

2

EL DESAFÍO DE EVITAR LA PRIMARIZACIÓN

**ANDRÉS LÓPEZ
MARCEL VAILLANT
FLAVIA ROVIRA
JUAN CRESTA**

2.1. INNOVACIÓN EN RECURSOS NATURALES: ¿CUÁLES SON LAS OPORTUNIDADES PARA AMÉRICA LATINA?¹

Andrés López

(CENIT/Red Mercosur-UBA, Argentina)

Los debates sobre el rol de los recursos naturales (RRNN) en el desarrollo latinoamericano son de larga data. Dado el objetivo de este trabajo, no vamos aquí a explorarlos nuevamente, pero sí queremos mencionar que estos han ido evolucionando a lo largo del tiempo (influenciados por el progreso de las ideas, pero quizás tanto o más por los cambios en la realidad) y que en esa evolución también se ha ido transformando la visión acerca de las relaciones entre innovación y dotación de RRNN en nuestra región.

En efecto, en la posguerra, desarrollo equivalía a industrialización, y esto implicaba escaparse de la especialización en actividades basadas en RRNN. Se suponía que estas tenían una dinámica tecnológica menos potente y generaban menores derrames de conocimiento que la manufactura. Más aún, no era inusual escuchar el argumento de que en los países con elevados niveles de riqueza “natural” predominaban conductas empresarias reacias a la innovación (o como mínimo poco preparadas para la innovación), en tanto la fuente principal de ganancia (o más bien renta) era la generosidad de la naturaleza y no la inventiva humana^{2,3}.

-
- 1 El autor agradece la eficaz asistencia de Klara Röhrh en las tareas de recopilación bibliográfica y estadística y los valiosos comentarios de Valeria Arza, Roberto Bisang, Ricardo Carciofi y Daniela Ramos. Como es usual, los errores contenidos en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.
 - 2 La aversión hacia los terratenientes es propia ya de los grandes economistas ingleses del pasado (como Smith y Ricardo); más adelante, la idea de que los países ricos en RRNN generan empresarios “rentistas” fue particularmente popular en países como la Argentina (ver Di Tella, 1985; Sábato, 1981; Nochteff, 1994).
 - 3 De hecho, mucho más cerca en el tiempo, Lederman y Maloney (2003) encuentran que los países con abundantes RRNN invierten menos en I+D, aunque los resultados se atribuyen principalmente a la *performance* de América Latina y de algunos países asiáticos como

Hoy el panorama es (o parece ser) en muchos sentidos distinto. Este cambio, como mencionamos antes, es en parte resultante de la renovación del pensamiento y los paradigmas en materia de desarrollo económico e innovación. Pero también deriva del hecho de que al presente se atraviesa una etapa de precios históricamente altos para los bienes primarios (mientras que en el pasado predominaba la idea, y en distintos períodos también la realidad, del deterioro de los términos de intercambio en contra de dichos bienes). Asimismo, en décadas recientes han emergido innovaciones de gran alcance en los complejos productivos asociados a los RRNN (notoriamente, las derivadas de la biotecnología aplicada al agro y la creación de organismos genéticamente modificados, pero también en minería y petróleo⁴, más desarrollos incipientes de alto impacto como la producción de vacunas u otros bienes en base a plantas por ejemplo). Adicionalmente, se ha observado una masiva incorporación de nuevas tecnologías informáticas y de comunicación en las cadenas basadas en RRNN que han dado surgimiento a nuevas formas de producción (como la agricultura de precisión). Todo esto se refleja en datos “duros”, tales como el hecho de que la tasa de crecimiento de la productividad total de factores en la agricultura ha aumentado significativamente en las últimas décadas, haciendo más relevante su rol a la hora de explicar el aumento de la producción (40% en promedio para 1961-2009, contra 75% entre 2001 y 2009, ver Fuglie y Ling Wang, 2012).

En este nuevo escenario, si bien hay autores que siguen sosteniendo –con argumentos asociados a diferencias en las tasas de innovación, la existencia de rendimientos crecientes, la posibilidad de generar derrames tecnológicos y encadenamientos, entre otros– la idea de que es necesario diversificar las economías de la región más allá de su base de RRNN (ver por ejemplo Cimoli *et al.*, 2010), aun ellos aceptan que es imprescindible escalar en las cadenas de valor asociadas a dichos recursos, agregando calidad, diferenciación, tecnología, procesamiento. En otras palabras, hay consenso en que existen oportunidades para aprovechar mejor nuestro stock de RRNN (ver Albrieu *et al.*, 2012; Sinnott *et al.*, 2010; Maloney, 2002; Lederman y Maloney, 2007). Y aquí surgen usualmente los ejemplos de otros países ricos en RRNN que lograron ascender a la categoría de desarrollados

Indonesia y Tailandia -aunque en este argumento los comportamientos “rentísticos” en nuestra región son resultado de la sustitución de importaciones más que de la generosidad de la naturaleza (Maloney, 2002).

4 Como los recientes avances en formas no convencionales de extracción de petróleo y gas (como *shale gas*).

(Australia, Canadá, las naciones escandinavas) y la pregunta de por qué nuestra región no logró seguir ese mismo camino.

Así, es casi un lugar común escuchar hoy que hay un amplio espacio para innovar en las cadenas de valor vinculadas a RRNN y que las firmas y los países de América Latina deberían aprovechar esas oportunidades a través de una combinación de mayores esfuerzos en I+D y otras actividades tecnológicas, la mejora en el capital humano y la creación de un ambiente institucional y regulatorio más favorable al cambio tecnológico.

En este punto, en la literatura sobre el tema muchas veces se mezclan dos nociones, ya que se habla tanto de incorporar tecnología moderna a las distintas etapas de las cadenas de valor basadas en RRNN como de generar más innovación local en esas cadenas, y avanzar hacia la realización de tareas más intensivas en conocimiento. Mientras que lo primero en buena medida ya ha venido ocurriendo en algunas de las actividades exportadoras más importantes para la región, lo segundo, en cambio, es un proceso bastante más incipiente.

Ludena (2012), por ejemplo, estima que la Productividad Total de Factores (PTF) en el sector agropecuario de América Latina creció 1,9% entre 1961 y 2007, contra 1,7% de promedio mundial, siendo la región (dentro del mundo en desarrollo) con mayor crecimiento de ese indicador en dicho período. Estas mejoras ocurrieron fundamentalmente en las últimas dos décadas, y le permitieron a la región, en especial a los países de América del Sur, comenzar a converger hacia los niveles de productividad de los EEUU⁵. En tanto, Fuglie (2012) también muestra fuertes crecimientos de la PTF en las dos últimas décadas, con destaque particularmente para el caso de Brasil (4% anual en los 2000, más del doble del promedio mundial). Naturalmente, las mejoras en la productividad son resultado principalmente de procesos de adopción y difusión de distintos tipos de tecnologías tangibles e intangibles.

Los ejemplos de adopción de innovaciones a gran escala van desde la rápida incorporación de nuevos paquetes tecnológicos agrícolas –incluyendo la extendida difusión de semillas transgénicas, en especial en el caso de la soja, en el agro argentino (ver Bisang, *et al.*, 2008⁶)– a la transforma-

5 Por ejemplo, hoy los rendimientos de trigo o soja en Argentina son básicamente similares a los de EEUU.

6 La difusión de soja genéticamente modificada en ese país se dio a un ritmo mayor al observado en los EEUU.

ción ocurrida en el agro brasileño, notoriamente en la región del “Cerrado”, la sabana tropical de aquel país. Allí se observaron grandes aumentos de productividad agrícola y ganadera merced a la introducción y difusión de diversas innovaciones adaptadas a las especiales condiciones de dicha zona (Rada, 2013). En tanto, en el caso de la minería, también se han materializado importantes aumentos de la productividad en países como Chile y Perú, y ellos se atribuyen en gran medida a la aplicación de nuevas tecnologías, tanto “duras” como “blandas”, en las últimas dos décadas (Jara *et al.*, 2010). En petróleo, en tanto, podemos mencionar los éxitos de Petrobras en la exploración *offshore* en el área del Presal, que han contribuido a elevar sustancialmente las reservas de aquel país.

En cambio, la situación parece menos promisoría si nos interesamos en cuánto de esas tecnologías e innovaciones son generadas localmente. Por cierto, la respuesta dista de ser “cero”; la citada Petrobras es la segunda petrolera del mundo (detrás de Petrochina) en términos de gastos totales en I+D, superando además a todos los grandes jugadores del negocio (Shell, Exxon, Chevron, Total, BP) en intensidad del gasto en I+D (relativo a ventas) –datos de la OECD para 2011–. En tanto, también en Brasil, Embrapa, el instituto público de investigaciones agropecuarias, es un centro de referencia mundial en agricultura tropical y ha logrado desarrollar semillas transgénicas de alto impacto potencial, así como variedades de cultivos (como la soja) exitosamente adaptadas a las condiciones de áreas naturalmente poco propicias, como el mencionado “Cerrado”. Otro ejemplo notable es el del etanol, mercado en el cual Brasil logró liderazgo mundial gracias a un ambicioso programa de inversiones e investigación. En Argentina también se observan algunos casos interesantes, por ejemplo el desarrollo, realizado por una empresa privada local, de una plataforma tecnológica patentada para la generación de bovinos genéticamente modificados por técnicas de clonación (ya aplicada a la producción de hormona de crecimiento humano recombinante). A esto se suman otros ejemplos igualmente ilustrativos de la existencia de importantes capacidades innovativas domésticas en diversos mercados (ver, por ejemplo, los casos presentados en Marín *et al.*, 2009, o el análisis de las competencias disponibles en biotecnología de Bisang *et al.*, 2009 y Trigo *et al.*, 2010). La cuestión es que esos éxitos y capacidades domésticas aparentemente son aún dispersas e insuficientes de cara a las oportunidades disponibles potencialmente.

Y por cierto no estamos desconociendo la nutrida actividad innovativa incremental y adaptativa que existe en nuestra región en estas y en todas las cadenas productivas de bienes y servicios (de la cual es un excelente ejem-

plo el continuo lanzamiento de nuevas variedades de semillas en búsqueda de mejores rendimientos, área en la que Argentina y Brasil se han venido destacando en años recientes). Bien sabemos además que esa actividad no se capta por indicadores tradicionales (I+D, patentes), y que sin embargo es extremadamente importante para mantenerse en los mercados respectivos, ganar productividad, lograr diferenciar productos, reducir costos. Pero aquí nos interesamos en otra cuestión, que es la de por qué los países de nuestra región no logran dar el “salto” hacia otra liga, la de aquellos que producen tecnologías que son nuevas para el mundo.

