concientizar a la población respecto del rol que podría tener la bioeconomía en el desarrollo sostenible de Argentina?.

Ciencia, tecnología e innovación. El avance de la bioeconomía a nivel global ha sido a partir de la disponibilidad de una nueva base de conocimientos, que permite resolver en cada caso los valores de la ecuación de producir "más con menos" (lo mismo con menos, o más con lo mismo) implícita en el concepto de la bioeconomía. En este sentido, algunas preguntas a explorar incluyen las siguientes: ¿Dado el tipo de recursos disponibles y las capacidades existentes, cuales son las nuevas disciplinas y las prioridades específicas de investigación a promover?; ¿Cuáles son los instrumentos de políticas más efectivos para impulsar el tipo de actividades de I+D+i que se requieren, y particularmente para promover las redes y consorcios integrados por los distintos actores de las redes y cadenas de valor?; ¿Cuáles son los vínculos internacionales a fortalecer y los mecanismos más efectivos para integrarse a la red de conocimiento mundial en las disciplinas prioritarias desde la perspectiva de la bioeconomía argentina?; ¿Qué instrumentos e incentivos son necesarios para promover una mejor articulación del sector público con el sector privado?.

Recursos humanos. Una transición exitosa hacia la bioeconomía necesita no sólo de nuevas capacidades científico-tecnológicas; se requieren también recursos humanos de alto nivel técnico en las empresas a nivel de producción y gestión capaces de entender y manejar la dinámica intrínseca de los procesos biológicos y para interactuar con el sector de I+D. Las bioestrategias (bioprocesos y productos biobasados) son, por lo general, mucho más intensivas en conocimiento que los enfoques convencionales, y por lo general los conocimientos disponibles a todos los niveles sobre los aspectos biológicos son generalmente limitados; en ciertos casos están influenciados por cuestiones ideológicas y hasta religiosas, por lo que se trata de temas a considerar cuidadosamente. Algunas de las preguntas a responder en este sentido, son: ¿Cuáles son las prioridades en las capacidades a desarrollar en el ámbito privado y público?;

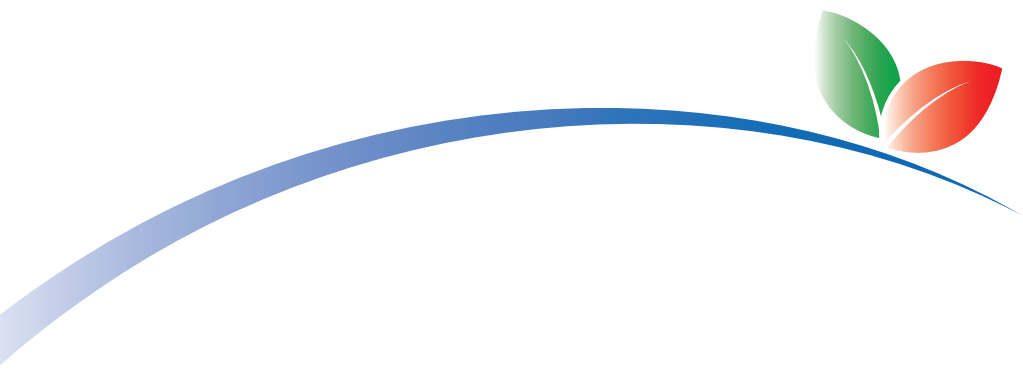
¿Cuál es la mejor estrategia para asegurar que los sistemas educativos y de capacitación laboral evolucionen en la dirección de la demanda de empleos asociados a la bioeconomía?; ¿Cómo se puede incentivar el establecimiento de centros de capacitación específicos, con foco en la innovación y creación de productos en el marco de la bioeconomía?; ¿Cómo incorporar las tecnologías modernas de ingeniería de procesos y de química verde a la enseñanza académica tradicional, para que sean incluidas decididamente desde las escuelas secundarias, hasta los colegios técnicos y las universidades?.