¿Por qué es importante esto? Aquí es útil remitirnos a la distinción de Romer (1993) entre “usar” ideas y “producir” ideas. Si usar ideas ya existentes es crucial en etapas tempranas e intermedias del desarrollo, en algún momento de ese proceso las economías deben comenzar a “producir” ideas (los casos de Corea del Sur o Taiwán ilustran bien esta secuencia). Howitt y Mayer-Foulkes (2002) elaboran un razonamiento similar, distinguiendo tres “clubs” de convergencia, uno integrado por los países (hoy desarrollados) que han logrado incorporar extensivamente la actividad de I+D (para lo cual se requiere de ciertos activos y condiciones mínimas, en particular en materia de capital humano), otros que disponen de capacidades de implementación de tecnologías externas (son los países de ingreso medio), y otros que ni siquiera tienen esa capacidad de implementación (y están en trampas de pobreza). En otras palabras, partimos de la base de que la producción de innovaciones es una actividad social y económicamente valiosa (como surge de diversas estimaciones de sus tasas de retorno privadas y públicas) y que, como lo muestran varios trabajos, sus retornos son mayores en los países en desarrollo (PED) –ver Lederman y Maloney (2003)–.

Adicionalmente, realizar I+D no es, como bien surge de la literatura sobre el tema, importante únicamente desde el punto de vista de la posibilidad de generar innovaciones, sino también como factor relevante para la apropiada elección y uso de tecnologías ya disponibles (Dahlman y Nelson, 1993). Yendo a los sectores de nuestro interés, Fuglie y Ling Wang (2012), por ejemplo, señalan que el factor más destacable a la hora de explicar las diferencias entre los países que han logrado aumentos sostenidos en la productividad agropecuaria de los que no han conseguido tal meta es su capacidad de hacer I+D, no sólo por la posibilidad de desarrollar tecnologías aptas para los sistemas locales, sino también porque ello facilita la captura de derrames tecnológicos internacionales (ver también Stads y Beintema, 2009).

Ahora bien, la idea de que América Latina en su conjunto tiene una dinámica innovativa relativamente pobre, en comparación no sólo con los países

desarrollados, sino también con otras regiones emergentes, en particular con el Este de Asia, no aplica sólo a las actividades basadas en RRNN, sino que es general para todo el aparato productivo, y por cierto ha sido bien estudiada desde tiempo atrás por un gran número de autores. Aunque no hay consenso sobre las causas de ese retraso, hay un número de hipótesis (más o menos plausibles o relevantes) que han sido puestas a consideración en la literatura sobre el tema, incluyendo problemas de inestabilidad institucional y macroeconómica, prevalencia de fuertes fallas de mercado (en particular en materia financiera), débiles condiciones de apropiabilidad (incluyendo temas de propiedad intelectual, pero fundamentalmente asociadas a problemas más generales del marco institucional), falta de vínculos entre los agentes del sistema nacional de innovación, carencia de empresarios “schumpeterianos”, ausencia de políticas de ciencia y tecnología de largo plazo, debilidad de la infraestructura de apoyo tecnológico, deficiencias en la cantidad, calidad y perfil del capital humano, estructuras productivas con poca presencia de ramas *high tech* (i.e. una “mala” especialización), entre otras.

En el pasado, como decíamos antes, se suponía usualmente que este último factor era el crucial. Y aun estudios recientes muestran que sigue pesando; por ejemplo, Maloney y Rodríguez Clare (2007) encuentran, para el caso de Chile, que parte de la distancia del gasto en I+D de dicho país con las naciones de la OECD se explica por su estructura productiva (el resto se explica por otros factores, incluidos algunos de los mencionados anteriormente).

Pero sin descuidar la importancia de la especialización, hoy podríamos pensar que, de la mano del cambio de percepción respecto del rol de la innovación en las cadenas de RRNN, la región está en mejores condiciones de comenzar a ser más activa en el campo de la producción de ideas a partir de aquellas actividades en las que goza de ventajas comparativas y donde hoy los precios internacionales le están dando una oportunidad para obtener significativas rentas. No hablamos únicamente de innovar en las etapas primarias de las distintas cadenas, sino también en todas aquellas actividades vinculadas hacia atrás y hacia delante, tanto industriales como de servicios (ver Marín *et al*, 2009, para un buen argumento a favor de esta alternativa).

De aquí surgen algunas preguntas, a saber: ¿cuál es el nivel de “intensidad innovativa” en las cadenas basadas en RRNN?; ¿si la misma ha crecido, en qué áreas se han dado los cambios más relevantes?; ¿quiénes son los actores que lideran los procesos de innovación en esas áreas?; ¿qué rol juegan los países de la región en la nueva dinámica tecnológica de los RRNN?; ¿cuáles son los campos donde hay mayores oportunidades para avanzar?; ¿qué condiciones se requieren para aprovecharlas?

Obviamente, se trata de preguntas muy relevantes, amplias y complejas de abordar, y la evidencia disponible no alcanza, por cierto, a dar respuestas definidas a ninguna de ellas. Por otro lado, aquí agrupamos RRNN de muy diverso tipo (por empezar, agrupando a renovables y no renovables), y si bien intentaremos en la medida de lo posible hacer algunas distinciones a lo largo del trabajo, de más está decir que se requieren investigaciones por cadena a fin de comprender las particularidades de la dinámica de la innovación en cada una de ellas. Lo que aquí nos proponemos es explorar algunos datos e informaciones que pueden ayudar a construir una mirada preliminar, fragmentaria y general sobre los temas planteados (que de hecho han sido relativamente poco tratados en la literatura sobre innovación), a modo de provocación para avanzar en estudios más profundos, sistemáticos y específicos.

El trabajo se organiza como sigue. En la primera sección se discute acerca de la “intensidad innovativa” de las actividades de interés para nuestro artículo. En la sección siguiente, se hace un mapeo básico de los principales actores que operan en los sistemas de innovación asociados a RRNN. Luego se presentan algunos datos acerca del rol de América Latina en dichos sistemas y se discuten brevemente algunos casos contrastantes de nuestra región en cuanto a la capacidad para generar innovaciones a partir de la base de RRNN. La sección final concluye y sugiere algunas líneas de política.

2.1.1. LA “INTENSIDAD INNOVATIVA” EN LAS CADENAS BASADAS EN RRNN

Una aclaración metodológica al comienzo. Como ya mencionamos, vamos a explorar las cadenas de RRNN en toda su longitud, incluyendo encadenamientos hacia atrás, laterales y hacia delante. Sin embargo, las distintas fuentes de información con las que trabajaremos no necesariamente cubren los mismos universos, lo cual implica que podremos ser más o menos abarcativos en el análisis de acuerdo a la información disponible. En cada caso aclararemos entonces el alcance de la evidencia en cuanto a sectores/etapas de las cadenas cubiertos. Por otro lado, si bien nos interesan aquí todos los complejos de RRNN (agricultura, ganadería, pesca, minería, petróleo, madera, entre otros), el análisis se centrará en los de mayor relevancia (agricultura, minería y petróleo), tanto justamente por su peso en la economía, como por el hecho de ser aquellos para los cuales hay mayor cantidad de información y estudios previos.

Dicho esto, aclaremos también que, como es bien sabido, es muy difícil comparar la magnitud y alcance de las actividades y resultados innovati-

vos en distintas industrias, ya que más en general la idea de “medir” la innovación tiene problemas y límites bastante difíciles de franquear. En este trabajo intentaremos aproximarnos a algo que podemos llamar “intensidad innovativa”, a nivel de sectores y países, empleando los indicadores más usualmente utilizados en la literatura sobre cambio tecnológico: I+D y patentes. Ambos, sin embargo, no están exentos de problemas, y por lo tanto es conveniente mencionarlos de entrada.

Resumiendo muy sintéticamente debates bastante extensos, digamos que la medición vía gastos o personal en I+D mira esfuerzos o insumos asumiendo implícitamente que hay una relación entre aquellos y los resultados innovativos, lo cual no siempre es cierto. Asimismo, ese indicador ignora otro tipo de actividades innovativas de carácter más informal que pueden ser muy relevantes en varios sectores (y que son particularmente importantes en los PED), y por el modo en que se colectan las estadísticas no considera a actores que pueden estar desarrollando innovaciones de alto impacto pero que no integran las bases de datos usadas en las encuestas a partir de las cuales se extraen esas estadísticas.

En tanto, si vamos por el lado de los resultados, el indicador más usual es el de patentes⁷ (y será el que usaremos con más intensidad aquí), pero en este caso enfrentamos otro tipo de problemas, incluyendo el hecho de que contar patentes asume que todas tienen la misma relevancia e impacto. Asimismo, hay solicitudes de patentes que no tienen como fin proteger una innovación sino bloquear desarrollos innovativos de terceros, prevenir o generar litigios, etc., y patentes que protegen innovaciones que jamás tienen aplicación económica (ver Cohen *et al*, 2000, para más detalles de esta discusión).

A su vez, las patentes son relevantes como reflejo de las innovaciones en muchos sectores, pero no en todos; el caso de la agricultura viene a cuento en este sentido, ya que existe un sistema de protección de nuevas variedades basado en los acuerdos alcanzados en la UPOV (Unión Internacional para la Protección de Nuevas Variedades de Plantas), que complementa a la protección mediante patentes y es extensamente empleado a nivel mundial⁸. Finalmente, hay muchas innovaciones significativas que no se paten-

7 Las encuestas de innovación realizadas a nivel nacional usualmente preguntan si las firmas han obtenido resultados innovativos, e incluso diferencian el alcance de los mismos, pero dada la naturaleza subjetiva de las respuestas no es fácil hacer comparaciones intersectoriales o internacionales.

8 Si bien este tipo de protección es muy importante (ver Campi y Nuvolari, 2013), hay evidencia de que en años recientes, al menos en EEUU, las patentes se han convertido en un mecanismo

tan sino que son protegidas por otros medios (secreto, por ejemplo) o no son protegidas por vías legales sino por mecanismos “de mercado” (como ser el *firstcomer*). Todo esto invita a considerar con cautela los resultados obtenidos en base a las variables arriba mencionadas, y sugiere que esos análisis requieren ser complementados con diversas fuentes de información y enfoques, incluidos el uso de otros mecanismos de protección, datos sobre esfuerzos innovativos más allá de la I+D, entre otros.

En suma, las cifras que vamos a presentar no pueden ser tomadas sin más como “prueba” o base para generar afirmaciones muy fuertes sobre los fenómenos bajo análisis. De todos modos, a) son las únicas disponibles a fines de comparación internacional, intersectorial e intertemporal; b) dan un primer panorama básico respecto de las cuestiones que queremos discutir aquí; c) reflejan razonablemente bien muchas intuiciones emergentes de análisis basados en estudios de caso, evidencia cualitativa, etc. Hechas estas aclaraciones, vamos ahora sí a la sustancia de nuestro tema.

Si adoptamos una mirada de muy largo plazo, es obvio que nuestra sociedad actual hubiera sido imposible sin el concurso de innovaciones tecnológicas radicales asociadas al uso y manejo de los RRNN. El propio surgimiento de la civilización dependió de largos e inciertos procesos de domesticación y mejoramiento de animales y plantas tales que permitieron la generación de excedentes capaces de sentar las bases para el desarrollo de la división del trabajo, la especialización, la escritura y la centralización política (Diamond, 2006). El carbón y el petróleo fueron las bases energéticas de las sucesivas fases del desarrollo industrial moderno, y por cierto su exploración, extracción y procesamiento requirieron sustanciales avances tecnológicos. Por otro lado, en el siglo XIX la explosión de la minería gatilló la emergencia de las primeras instituciones científico-tecnológicas en países como Estados Unidos⁹ o Australia (Fogarty, 1977). Más aún, y a contrapelo de ciertos “saberes comunes” que circulan en algunos circuitos de pensamiento en nuestra región, incluso el aprovechamiento de riquezas naturales que están arriba del suelo también exigió el desarrollo de actividades de innovación significativas ya en el siglo XIX, por ejemplo, en el caso de la fértil Pampa Húmeda argentina (ver Sesto, 2000, 2005). Más

de apropiabilidad más relevante que el tradicional de variedades vegetales en cultivos como maíz y soja, por ejemplo (Moschini, 2010).

9 “The US Geological Survey was the most ambitious and successful government science project of the nineteenth century” (Nelson y Wright, 1992, p. 1938).

recientemente, la llamada “revolución verde” permitió un extraordinario aumento de la producción agrícola global entre los años ’60 y ’70 gracias a la generación y difusión de un conjunto de innovaciones tecnológicas vinculadas a nuevas variedades de semillas (incluyendo los híbridos), agroquímicos, técnicas de riego, prácticas agronómicas, entre otras.

Con todo esto queremos decir que sólo el desconocimiento de la historia puede hacer suponer que la explotación de RRNN es un maná del cielo que no requiere la aplicación de tecnología o el desarrollo de innovaciones. Lo nuevo, en todo caso, es la emergencia de fenómenos que ahora hacen más visible esa realidad (notoriamente, como mencionamos antes, el desarrollo de la biotecnología moderna). Más aún, el propio concepto de RRNN supone que hay una tecnología apropiada para explotar algo existente en la naturaleza y convertirlo en algo que tiene un valor económico en el mercado.

Ahora bien, ¿la “intensidad innovativa” en estas industrias tiene la misma magnitud que en otras cadenas? ¿La relevancia relativa del complejo de actividades basadas en RRNN en el mapa de la innovación global se ha elevado de manera significativa respecto de décadas previas? Si han surgido nuevas oportunidades, ¿dónde se ubican? En los párrafos siguientes vamos a presentar alguna evidencia básica y preliminar a fin de dibujar un primer panorama general sobre estas preguntas.

En primer lugar usaremos información proveniente de las encuestas de innovación realizadas por la National Science Foundation de los EEUU (*Business R&D and Innovation Survey*). Comencemos con el dato del gasto relativo en I+D de las distintas industrias en dicho país¹⁰. En el año 2009 (en algunos casos el dato es de 2008), la minería gastaba el 0,4% de sus ventas en I+D, y la industria alimenticia y las de metales primarios (acero, aluminio) una cifra similar (lo mismo ocurría con petróleo y carbón con datos a 2004). El nivel de gasto era algo mayor en madera (0,7%), papel (1,3%), agroquímicos (2,9%) y maquinaria agrícola (3,3%) (no hay cifras para el sector agropecuario). Esto contra un promedio de 3,8% para toda la economía, 4,5% para la industria manufacturera y 10% para servicios técnicos, científicos y profesionales. Los sectores con mayor nivel de gasto son maquinaria para

10 Como ya mencionamos, hay actividades innovativas de alta relevancia económica que no son captadas por las estadísticas de I+D. Sin embargo, no vemos razón a priori para sospechar que concentrarnos en esta última variable implica algún sesgo a la subrepresentación de la dinámica tecnológica en las cadenas de nuestro interés, más allá de alguna excepción (por ejemplo, algunas actividades de experimentación en agro probablemente queden afuera de las estadísticas de I+D y son muy relevantes para el sector).

la producción de semiconductores (29,6%), semiconductores y otros componentes electrónicos (20,9%), servicios de I+D (18,1%), equipos de telecomunicación (15%), comercio electrónico (13,4%), farmacéutica (13,2%) y software (10%) (ver cuadro 1).

Tal como lo aclara la institución que produce estos datos, la información disponible no permite hacer comparaciones de largo plazo rigurosas por cambios en el universo de firmas que responden las encuestas, en la clasificación sectorial y en el nivel de desagregación de los datos reportados, entre otros factores. Con esta reserva en mente, digamos que, como mínimo, en base a las cifras del cuadro 1, no vemos ninguna tendencia al aumento de la intensidad en el gasto en I+D en las industrias de nuestro interés, ni tampoco un cambio significativo en la distancia frente al promedio de la industria o *vis a vis* los sectores destacados por la magnitud de sus esfuerzos innovativos en la economía estadounidense¹¹.

Ahora bien, hay que considerar la influencia de los ciclos de precios internacionales de los *commodities* sobre los niveles de ventas de las empresas en las cadenas de nuestro interés. Podríamos pensar que la baja intensidad del gasto en I+D en estas industrias está en parte determinada, en el período reciente, por el ciclo alcista de precios de los RRNN. Si bien no podemos descartar esta hipótesis, lo que vemos en sectores como alimentos, madera, papel o metales es una estabilidad bastante fuerte en la intensidad relativa del gasto en I+D (durante 40 años marcados por distintos ciclos de precios). La caída observada en minería entre 2000 y 2009 sí podría responder a este fenómeno. Sin embargo, en petróleo vemos una caída similar entre 1990 y 2000, que requeriría en todo caso otra explicación, ya que el ciclo de ascenso de precios estaba recién en sus inicios.

Cuadro 1. Intensidad sectorial del gasto en I+D en los EEUU (% sobre ventas)

	1970*	1980*	1990*		2000*	2009*
Todas las industrias	s.d.	s.d.	s.d.		3,8	3,8
Manufactura	3,7	3,0	4,2		3,6	4,5
Alimentos y tabaco	0,5	0,4	0,5	Alimentos	0,4	0,4
				Tabaco	s.d.	0,6

11 Ver Sharpe y Long (2012) para un estudio que llega a conclusiones similares para el caso de Canadá.

Textiles	0,5	0,4	0,6		0,7	0,6
Madera y muebles	0,8	0,8	0,6	Madera	0,8	0,7
Papel y derivados	0,9	1,0	1,0	Papel	s.d.	1,3
Químicos	3,9	3,6	5,3		5,9	6,6
Agroquímicos	s.d.	s.d.	s.d.		s.d.	2,9
Farmacéutica	6,7	6,2	8,9		s.d.	13,2
Refinación y extracción de petróleo	1,0	0,6	0,9	Petróleo y carbón	0,4	0,4
Metales primarios	0,8	0,7	0,8		0,5	0,5
Equipos de computación	11,1	12,0	9,9		6,5	6,6
Equipos de comunicación	8,2	9,1	10,0		9,9	15,0
Componentes electrónicos		7,9	8,3		7,5	20,9
Automotriz	3,5	4,9	s.d.		s.d.	2,7
Maquinaria	s.d.	s.d.	s.d.		3,8	3,6
Maquinaria agrícola	s.d.	s.d.	s.d.		s.d.	3,3
Maq para fabricar semiconductores	s.d.	s.d.	s.d.		s.d.	29,6
Equipamiento de medición y control	3,5	8,4	8,6		12,0	8,6
Minería (extracción y actividades auxiliares)	s.d.	s.d.	s.d.		1,0	0,4
Software	s.d.	s.d.	s.d.		20,5	10,0
Servicios profesionales, científicos y técnicos	s.d.	s.d.	s.d.		18,7	9,9
Arquitectura e ingeniería	s.d.	s.d.	s.d.		10,8	8,2
Servicios informáticos	s.d.	s.d.	s.d.		12,3	6,8
Servicios de I+D	s.d.	s.d.	s.d.		42,9	18,1
Otros	s.d.	s.d.	s.d.		6,6	6,3
Comercio Electrónico	s.d.	s.d.	s.d.		s.d.	13,4

*año más cercano

Fuente: elaboración propia en base a datos de la National Science Foundation (<http://www.nsf.gov/statistics/industry/>).

El cuadro 2 confirma este panorama. En él se incluyen datos para 20 países de la OECD (todos desarrollados) comparando la intensidad del gasto en I+D (sobre valor agregado en este caso), entre 1995-98 y 2004-2007 (son promedios simples de los datos nacionales). Como vemos, tampoco se ob-

servan tendencias al crecimiento generalizado de la intensidad del gasto en las ramas de RRNN, más allá de aumentos leves en alimentos, papel y minería –y descensos fuertes en petróleo, quizás explicados por el tema ciclo de precios– (muy pocos países tienen datos para agricultura). En todo caso, vemos que nuestras ramas están bastante por debajo del promedio de la manufactura (donde sí hubo aumentos relativamente significativos) y, salvo petróleo, ingresan en la categoría de manufacturas de baja tecnología.

Siguiendo por el lado de las actividades innovativas, contamos también con información proveniente del ranking de las empresas que más gastan en I+D a nivel global elaborado por la OECD. Los datos corresponden a 2011 y cubren 1500 firmas (que representan, aproximadamente, la mitad del gasto total en I+D a nivel mundial y 70% del gasto privado). Entre ellas, hemos detectado a 183 (algo más del 12%) que operan en actividades vinculadas a las cadenas basadas en RRNN, 150 de las cuales tienen su actividad exclusiva o central en dichas cadenas, mientras que otras 33 tienen una inserción más diversificada (ver cuadro 3).