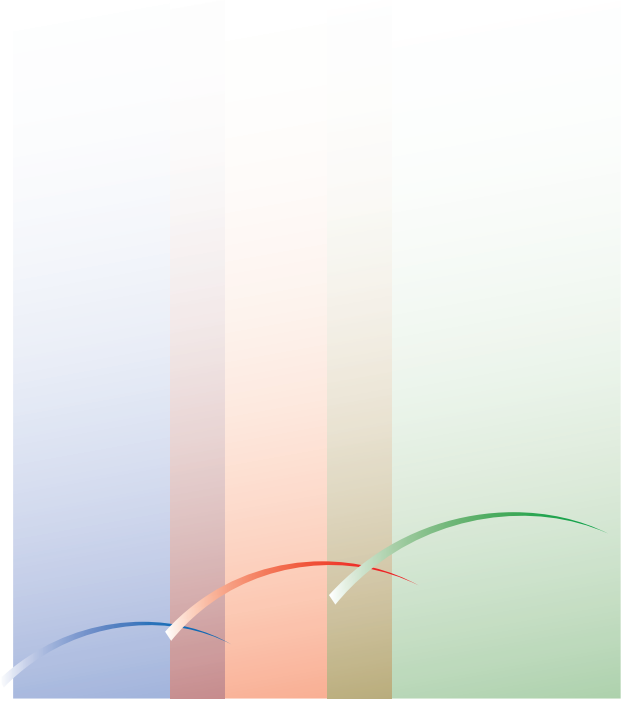
Legislación y regulaciones específicas. Como se ha discutido en las secciones iniciales de este documento, la bioeconomía implica cambios en las formas usuales en que se hacen las cosas. Cambios en el tipo de recursos que se utilizan y en la forma en que se los utiliza; cambios en los comportamientos, tecnologías, productos y mercados establecidos y que, en la actualidad, son tomados como el "patrón del mercado" y están incoporados en los marcos legales y regulatorios que los ordenan y promueven. Algunos aspectos de la bioeconomía podrán – y de hecho lo están haciendo – desarrollarse al amparo de estos marcos; pero, en la medida que los procesos se profundicen y, en muchos casos, para que ello sea posible, se requerirán marcos regulatorios específicos que reflejen las especificidades, el potencial, oportunidades y el tipo de conflictos emergentes de los nuevos enfoques y formas de organización de la economía. Por ello será necesario abordar un conjunto de interrogantes entre los cuales se pueden mencionar: ¿Cuáles son los temas legislativos y regulatorios a tratar de manera prioritaria?; ¿Cómo se puede promover que las regulaciones propias de estos nuevos mercados se desarrollen de manera armónica con la evolución sectorial?; ¿Cuales son los mecanismos de participación social más efectivos en este sentido?; ¿Cuáles pueden ser las estrategias de vinculación interministerial más efectivas, dadas las evidentes interrelaciones transversales existentes en las nuevas redes de valor?; ¿Cuales son los esquemas regulatorios e incentivos más efectivos para promover la demanda de los productos biobasados?.

Infraestructura y financiamiento. La migración de patrones productivos basados en los enfoques convencionales hacia nuevas formas de aprovechamiento de la biomasa, no solo demanda de ajustes en las tecnologías y procesos, sino también en el tipo de inversiones requeridas y en el despliegue territorial y, consecuentemente, logístico de los insumos y productos. En distintas partes del texto de este documento, se ha hecho referencia a que la biomasa "viaja mal", lo que constituye un factor que re-define el papel de las economías regionales en el futuro desarrollo económico y social; esa característica afecta además las dinámicas de creación de empleo y con ello las formas de asentamiento de la población en el territorio. Una estrategia para el desarrollo de la bioeconomía tiene, por consiguiente, que dar respuesta a preguntas tales como: ¿Qué tipo de infraestructura física requiere el desarrollo de la bioeconomía?; ¿Cuáles son los cambios a introducir en la logística local y regional para el movimiento de millones de toneladas de mercadería (materias primas y productos) y el desplazamiento diario de las personas vinculadas de manera directa e indirecta al sector?; ¿Cuales son los tipos y niveles de inversión requeridos?; ¿Cuál es el papel del sector público y del privado para la financiación de las inversiones requeridas en los distintos componentes y la asunción de sus riesgos?; ¿Cómo aprovechar mejor el potencial de los mercados de capitales – locales e internacionales – para superar las barreras de acceso al financiamiento y facilitar las condiciones de acceso al crédito de largo plazo para las actividades vinculadas a la bioeconomía?; ¿Que ajustes son necesarios en los mecanismos e instrumentos existentes para adecuarlos a las características particulares de estas actividades?.

Como puede apreciarse, la cantidad y diversidad de interrogantes es muy grande; y no se agotan en

el listado previo. Ello plantea la necesidad de definir una hoja de ruta, que permita abordar y construir de manera integral una nueva estrategia de desarrollo económico y social. Las oportunidades e implicancias que ella puede tener para el futuro de Argentina son de gran relevancia y pueden dar lugar a un cambio profundo en el sendero de progreso del país, en la organización de la sociedad y en su inserción internacional, basada en la economía del conocimiento aplicada al uso eficiente y sustentable de los recursos naturales, que constituyen uno de los activos de gran significación para pivotear en el desarrollo de largo plazo basado en la bioeconomía. Una economía del conocimiento que dará lugar a la generación de empleos de alta calidad.