Cuadro 2. Gasto en I+D/valor agregado en distintas industrias en la OECD (%)

	1995-98	2004-2007
Total	1,3	1,5
Minería	1,1	1,2
Industria manufacturera	5,0	6,4
Alimentos	1,0	1,3
Madera	0,6	0,6
Pulpa, papel y productos de papel	1,2	1,5
Coque, petróleo refinado y combustibles nucleares	3,8	2,5
Hierro y acero	2,3	2,4
Servicios	0,3	0,5
Software y servicios informáticos	6,0	7,5
Manufacturas de alta tecnología	21,3	25,2
Manufacturas de media-alta tecnología	7,2	8,5
Manufacturas de media-baja tecnología	2,0	2,0
Manufacturas de baja tecnología	1,0	1,3

Fuente: Elaboración propia en base a información de la base de datos STAN (OECD).

Cuadro 3. El esfuerzo innovativo en las cadenas de RRNN (en base al ranking de las mayores 1500 empresas por nivel de gasto en I+D)

	Número de empresas		Participación en el total de gastos en I+D (%)			Gastos en I+D / Ventas (%)		
	(A)	(B)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)
Total Panel	1500	1500	100	100	100	3,2	3,2	3,2
Agroquímicos	18	4	2,0	0	1,0	3,4	2,1	3,8
Alimentos	39	39	1,6	1,6	1,6	1,8	1,8	1,8
Madera y papel	7	7	0,1	0,1	0,1	0,8	0,8	0,8
Maquinaria para agricultura y minería	26	13	1,2	0,4	1,2	2,5	3,4	2,5
Metalurgia	31	31	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
Minería	8	8	0,3	0,3	0,3	1,0	1,0	1,0
Petróleo y gas	27	27	1,9	1,9	1,9	0,3	0,3	0,3
Equipos y servicios p/ la ind petrolera	16	16	0,5	0,5	0,5	0,9	0,9	0,9
Biotecnología, semillas y salud animal	6	-	6,1	-	0,2	15,6	-	9,6
Tabaco	5	5	0,2	0,2	0,2	1,1	1,1	1,1
Total RRNN	183	150	14,6	5,7	7,7	1,4	0,6	0,8

(A): todas las empresas vinculadas a cadenas de RRNN

(B): empresas con actividad exclusiva o principal en cadenas de RRNN

(C): (A) corrigiendo los datos de las grandes farmacéuticas y químicas diversificadas para incluir solo sus actividades directamente vinculadas a RRNN

Fuente: Elaboración propia en base a datos de OECD.

Ahora bien, si tomamos el total de gastos en I+D de esas empresas, estos representan alrededor del 14,6% de lo invertido por las 1500 firmas del ranking (algo más que la proporción que tienen en el total de firmas); si nos limitamos a las 150 empresas total o principalmente vinculadas a RRNN, el *share* cae drásticamente (5,7%, algo más que la mitad *vis a vis* su peso en el total de empresas). La caída se debe a que entre las firmas que tienen una inserción más diversificada están todas las mayores empresas farmacéuticas y químicas (Bayer, Novartis, Pfizer, Sanofi, Merck, Basf, DuPont, Dow, entre otras), que tienen operaciones en agroquímicos, semillas, salud animal, dentro de sus respectivos portafolios (y que a su vez se encuentran entre las mayores empresas globales en cuanto a su nivel de gastos en I+D).

Hemos hecho un ejercicio estimativo para discriminar, dentro del total de gastos en I+D de esas grandes firmas diversificadas, qué porción puede

atribuirse a actividades directamente vinculadas a RRNN. Tenemos entonces una tercera estimación que consiste en tomar a las antes mencionadas 183 empresas, pero para las grandes firmas diversificadas contabilizamos únicamente los gastos en I+D (y las ventas respectivas) correspondientes a sus actividades en semillas, agroquímicos y salud animal¹². Ahora nuestras 183 firmas representan el 7,7 % del total de gastos en I+D de las 1500 empresas del ranking. Esto, por cierto, es un techo de la verdadera incidencia del gasto asociado a actividades vinculadas a RRNN, ya que para las restantes empresas diversificadas (las de maquinaria y algunas químicas de menor tamaño para las que no contamos con datos desagregados por línea de negocios) estamos asumiendo que el 100% de sus inversiones en la materia corresponden a aquellas actividades. En suma, la contribución de nuestras empresas al gasto en I+D de las 1500 mayores inversoras en I+D del mundo es menor a su presencia numérica en dicho ranking.

Si ahora analizamos la intensidad del gasto en I+D, tenemos que la misma es de 1,4% para todas nuestras 183 firmas, contra 3,2% que es el promedio del panel de 1500 (tomamos el ratio directo entre gastos totales en I+D contra ventas totales en ambos casos)¹³. Si dejamos solo las 150 empresas con base central o principal en actividades vinculadas a RRNN vemos una caída en la intensidad del gasto hasta 0,6% (la razón es la misma, la salida de las grandes multinacionales farmacéuticas y químicas). La cifra se eleva levemente (hasta 0,8%) en caso de aplicar el procedimiento anteriormente mencionado para estimar los gastos en I+D (y las ventas) asociadas a RRNN de las grandes empresas químicas y farmacéuticas diversificadas. Conclusión, las firmas que operan en las cadenas basadas en RRNN tienen una intensidad de gasto menor al promedio de las empresas líderes en I+D a nivel global¹⁴.

12 Para hacer esta discriminación recurrimos a los datos de Fuglie *et al.* (2011), quienes presentan información de I+D y ventas por empresa para cada una de las cadenas agropecuarias.

13 Los promedios por intensidad de gasto por empresa son bastante difíciles de interpretar por la presencia de firmas que tienen ratios de I+D sobre ventas muy altos (mayores al 100% en muchos casos) —usualmente se trata de empresas jóvenes en nichos de mercado de muy alta intensidad de conocimiento—.

14 Nuevamente, este fenómeno podría estar influenciado por el hecho de que estamos tomando 2011, un año de precios internacionales altos de las *commodities* (ya que esto “inflaría” las ventas de las empresas que operan en sectores de RRNN). Lamentablemente, no disponemos de datos para armar una serie de largo plazo en donde esos efectos temporales podrían ser detectados. Sin embargo, la magnitud de las diferencias encontradas es lo suficientemente amplia (en especial si se la combina con otra evidencia aquí presentada) como para suponer

A nivel sectorial vemos, previsiblemente, que son las empresas que vienen del mundo de la química, la farmacéutica y la biotecnología las que más gastan entre los distintos complejos aquí examinados (y gastan bastante más que el promedio de la economía), mientras que el resto (salvo maquinarias) está bien por debajo del promedio.

En tanto, un estudio reciente de Fuglie *et al.* (2011) nos permite aproximarnos con más detalle al diagnóstico de los esfuerzos en innovación en una de las cadenas de nuestro interés, la agropecuaria, ya que intenta, por primera vez según reportan los autores, estimar la magnitud y evolución del gasto privado mundial en I+D en dicha cadena. Si bien, por cierto, los datos presentados en ese trabajo están sujetos a diversas limitaciones dada la dificultad para obtener y compilar las informaciones necesarias, de todos modos es extremadamente útil para comprender las tendencias más generales que están operando en esos sectores.

De dicho trabajo surge que entre 1994 y 2010 el gasto privado en I+D aumentó 50%, en valores constantes, en las industrias que producen insumos agropecuarios (semillas y biotecnología, fertilizantes, maquinarias, herbicidas, entre otros), se mantuvo constante en las ramas que producen insumos para ganadería (nutrición, salud y genética) y se elevó 45% en las industrias de alimentos (en este caso con datos hasta 2007). Gracias a estos incrementos, para el conjunto de dichas industrias, al presente el gasto privado global en I+D en las cadenas agropecuarias es aproximadamente equivalente al que realiza el sector público¹⁵.

Ahora bien, al interior de este complejo las variaciones en términos de crecimiento de la I+D en valores constantes son enormes, y van desde 138% de aumento entre 1994 y 2010 en biotecnología y semillas, a -2% en herbicidas/pesticidas y nutrición animal –cuadro 4–. Un dato interesante es que la industria de alimentos gasta sustantivamente más en I+D que todas las restantes ramas juntas (en 2007, último año con datos comparables, dicha

que lo que estamos describiendo es una situación más bien estructural y que no ha cambiado en años recientes.

15 Hay una cierta división del trabajo en la I+D en las cadenas agropecuarias entre el sector privado y el público. Por un lado, el primero predomina en la industria alimenticia (donde la investigación apunta más cercanamente a los consumidores), mientras que ambos tienen un peso similar en la etapa primaria. A su vez, la investigación pública se orienta más a investigación básica y formación científica, así como a tópicos vinculados a seguridad alimenticia, conservación de recursos genéticos y prácticas agrícolas, todas áreas en donde es difícil apropiarse privadamente de los recursos destinados a I+D pero que tienen alto retorno social.

industria absorbía el 60% de todo el gasto privado mundial en I+D en el conjunto de cadenas agropecuarias)^{16 17}.

Cuadro 4. Intensidad y variación del gasto privado global en I+D agropecuaria

	Gastos en I+D/ventas (%)			% aumento en valores constantes 1994-2010
	1994	2000	2009	
Agroquímicos	7	6,8	6,4	-2
Semillas	11	15	10,5	138
Salud animal	8,6	8,5	8,6	2
Genética animal	s.d.	s.d.	7,3	25
Maquinaria agrícola	1,9	2,3	2,7	88
Fertilizantes	s.d.	s.d.	s.d.	18
Nutrición animal	s.d.	s.d.	s.d.	-6
Alimentos	s.d.	s.d.	s.d.	44*

* 1994-2007

Fuente: Fuglie *et al.* (2011).

Si ahora queremos comparar esta evolución con la de la economía en general, la misma fuente, tomando ahora datos de los EEUU solamente, señala que si bien el crecimiento del gasto privado en I+D en este conjunto de actividades ha sido impresionante (se duplicó en términos reales entre 1979 y 2006 y más que se cuadruplicó en valores nominales), de todos modos fue inferior al de la industria en su conjunto (la I+D privada total en dicho país creció nueve veces en valores corrientes en el mismo período).

Yendo ahora a un indicador de resultados, vamos a examinar las cifras de patentamiento en la USPTO (Economics and Statistics Administration and United States Patent and Trademark Office), la oficina estadounidense de pa-

16 Esto tiene cierta lógica considerando que, como vimos antes, el sector público hace una contribución sustantivamente mayor en las etapas primarias que en las industriales, y que en estas últimas hay mayor probabilidad de apropiación privada de los retornos de las innovaciones.