BIBLIOGRAFÍA

BIO-ECONOMY COUNCIL (2010). Bio-economy Innovation, Bio-economy Council Report 2010, Bio-economy Research and Tech-nology Council (BOR), Berlin.

Bioeconomy Transformation Programme, Enriching The Nation, Securing The Future, 2012 (http://www.biotechcorp.com.my/bioeconomy/).

Bisang, Roberto, 2014. Las empresas de Biotecnología en Argentina. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, MINCYT, Buenos Aires, 2014.

European Comission (2013). Bio-economy and sustainability: a potential contribution to the Bio-economy Observatory. Joint Research Institute. Viorel Nita, Lorenzo Benini, Constantin Ciupagea, BoyanKavalov and Nathan Pelletier.

European Commission (2005). New perspectives on the knowledge based bio-economy: a conference report. Bruselas, Belgica: European Commission.

European Commission (2012). Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe (http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/bioeconomycommunicationstrategy_b5_brochure_web.pdf).

Ferrer, Aldo (2013). (https://www.youtube.com/watch?v=EvmiH4bXDd0).

Gerland, Patrick, Adrian E. Raftery, Hana Ševčíková, Nan Li, DananGu, Thomas Spoorenberg, Leontine Alkema, Bailey K. Fosdick, Jennifer Chunn, Nevena Lalic, Guiomar Bay, Thomas Buettner, Gerhard K. Heilig, John Wilmoth (2014). World population stabilization unlikely this century, Science Express, (http://www.sciencemag.org/content/early/recent / 18 September 2014 / Page 1 / 10.1126/science.1257469.

Golden, Jay S. y Robert B. Handfield (2014). WHY BIOBASED?. Opportunities in the Emerging Bioeconomy. U. S. Department of Agriculture, Office of Procurement and Property Management BioPreferred Program®, Washington, DC, 2014

Haggett, Peter (1998). Geografía. Una síntesis moderna. ED OMEGA.

Kircher, Manfred (2012). The transition to a bio-economy: national perspectives Biofuels, Bioprod. Bioref. 6:240–245 (2012).

Ministry of the Environment (2014). The Finish Bioeconomy Strategy (http://www.tem.fi/files/40366/The_Finnish_Bioeconomy_Strategy.pdf).

National Research Council, The National Academies Press 2014. Convergence: Facilitating Transdisciplinary Integration of Life Sciences, Physical Sciences, Engineering, and Beyond.
http://www.nap.edu/catalog/18722/convergence-facilitating- transdisciplinary-integration-of-life-sciences-physical-sciences-engineering.

National Bioeconomy Blueprint (2012). The White House, Washington DC, https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf.

OECD (2010). The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda. OECD International Futures Project. OECD, Paris, France.

Rodríguez, Sergio, et. al., 2014. Encuesta Nacional de Grupos de Investigación en Biotecnológica Documento de Trabajo N°1 – Resultados generales, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, MINCYT, Buenos Aires, 2014.

Smáradóttir, Sigrún Elsa. 2014. Future Opportunities for Bioeconomy in the West Nordic Countries, (http://www.matis.is/media/matis/utgafa/Bioeconomy-in-the-West-Nordic-countries-37-14.pdf).

Swedish Research and Innovation (2012). Strategy for a Bio-based Economy (http://www.formas.se/PageFiles/5074/Strategy_Biobased_Ekonomy_hela.pdf).

The Canadian Blueprint: Beyond Moose & Mountains.

Trigo, E.; M. Regúnaga; M. Aquaroni; F. Giménez y J. Peña Farinaccia (2012). Biorrefinerías en la República Argentina: análisis del mercado potencial para las principales cadenas de valor. MINCyT, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, R. Argentina, 2012.

Trigo, Eduardo J. y Eugenio Cap (2011). "Fifteen years of GMO crops in Argentinean Agriculture", ArgenBio, Buenos Aires, Argentina.

(http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/15_YEARS_OF_GM_CROPS_IN_ARGENTINE_AGRICULTURE.pdf).

Trigo, Eduardo y Henry, G. "Una bioeconomía para América Latina y el Caribe: oportunidades y retos desde una perspectiva de políticas" (también disponible en ingles). http://www.bioeconomy-alcue.org/doc/Bioeconomy%20Policy%20brief.pdf, 2011.

USDA (2008). U.S. Biobased Products: Market Potential and Projections through 2025, www.usda.gov/oce/reports/energy/BiobasedReport 2008.pdf, accessed 22 January 2009.

USDA (2011). Biobased Economy Indicators. A report to the U.S. Congress. www.usda.gov/oce/reports/energy/index.htm.