17 Adicionalmente, en los 2000 emergió con vigor la industria de biocombustibles, donde, de acuerdo con la misma fuente, el gasto privado global en I+D en 2010 trepó a 1,5 mil millones de dólares, cifra comparable a la del conjunto de actividades vinculadas a la ganadería (y de la cual dos tercios fueron aportados por las industrias procesadoras que fabrican biocombustibles, y algo más del 20% por firmas de biotecnología y semillas).

tentes. Este indicador es bastante estándar en la literatura sobre el tema y se basa en la idea de que una posible proxy del potencial innovativo de un país viene dada por la capacidad de sus firmas de obtener patentes en el mercado estadounidense (esto tanto porque es el mercado más competitivo en términos tecnológicos y el mayor del mundo en cuanto a tamaño, como por el hecho de que tomar las patentes en distintas oficinas nacionales sería incorrecto dadas las diferencias en términos de materias patentables y otros aspectos legislativos propios de cada país). Dado que el patentamiento que se realiza por motivos distintos a los de proteger innovaciones (algunos de ellos mencionados anteriormente) tiene distinta intensidad en cada sector, este indicador podría estar sesgado (ya que sobreestimaría el verdadero nivel de los resultados innovativos en los sectores en donde, por ejemplo, muchas patentes se sacan para bloquear innovaciones de competidores). Por ejemplo, en industrias como la electrónica es probablemente más factible y usual patentar para bloquear otras innovaciones que en la industria petrolera. Sin embargo, la evidencia sugiere que ese tipo de motivaciones también es relevante en la biotecnología (Chang, 2001; Mazzoleni y Nelson, 1998), de modo de que no parece haber razones *a priori* para sospechar que el uso de este indicador de patentes subestima la real actividad innovadora de las cadenas de RRNN *vis a vis* otros sectores.

Entre las principales 100 organizaciones con patentes en la USPTO en 2012, sólo había seis firmas con relación directa con actividades basadas en RRNN: dos proveedoras de servicios e insumos para la industria petrolera (Baker Hughes y Schlumberger) y cuatro asociadas al sector biotecnología y química agropecuaria (BASF, DuPont, Monsanto, Pioneer –hoy parte de DuPont–). BASF y Du Pont tienen importantes actividades no asociadas a RRNN.

Para tomar un punto de contraste, en 1990, Basf, Monsanto y Du Pont estaban en el mismo grupo de las 100 mayores patentadoras, aunque presumiblemente el peso de las actividades vinculadas al sector agropecuario era menor que al presente (en particular en Monsanto). Al mismo tiempo, para ese año figuraban un buen número de empresas petroleras en la lista (Exxon, Mobil, Shell, Philips, Texaco, Amoco), Bayer, Dow Chemical, Cyanamid, Imperial Chemical Industries, Hoechst, Ciba Geigy, Merck, Mitsui Toatsu Chemicals y Sumitomo Chemicals (todas operando en agroquímicos y salud animal), la proveedora de servicios y tecnología para la industria petrolera UOP y la fabricante de maquinaria agrícola John Deere (20 empresas en total contra seis en 2012). Si bien en parte esta caída puede deberse a fusiones de empresas, también refleja el ascenso rápido de todo el universo de firmas asociadas al mundo de la informática y las comunicaciones.

En base a la misma fuente, podemos estimar el peso de las patentes en actividades vinculadas a las cadenas de nuestro interés (dado que la menor presencia de firmas que operan en esas cadenas entre las mayores patentadoras podría ser compensada por una emergencia de firmas patentadoras de menor porte). Esto implica que vamos a mirar no sólo la dinámica innovativa en las etapas primarias, sino también la que se da en segmentos aguas arriba (servicios, insumos, equipamiento) y aguas abajo (procesamiento). Las clases de patentes definidas según la categorización de la USPTO responden a una lógica ingenieril-tecnológica, con lo cual no resulta fácil determinar una equivalencia perfecta y uno a uno con las clasificaciones de actividades económicas usualmente empleadas en análisis sectoriales (por ejemplo, la CIIU). Obviamente, resolver esto implicaría un trabajo exhaustivo que excede los objetivos de este artículo (ya que se requiere examinar las patentes una a una). Una solución menos precisa, pero de todos modos ilustrativa de los fenómenos que queremos examinar, es considerar aquellas clases en donde sabemos que el grueso de las patentes obtenidas se vincula con las cadenas de valor que nos interesa analizar. Este es el camino empleado aquí, y en consecuencia hemos elegido 35 clases que cumplen con esa condición (ver el listado en anexo). Esto implica que, en algunos casos, podemos estar considerando patentes que estrictamente no son de aplicación en nuestras cadenas, y que, más importante, podemos estar perdiendo otras que sí lo son pero que aparecen registradas en clases que no podemos establecer que prioritariamente correspondan a cadenas basadas en RRNN. De todos modos, creemos que estas fuentes de distorsión tienen un impacto relativamente menor desde el punto de vista de nuestros fines (considerando además que hemos examinado con detenimiento los sistemas de equivalencia elaborados previamente por la UPSTO y otras organizaciones y que también hemos estudiado independientemente las distintas clases de patentes y sus definiciones). Por tanto, los datos que mostramos permiten tener un panorama general bastante definido de la situación reciente (además de invitar a futuras investigaciones destinadas a profundizar en este tema).

Los resultados que obtuvimos son bastante ilustrativos: mientras que esas 35 clases representaban en 1992-1994 el 6,2% del total de patentes en EEUU, en 2010-2012 la cifra respectiva es apenas 3,5%. Si sacamos la clase 800 (*Multicellular Living Organisms and Unmodified Parts Thereof and Related Processes*), la caída es aún mayor, de 6,1 a 3%. Por cierto, estas cifras

son menores a las que el conjunto de industrias aquí abarcadas tienen en el empleo, la producción o el comercio.¹⁸

Los hallazgos reportados podrían deberse a que las industrias vinculadas a RRNN usan métodos alternativos de protección o generan conocimientos que son de difícil apropiación privada. Si esto fuera cierto, sugeriría que nos estamos perdiendo una parte significativa de la dinámica tecnológica en nuestras industrias. El caso mencionado del régimen de obtentores vegetales iría en esa dirección, aunque en el caso de biotecnología agropecuaria (así como en la mutagénesis) sabemos que todas las innovaciones se protegen de manera duplicada (patentes y nuevas variedades). Lo mismo podría decirse de la actividad de instituciones públicas y universidades, quienes si bien crecientemente patentan sus resultados innovativos, también generan conocimiento de libre disponibilidad. Pero si bien es cierto que, en particular en las ramas vinculadas a agricultura, es factible que el indicador de patentamiento tenga un leve sesgo a subestimar el real movimiento innovativo en ellas existente, no vemos razón para que ello se extienda a los casos de minería, metales y petróleo, y tampoco razón para que el peso relativo de esas otras formas de protección de la innovación (o del rol de universidades o instituciones públicas) se haya incrementado en los últimos años. Sí, en cambio, podría existir un sesgo si el peso del patentamiento por motivos diferentes a proteger innovaciones fuera, como se discutió antes, distinto en diversas industrias. Sin embargo, como ya se mencionó, entre nuestras industrias tenemos casos en donde ese tipo de motivaciones tiene un peso relativamente bajo (ejemplo, alimentos) y otras en donde es alto (biotecnología). En cualquier caso, el cuadro 5 permite ver que, en promedio, no parece existir un sesgo a emplear menos intensivamente la protección vía patentes en las industrias de nuestro interés.

Otro dato interesante a los fines de nuestro análisis proviene de un reciente informe (Economics and Statistics Administration and United States Patent and Trademark Office, 2012) cuyos hallazgos sugieren que las industrias manufactureras directamente vinculadas a RRNN (aquí consideramos alimentos, productos de madera, papel y sus derivados y metales primarios) no sólo tienen una porción pequeña del patentamiento total en los EEUU, sino que su intensidad de patentamiento (*vis a vis* el empleo total)

18 El 3% en el patentamiento puede compararse con el 4% y 9,5% del empleo y la producción total en la economía de los EEUU en 2010. Por cierto, las cifras están muy lejos de la importancia de los sectores basados en RRNN en el comercio mundial (bastante superior a un tercio del total).

es bastante menor que el promedio (cuadro 6). Si bien el trabajo no cubre los sectores primarios, los datos disponibles van en el mismo sentido de los reportados previamente.

Cuadro 5. Aplicaciones de patentes en la USPTO por empresa*, 2008

	Promedio	Mediana
Todas las industrias	14,6	2
Minería (extracción y actividades auxiliares)	95,0	6
Papel	25,7	4
Agroquímicos	21,7	1
Metales primarios	6,9	3
Alimentos	4,8	1

* considerando sólo las que hacen I+D
Fuente: Shackelford (2013).

Cuadro 6. Intensidad del patentamiento por sectores en los EEUU, 2004-2008

Industria	Patentes (número)	Intensidad de patentamiento (patentes/1000 puestos de trabajo)
Equipos informáticos y periféricos	54.416	277,5
Equipos de comunicación	35.797	264,8
Semiconductores y otros componentes electrónicos	50.088	111,6
Otros productos informáticos y electrónicos	7.744	108,5
Instrumentos de navegación, medición, electromédicos y de control	42.415	96,1
Productos químicos básicos	12.109	80,2
Equipo eléctrico, dispositivos y componentes	23.503	54,3
Productos farmacéuticos y medicamentos	13.627	46,8
Otros misceláneos	12.717	37,5
Otros productos químicos y preparados	10.322	32,4
Equipos y suministros médicos	9.716	32
Maquinaria	37.105	31,6
Resina, caucho sintético, fibras y filamentos	2.771	26
Productos de plástico y caucho	8.289	10,7
Vehículos a motor, remolques y sus partes	8.298	8,1

Productos minerales no metálicos	3.651	7,3
Otros equipos de transporte	1.585	7,1
Productos aeroespaciales y sus partes	2.726	5,8
Textiles, prendas de vestir y cuero	2.566	4,1
Productos metálicos	5.495	3,6
Metales primarios	998	2,2
Muebles y productos relacionados	1.107	2
Actividades de papel, impresión y de apoyo	1.313	1,2
Bebidas y productos del tabaco	217	1,1
Productos de madera	428	0,8
Alimentos	719	0,5
Total	354360	25,5

Fuente: Economics and Statistics Administration and United States Patent and Trademark Office (2012).