Virchow Detlef, Tina Beuchelt, Manfred Denich, Tim K. Loos, Marlene Hoppe y Arnim Kuhn (2014). The value web approach – so that the South can also benefit from the bioeconomy (http://www.rural21.com/english/current-issue/detail/article/the-value-web-approach-so-that-the-south-can-also-benefit-from-the-bioeconomy-00001222/).

von Braun, Joachim (2013). Bioeconomy – science and technology policy for agricultural

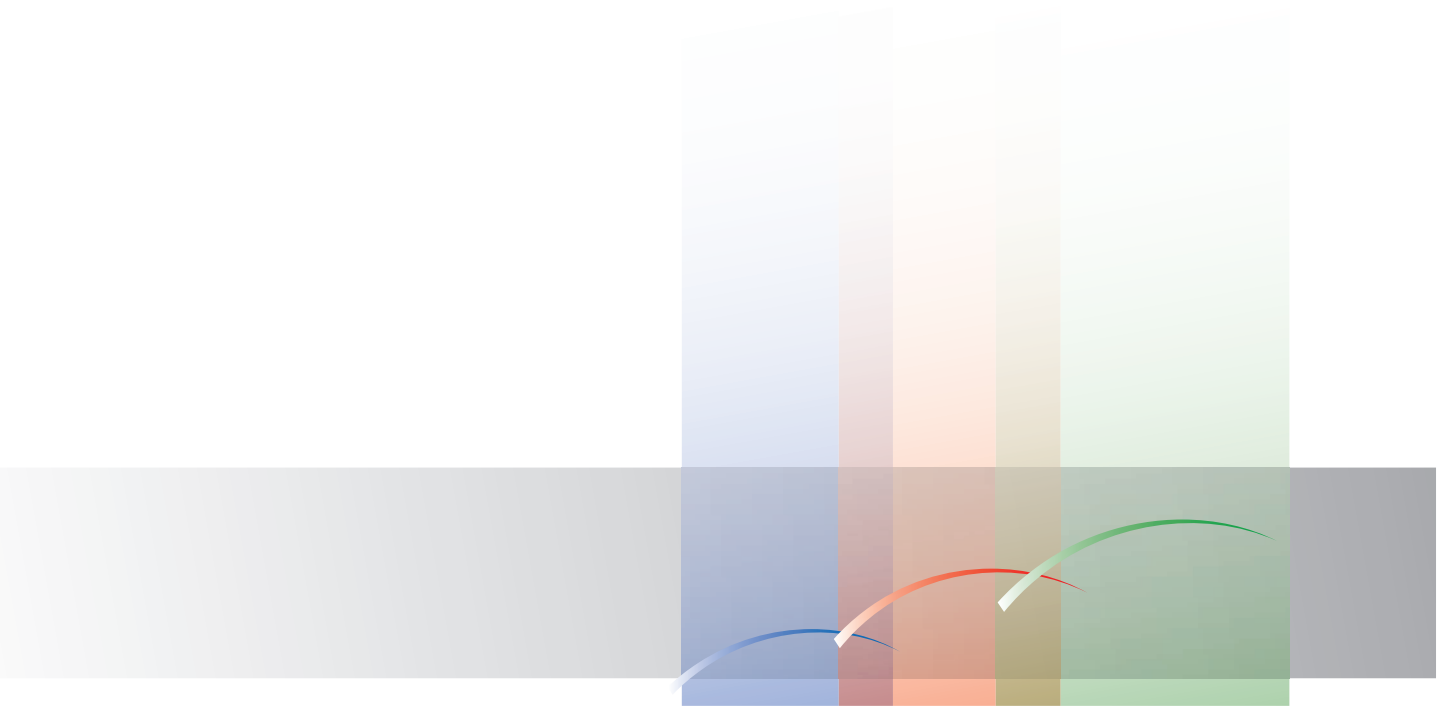
development and food security, Paper presented at Festschrift seminar in honor of Per Pinstrup-Andersen on "New directions in the fight against hunger and malnutrition". Cornell University, Dec. 13th, 2013.

Werny Marisa, Ariel Coremberg, Ramiro Costa, Eduardo Trigo y Marcelo Regúnaga (2015), Medición de la Bioeconomía: Cuantificación del caso argentino, Bolsa de Cereales de Buenos Aires, Buenos Aires, 2015.



Reconocimiento

El trabajo de investigación en que se apoya esta publicación fue financiada por el Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea, a través del proyecto ALCUE NET.
(Subvención Nº311953)



Av. Corrientes 123 (C1043AAB) Bs. As., Argentina - Tel.(54)(11) 4515-8200 - 4515-8300