Finalmente, para emplear algún indicador de resultados distinto del de patentes, información de la National Science Foundation permite conocer el porcentaje de empresas que introdujeron productos o procesos nuevos o significativamente mejorados entre 2006 y 2008 (hayan realizado o no gastos en I+D). Se observa que las ramas vinculadas a RRNN (en este caso alimentos, madera y metales primarios) tienen porcentajes menores a los del promedio de la manufactura (y obviamente bastante inferiores a los correspondientes a servicios y actividades manufactureras intensivas en conocimiento) y similares a industrias tradicionales como la textil (cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de empresas que introdujeron productos o procesos significativamente mejorados entre 2006 y 2008

	Productos	Procesos
Todas las industrias	9	9
Manufactura	22	22
Alimentos	17	17
Textiles	19	18
Madera	9	16
Farmacéutica	45	42
Metales primarios	17	19

Equipos de computación	56	46
Equipos de comunicación	51	33
Componentes electrónicos	27	25
Equipamiento de medición y control	59	40
Automotriz	24	22
Software	77	53
Servicios profesionales, científicos y técnicos	13	12
Servicios informáticos	35	25
Servicios de I+D	33	26
Otros	10	10

Fuente: Borousch (2010).

¿Podemos sacar alguna conclusión general de este conjunto de información? Si bien, incluso por los argumentos de cautela planteados aquí mismo, podríamos dudar del sentido o significado de uno u otro dato de los aquí expuestos, en su conjunto, creemos que nos “dicen” algo. ¿Y qué es lo que nos dicen? A nuestro juicio, el mensaje es que si se ha elevado la “intensidad innovativa” del complejo de cadenas de valor asociadas a RRNN, este crecimiento no ha sido necesariamente más intenso (y quizás ha sido menos intenso en ciertos casos) que en el promedio de la economía y se localiza fundamentalmente en el área de biotecnología agropecuaria –y los paquetes tecnológicos asociados, en particular agroquímicos y en menor medida maquinarias–, áreas en las que a futuro seguramente seguiremos viendo un dinamismo tecnológico muy fuerte.

Ahora bien, está claro que los sectores de nuestro interés se abastecen de tecnología desde empresas y ramas que no están directamente asociadas a la base de RRNN y que son muy innovadoras, incluyendo proveedoras de equipamiento de uso general (computación, telecomunicaciones, aparatos de control y medición), de insumos químicos y biológicos y de diversos tipos de servicios especializados (ingeniería, I+D, software, diseño, asesoramiento y consultoría profesional). Y sabemos que en las cadenas de RRNN se han incorporado fuertemente nuevas tecnologías y servicios que aumentan la productividad, mejoran la calidad, permiten mayor diferenciación, etc. Las estadísticas disponibles no siempre permiten distinguir (por un problema de agregación) a las empresas que desarrollan estas tecnologías

y servicios¹⁹, y sin embargo distinto tipo de evidencia sugiere que ellas pueden ser altamente innovadoras²⁰. Asimismo, estas empresas probablemente sean demasiado pequeñas como para ingresar en los ranking que aquí hemos examinado (por ejemplo, ahora las grandes empresas petroleras y mineras han desintegrado verticalmente buena parte de sus operaciones y ya no patentan tanto ni gastan sumas enormes en I+D debido a que tienen una red de subcontratistas especializados²¹).

En consecuencia, quizás las oportunidades para que la región incremente su gasto en actividades innovativas no estén tanto en las etapas primarias o en el procesamiento aguas abajo, sino fundamentalmente en los encadenamientos hacia atrás y “laterales” (bienes de capital, insumos especializados, servicios de alto valor agregado). Los agentes de esta dinámica tecnológica no serían tanto los grandes agentes integrados *per se* (aunque seguramente juegan un rol pivotal importante), sino una diversidad de firmas especializadas de distinto tamaño que conforman redes o clusters (no necesariamente en un sentido geográfico) de conocimiento e innovación en las distintas cadenas aquí estudiadas.

Por otro lado, como decíamos en la introducción, es razonable pensar que los países de nuestra región puedan encontrar en esas cadenas, más allá de lo limitado o no de las oportunidades disponibles para innovar en ellas, un “salto” relativamente factible para incrementar de manera perceptible su desempeño innovador. En otras palabras, la dotación de RRNN que posee América Latina podría habilitar a pensar que es más viable promover innovaciones locales en las cadenas asociadas considerando que, salvo en los países más grandes (fundamentalmente Brasil, y en menor medida México y Argentina), la región no dispone de capacidades significativas de producción en otras áreas industriales o de servicios intensivos en conocimiento. Incluso el hecho de que la explotación de RRNN implica abordar muchas veces aspectos “idiosincráticos” de la

19 Ver Sasson y Blomgren (2011) para este argumento aplicado al caso de la industria petrolera en Noruega.

20 Por ejemplo, información disponible para EEUU y la Unión Europea sugiere que las firmas que prestan servicios intensivos en conocimiento (software e informática, ingeniería, arquitectura, diseño, servicios profesionales) son más innovadoras que el promedio de la manufactura (López y Ramos, 2013, en prensa).

21 A su vez, si estos subcontratistas operan en el área de servicios probablemente usen menos intensivamente el mecanismo de patentes (ver López, 2009, para un resumen de la evidencia respecto del menor uso de las patentes en los sectores de servicios).

naturaleza (clima, suelos, entre otros) parece abrir oportunidades específicas adicionales para innovar. Antes de examinar dónde está parada América Latina en esta materia, vamos a explorar un poco más quiénes son los principales actores de los distintos sistemas sectoriales de innovación aquí estudiados.

2.1.2. LOS AGENTES DE LA INNOVACIÓN EN LAS CADENAS BASADAS EN RRNN

Para comenzar este análisis vamos a examinar cuáles son las organizaciones que lideran el patentamiento en estas actividades (siempre considerando las cifras en la USPTO). En el caso del petróleo, los actores líderes en términos de patentes de proceso en las fases de prospección, perforación y extracción son las grandes empresas globales de servicios (Halliburton, Schlumberger, Baker Hughes, UOP), junto con algunos proveedores de maquinaria, aunque las empresas petroleras (Shell, Exxon, Chevron, Conoco-Philips, entre otras) también tienen un rol relevante. En cambio, estas últimas son dominantes cuando hablamos de tecnología de producto y también en procesos asociados a la fase de refinación. Del lado de América Latina, sólo PDVSA y Petrobras (dos grandes petroleras estatales) y el Instituto Mexicano del Petróleo aparecen con números de patentamiento relativamente importantes, aunque salvo Petrobras, lejos de los líderes globales (también tiene cierto destaque la participación de la firma argentina Tenaris, productora de tubos sin costura para la industria petrolera).

En minería, predominan claramente las empresas de servicios y maquinarias (como Caterpillar, Esco, Komatsu, Wirtgen). Las productoras mineras son aparentemente protagonistas menores en esta materia, aunque patentan a través de algunas firmas controladas especializadas. En este rubro, la brasileña Vale y la chilena Codelco registran algunas patentes a lo largo de las últimas décadas.

En tanto, en la industria metalífera una parte sustancial de las patentes son dominadas por grandes productores tales como Sumitomo Metal, Nippon Steel. En América Latina registran patentes empresas como Siderca y Tenaris (ambas argentinas) y la mexicana Hylsa (hoy las 3 firmas pertenecen al mismo grupo empresario).

En agricultura, tenemos por un lado a las empresas que producen bienes de capital (John Deere, CNH, Agco, Kubota) y por otra a las proveedoras de insumos químicos (Bayer, Syngenta, Basf, Dow). En la industria de

alimentos, a su vez, hay una fuerte presencia de productoras de maquinarias, aunque en algunos casos están vinculadas a grandes firmas del sector (Nestle, Kraft, por ejemplo).

En la clase 800 (organismos vivos multicelulares y sus partes y procesos relacionados) –la más directamente vinculada a biotecnología–, el 45% de las patentes registradas entre 2008 y 2012 corresponden a solo dos empresas, Monsanto y Pioneer. En América Latina, únicamente Argentina y Brasil tienen patentes en esa clase durante dicho período; en el caso argentino la filial argentina de Monsanto ha registrado algunas patentes en años recientes, mientras que en Brasil son EMBRAPA y la FAPESP (dos instituciones públicas) las organizaciones con más patentes en esa clase (también se registran algunas patentes de la filial brasileña de la empresa Pioneer en años pasados)²².

Vamos ahora a las actividades de innovación. Contamos por un lado con los datos del ya mencionado ranking de mayores empresas por gasto en I+D. Para comenzar, vemos muy pocas empresas mineras en ese ranking (apenas ocho), y la mayor en gasto absoluto (y relativo si excluimos a pequeñas empresas que operan en las fases de prospección y exploración) es la brasileña Vale. Dos mega empresas mineras como Rio Tinto y BHP Billiton registran muy bajos gastos en I+D comparados con sus ventas (0,1 y 0,2% respectivamente).

En contraste, vemos un gran número de empresas del mundo del petróleo y del gas en dicho ranking, tanto productoras como de servicios. Entre las primeras, como ya mencionamos, destacan dos firmas de PED, Petrochina y Petrobras, junto con empresas tradicionales como Shell, Exxon, Total, BP y Chevron. Entre las segundas aparecen las mencionadas Baker Hughes, Schlumberger, Halliburton, etc. Este último grupo gasta relativamente más en I+D que las firmas petroleras (0,9 contra 0,3% sobre ventas, cuadro 3).

Las mayores empresas de las industrias del acero y el aluminio –JFE, Kobe Steel, Sumitomo, Mitsubishi (Japón), HBIS (China), Thyssen-Krupp (Alemania), Arcelor-Mittal (con sede en Luxemburgo pero de origen indio), POSCO (Corea), ALCOA (USA)– aparecen en el ranking de las organizaciones con mayor gasto en I+D. En promedio estas firmas gastan poco menos que 1% de sus ventas en I+D. Ninguna firma latinoamericana está en este ranking.

22 Dentro de las cadenas de RRNN, cabe destacar también el caso de Voith, productora alemana de maquinaria para la industria del papel, cuya filial brasileña tiene más de 30 patentes en EEUU entre 2008 y 2012.

En el caso de alimentos tampoco aparece ninguna empresa de América Latina. El ranking lo lideran firmas bien establecidas como Nestlé, Danone, Unilever, Mondelez (ex Kraft), etc. pero también aparecen clasificadas aquí semilleras como Monsanto, Syngenta, Vilmorin y KWS. El nivel de gastos en I+D de unas y otras es muy distinto. Mientras que en el segundo grupo las cifras superan el 10%, en el primero se acercan al 1,5%. Otras empresas que se dedican a semillas pero tienen otras actividades industriales (Dow, Bayer, Basf, DuPont, Sumitomo) tienen niveles promedios de gasto también en torno al 10% para dicho negocio.

En madera y papel figuran apenas 7 empresas (japonesas, suecas, finlandesas y australianas) que no llegan a gastar casi en ningún caso 1% de sus ventas en I+D. En tanto, como ya mencionamos en la sección previa, algunas grandes farmacéuticas operan en salud animal con niveles de gasto en I+D en torno al 10% de sus ventas en ese rubro. Finalmente, las empresas de maquinaria (tanto agrícola como minera) –las principales de ellas fueron mencionadas previamente como las mayores patentadoras– gastan en torno al 2,5%-3% de sus ventas en I+D.

Al igual que en la sección previa, podemos ampliar nuestro análisis con la información provista en Fuglie *et al.* (2011), quienes cubren con bastante detalle el mundo de las cadenas agropecuarias. Las firmas más grandes tienen los mayores ratios de I+D sobre ventas y dan cuenta del grueso de la inversión en I+D en cada subsector considerado (ver cuadro 4 para el listado de estos últimos). Por ejemplo, en agroquímicos cinco grandes firmas aportan el 74% de los gastos en I+D; en semillas-biotecnología nueve empresas absorben 76% del gasto en I+D. Todas las grandes firmas que dominan estos distintos segmentos son multinacionales y en muchos casos tienen diferentes unidades de I+D con el objetivo de adaptar sus tecnologías a las condiciones específicas de suelo, clima, marcos regulatorios, etc., así como alcanzar reducciones de costos especializando a sus unidades en distintas actividades.

Un dato ilustrativo de las capacidades innovativas de estas firmas es que hay cinco de ellas (Bayer, Syngenta, Monsanto, Basf, DuPont), que gastan cada una individualmente más que la mayor institución pública mundial de investigación agropecuaria (el *USDA Agricultural Research Service*), y varias veces más que el grupo de centros de investigación en conservación y mejoramiento genético que forman el influyente *Consultative Group for International Agricultural Research* (CGIAR).

Pari passu el mayor rol privado en la I+D en estas cadenas se ha observado un proceso de concentración en los respectivos mercados. Hacia fines

de la pasada década, las cuatro mayores firmas absorbían al menos 50% de las ventas globales en cada uno de los mercados analizados por Fuglie *et al.* (2011). En la industria semillera, por ejemplo, el *market share* de las cuatro firmas más grandes pasó de 21% a 54% entre 1994 y 2009. En este caso, está claro que la mayor concentración estuvo asociada (al igual que en genética animal) a la emergencia de la biotecnología y los mayores costos asociados a los procesos de innovación y el cumplimiento de los esquemas regulatorios, así como a las concomitantes fusiones y adquisiciones.

Entre las empresas que se dedican a biotecnología hay una clara división según tamaño. Las más grandes (que generalmente operan en diversas áreas, incluyendo farmacéutica, química, semillas) se dedican fundamentalmente al descubrimiento de nuevos compuestos, gastando 10% o más de sus ventas en I+D. En tanto, hay un grupo de firmas de segundo rango que invierten entre 7%-8% de sus ventas en I+D y usualmente tienen líneas de investigación más focalizadas. Luego tenemos empresas de menor tamaño que gastan entre 2% y 4% de sus ventas con destino a cubrir costos regulatorios y de testeo vinculados al ingreso al mercado de productos cuyas patentes ya están vencidas. Finalmente, hay *start ups* o empresas pequeñas que se focalizan fuertemente en I+D y apuntan a generar nuevos descubrimientos científicos de alto impacto. Estas empresas usualmente son financiadas por inversores ángeles, fondos de capital de riesgo, etc., y si resultan exitosas son adquiridas por firmas de mayor tamaño. En este grupo los gastos en I+D usualmente rondan en promedio el 40% de las ventas, e incluso hay casos de empresas que gastan en ese rubro sin haber registrado aún ventas (muchas veces su apuesta es obtener patentes más que vender productos en el mercado).

En suma, estos datos nos dicen que: i) previsiblemente, la región prácticamente carece de actores relevantes en la dinámica de la innovación en estas cadenas; ii) en algunos de los segmentos más innovativos de esas cadenas parecen haber fuertes barreras a la entrada, tanto tecnológicas como de mercado.

Ahora bien, como mencionamos antes, tenemos que tener en cuenta que en las últimas décadas se han observado, en casi todas las cadenas de nuestro interés, claras tendencias en dirección a que la innovación sea un proceso cada vez más caracterizado por la colaboración y complementación entre distintos tipos de agentes que forman redes o clusters tecnológicos.

En el caso de la agricultura, por ejemplo, tenemos un conjunto de actores que van desde las instituciones públicas de investigación (tradicionalmente las principales actrices del sistema de innovación en esta cadena), hasta los proveedores privados de semillas, maquinaria, insumos quími-

cos, servicios especializados, etc., cuyo rol en el proceso de innovación es, como vimos antes, cada vez más elevado (Pomareda y Hartwich, 2006).

Estas tendencias se verifican también en otros sectores. Por ejemplo, en la minería se ha observado una creciente descentralización de actividades previamente desarrolladas por las empresas productoras hacia firmas especializadas que proveen servicios de exploración y testeo, diseño de equipamiento y procesos, servicios de perforación, manejo de proyectos, planeamiento, servicios ambientales, automatización (además de las firmas que tradicionalmente proveían de bienes de capital e insumos especializados), etc. (Urzúa, 2012). Lo mismo vale para la industria petrolera (ver Sasson y Blomgren, 2011). De este modo, se ha ido crecientemente hacia la formación de clusters o redes de innovación en las cadenas asociadas a RRNN.

En la sección siguiente vamos a explorar con un poco más de detalle la situación de nuestra región en la dinámica de cambio tecnológico en estas cadenas, analizando primero algunos indicadores generales y presentando luego brevemente tanto algunas ilustraciones relativas al papel de grandes empresas y organizaciones de ciencia y tecnología, como otras vinculadas al desarrollo o no del tipo de clusters y redes recién mencionadas.

2.1.3. LA SITUACIÓN DE AMÉRICA LATINA

2.1.3.1 Un panorama general

Si bien teniendo en mente las limitaciones ya comentadas, es útil comenzar este examen con los datos de patentamiento en la USPTO (considerando las 35 clases tecnológicas antes mencionadas). Dado que vamos a analizar la nacionalidad de los patentadores, es importante considerar algunas cuestiones adicionales que pueden complicar la interpretación de los datos. En particular, la asignación de residencia por país requiere de exámenes más profundos para determinar efectivamente si esta es correcta desde el punto de vista sustantivo y conocer mejor quiénes son los agentes que patentan en cada caso –individuos, empresas locales, filiales de multinacionales, universidades, instituciones públicas, entre otros–. De todos modos, como veremos, los datos son suficientemente ilustrativos en cuanto a su magnitud como para considerarlos válidos a los fines del análisis que queremos desarrollar aquí.

El cuadro 8 muestra el número de patentes obtenidas en la USPTO por distintos países que cuentan con abundantes dotaciones de RRNN (nótese que, en promedio, las naciones de América Latina son menos ricas en RRNN

que las de otras regiones, hecho que podría deberse a la desigual generosidad de la naturaleza o a una aún incompleta prospección o explotación de nuestras riquezas (ver la cuarta columna del cuadro 8). Los datos son presentados en valores absolutos y también relativos al número de habitantes y el stock de capital natural^{23 24} (para ambos denominadores usamos los datos estimados por el Banco Mundial) de cada país (el ordenamiento se hace en base a la intensidad *vis a vis* la población).

Cuadro 8. Patentes en cadenas de valor basadas en RRNN, 2008-2011

	Número de patentes*	Patentes/Capital natural**	Patentes/Población***	Capital natural per cápita	Ranking****
Canadá	1130	0,95	32,77	36.924	12
Finlandia	175	1,74	32,49	19.220	20
Noruega	149	0,29	30,09	110.162	4
Suecia	238	1,68	25,18	15.673	25
Dinamarca	96	0,90	17,22	19.616	19
Australia	252	0,31	11,14	39.979	11
Nueva Zelanda	49	0,23	11,12	52.979	8
Argentina	38	0,10	0,93	10.267	40
Uruguay	3	0,11	0,89	8.288	50
Venezuela	22	0,03	0,75	30.567	15
Brasil	110	0,04	0,56	14.978	26
Chile	9	0,03	0,52	18.870	21
Costa Rica	2	0,05	0,42	9437	41
México	31	0,05	0,26	6641	63
Guatemala	2	0,01	0,13	16691	23

* patentes obtenidas en la USPTO

** por USD billones

*** por millón de habitantes

**** puesto en el ranking de capital natural per cápita sobre 152 naciones con datos

Fuente: Elaboración propia en base a datos de USPTO y Banco Mundial.

23 El capital natural se mide como el valor presente neto de los distintos stocks de RRNN utilizando determinadas tasas de descuento y horizontes temporales.

24 En realidad, el concepto de capital natural no tiene nada de “natural”, ya que depende de factores tecnológicos y de mercado que llevan a que ciertos recursos que tienen potencialmente un uso económico puedan ser explotados de manera comercialmente viable.

Lo primero que se observa es que los países desarrollados tienen niveles de patentamiento sustancialmente mayores que los correspondientes a los de América Latina (considérese que los otros países de la región no figuran en el cuadro porque no tienen ninguna patente en las clases examinadas durante el período de referencia). La mayor cercanía se da entre los países de Oceanía y Argentina y Uruguay, pero aun en ese caso Australia y Nueva Zelanda tienen el doble o el triple de patentes con relación al stock de capital natural y más de 10 veces más si el ratio es contra el número de habitantes. En tanto, Canadá tiene 60 veces más patentes per cápita que Chile y Brasil, a la vez que Finlandia o Suecia tienen 40 veces más patentes que Brasil en proporción a sus respectivos stocks de capital natural y por arriba de 50 veces más que Chile. Suecia tiene casi 100 veces más patentes per cápita que México y más que 30 veces si la comparación se hace en relación con los stocks de capital natural. En suma, las naciones más avanzadas parecen estar aprovechando las oportunidades disponibles en estas cadenas de manera mucho más intensa que sus pares de América Latina.

Por otro lado, este grupo de 15 países tiene, siempre en el período analizado, el 23% del total de patentes otorgadas a extranjeros en estas clases, en tanto que los extranjeros en su conjunto tienen 39% del total de patentes otorgadas en la USPTO (Economics and Statistics Administration and United States Patent and Trademark Office) en esas áreas tecnológicas. Estos números contrastan bastante con las cifras de patentamiento en todas las clases tecnológicas, ya que en ese caso los extranjeros en su conjunto tienen más de la mitad de las patentes otorgadas entre 2008 y 2011, y los 15 países examinados detentan menos del 10% del total de patentes extranjeras entre esos años. Estos datos sugieren que los países intensivos en RRNN (incluidos los EEUU²⁵) tienen mayor propensión a patentar en las cadenas asociadas a dichos recursos (o sea que hay un cierto alineamiento de la especialización productiva con la tecnológica). Esto se observa también en el caso de los países de América Latina, los cuales, en su conjunto, tienen el 0,25% de las patentes totales otorgadas en la USPTO, y el 0,8% de las correspondientes a las cadenas aquí examinadas durante el período mencionado.

25 Obsérvese que la participación de residentes estadounidenses en las patentes correspondientes a estas cadenas es mucho mayor a la que tienen en el total del patentamiento en dicho país (62% contra 50%).

Cuadro 9. Participación en las patentes totales y en los sectores basados en RRNN, 2008-2011 (%)

	Total patentamiento en EEUU	Patentamiento en cadenas basadas en RRNN
Residentes de EEUU	48,9	61,3
Residentes extranjeros	51,1	38,7
Países intensivos en RRNN *	9,5	23,1
Países América Latina*	0,25	0,80

* Aquellos incluidos en el cuadro 8

Fuente: Elaboración propia en base a datos de USPTO.

Una manera de corroborar de algún modo la interpretación general que surge de nuestros números es tomar las cifras del informe ya mencionado de la USPTO (2012) en el cual se asignan patentes por industria. Este método tiene la ventaja, frente a nuestras estimaciones, de ser más preciso en la asignación sectorial, aunque sólo permite trabajar con muy pocas de las actividades que nos interesan. El cuadro 10 muestra los resultados para dos industrias, alimentos y madera (en ambos casos se cubre sólo la parte manufacturera de las respectivas cadenas). Usamos como patrón de normalización el stock de capital natural en pasturas y cultivos, y madera, respectivamente.

Los resultados obtenidos concuerdan con los anteriores. Sacando el excepcional caso de México en madera (que merecería una exploración más profunda), hay un solo ejemplo de un país de la región (Argentina) que tiene más patentes en madera *vis a vis* su stock de capital natural que un país desarrollado (Finlandia). En el resto de los casos las diferencias son siempre a favor de los países avanzados, generalmente con brechas sustantivas.

Por cierto, esto refleja un contraste más general en lo que hace a la dinámica innovativa de los países que hemos estado comparando. En el cuadro 11 resumimos por un lado datos sobre gasto en I+D sobre PIB, participación de los residentes de dichos países en el patentamiento total en los EEUU (tanto en valores absolutos como per cápita) y número de empresas que figuran en el mencionado ranking de las 1500 mayores firmas por nivel de gasto en I+D.

Cuadro 10. Patentes en las industrias de alimentos y madera, 2000-2008*

Madera			Alimentos		
	Número de patentes	Patentes / Capital natural**		Número de patentes	Patentes / Capital natural**
México	9	82,45	Dinamarca	91	2,15
Dinamarca	41	34,85	Finlandia	42	1,96
Australia	119	7,28	Suecia	42	1,67
Canadá	453	3,52	Noruega	21	1,27
Noruega	9	2,91	Canadá	98	0,64
Suecia	89	2,81	Nueva Zelanda	17	0,15
Nueva Zelanda	18	2,57	Australia	37	0,15
Argentina	6	0,58	Chile	4	0,07
Finlandia	24	0,51	Venezuela	2	0,03
Ecuador	1	0,26	Argentina	8	0,03
Venezuela	2	0,14	México	9	0,03
Chile	2	0,03	Rep Dominicana	1	0,03
Colombia	1	0,03	Uruguay	1	0,02
Brasil	5	0,01	Ecuador	1	0,01
			Brasil	9	0,01
			Colombia	1	0,01

* patentes obtenidas en la USPTO

** por USD billones

Fuente: Elaboración propia en base a datos de USPTO y Banco Mundial.

Cuadro 11. Datos comparativos sobre el desempeño innovativo de América Latina vis a vis algunas naciones desarrolladas ricas en RRNN

	Gastos en I+D*		Patentes en USPTO**		Empresas en el ranking de mayores organizaciones por gasto en I+D***		
	Sobre PIB (%)	Participación sector privado (%)	Total	Per cápita	Total	En cadenas de RRNN	Per cápita ****
Finlandia	3,78	70,5	3782	702,1	14	3	2,6
Suecia	3,37	69,3	5218	552	26	6	2,75
Dinamarca	3,09	67,6	2116	379,6	21	2	3,77
Australia	2,38	58	6181	273,2	12	4	0,53
Canadá	1,74	51,3	16914	490,5	10	0	0,29

Noruega	1,66	51,7	1303	263,1	9	3	1,82
Nueva Zelanda	1,3	41,4	580	131,7	1	1	0,23
Brasil	1,16	s.d	594	3	7	2	0,04
Argentina	0,62	23,2	171	4,2	1	1	0,025
Costa Rica	0,48	15,9	38	7,9	0	0	0
México	0,46	42,1	305	2,5	1	0	0,01
Chile	0,42	38,7	91	5,3	0	0	0
Uruguay	0,4	34,4	15	4,5	0	0	0
Guatemala	0,04	0	4	0,3	0	0	0
Venezuela	s.d	s.d	53	1,8	1	1	0,03

* 2011 o año más cercano

** 2008-2011

*** 2011

**** por millón de habitantes

Fuente: Elaboración propia en base a datos de USPTO, UNESCO, OECD y Banco Mundial.

Las cifras nos exigen de mayores comentarios. Pero el punto que queremos destacar es que los países ricos intensivos en RRNN no solo hacen un mayor esfuerzo innovador (y con un mayor peso del sector privado), patentan más y tienen más empresas en el ranking de las mayores organizaciones por gasto en I+D, sino que sus competencias innovadoras exceden por lejos las actividades basadas en RRNN. Esto último surge, por ejemplo, de comparar en el cuadro 11 la cantidad total de empresas que figuran en el ranking por niveles de gasto en I+D y cuántas de ellas operan en RRNN (Nueva Zelanda podría ser una excepción). En otras palabras, esos países han sido capaces de avanzar en materia tecnológica hacia ramas industriales y de servicios no relacionadas directamente con RRNN, incluso en el caso de naciones pequeñas como Dinamarca, Finlandia o Noruega. Este es sin dudas un punto clave a considerar cuando examinamos las perspectivas de nuestra región en el largo plazo.

Para completar el panorama general aquí esbozado vale la pena mencionar algunos datos adicionales. Fuglie *et al.* (2011) reportan estimaciones sobre la contribución de las firmas originarias de diversas áreas geográficas a los gastos en I+D en las cadenas agropecuarias. Si bien estos datos pueden tener un sesgo a subrepresentar la porción correspondiente a los PED, son de todos modos suficientemente ilustrativos como para dar una idea del panorama global en estas industrias. El cuadro 12 permite ver que las empresas de América Latina no llegaban a aportar el 1% en ninguna de las tres áreas principales. Si bien estas cifras, además del mencionado

problema de subrepresentación, no abarcan el total de gastos realizados en cada región (ya que las firmas pueden realizar I+D en terceros países, y sabemos que hay empresas europeas, estadounidenses y japonesas haciendo investigación en PED²⁶), están dando una idea clara de que la dinámica innovadora en las cadenas de valor asociadas a agricultura y ganadería está totalmente concentrada en las firmas de los países desarrollados más algunas emergentes provenientes del Este de Asia y el Pacífico.

Cuadro 12. Gastos en I+D por región de origen de las firmas privadas, 2006 (%)

	Agricultura	Ganadería	Alimentos
América del Norte	37,8	33,5	31,2
Europa	48,5	58,2	33,9
Asia Pacífico	12,8	7,6	34,3
América Latina	0,8	0,7	0,7
Total	100	100	100

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Fuglie *et al.* (2011).

Otros datos confirman esta misma situación que venimos describiendo. Por ejemplo, Australia, Sudáfrica y Nueva Zelanda gastan alrededor de 2,5% de su PIB agropecuario en I+D, contra 1% de Brasil, 1,2% de México o 1,3% de Chile (en EEUU esa cifra es más del 4%) –ver Moreddu (2012)–. En tanto, según datos de Beintema *et al.* (2012), en 2008 la región aportaba 10% de todo el gasto público en I+D a nivel global, contra 25% en Asia y 11% en África y Medio Oriente (comparada con la población, la cifra es alta si se la mide contra Asia y baja *vis a vis* África y Medio Oriente). La cuestión es que apenas tres países (Argentina, Brasil y México) concentran el 70% de toda la I+D realizada en la región (Ludena, 2012). Y si bien el gasto público en I+D *vis a vis* el PIB agropecuario es mayor al de cualquier otra región en desarrollo, es apenas algo más que un tercio del observado en los países desarrollados y, a diferencia de lo ocurrido en estos últimos, ha caído en la última década (Beintema *et al.*, 2012).

En tanto, el gasto en I+D detectado en las encuestas de innovación realizadas en América Latina es previsiblemente menor al observado en los

26 El mismo trabajo que venimos comentando reporta algunos casos de grandes multinacionales que hacen I+D en Argentina, Brasil y Chile.

EEUU para las mismas industrias basadas en RRNN, aunque, cabe destacar, las diferencias con aquel país no son tan significativas como en el agregado de la economía o de la industria manufacturera (en otras palabras, la brecha relativa de gasto en las cadenas de RRNN versus el promedio de la economía es menor en América Latina). Esta situación es ilustrada en el cuadro 13, con datos para Brasil correspondientes a 2008 (donde sobresalen las excepciones de petróleo, donde opera la ya citada Petrobras, y tabaco). Dado que es el país que más gasta en la región en I+D, podemos suponer que estos esfuerzos marcan, en general, un techo dentro del panorama regional (ver Peirano, 2006, para una comparación confirmatoria con el caso argentino).

Otro dato interesante es aportado por un trabajo de Cassiolato (2009), quien divide el gasto en I+D en Brasil según lo realicen empresas locales o extranjeras y muestra que no sólo la intensidad del gasto de las filiales extranjeras es en general menor al de las locales, sino que también es muy inferior al que sus casas matrices realizan a nivel global (cuadro 14).

Cuadro 13. Intensidad del gasto en I+D en Brasil por sector, 2008 (% sobre ventas)

Total	0,80
Industrias extractivas	0,13
Alimentos	0,24
Tabaco	0,72
Madera	0,1
Celulosa y papel	0,29
Coque, petróleo y biocombustibles	0,87
Siderurgia	0,22
Promedio manufactura	0,64

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la PINTEC, 2008.

Cuadro 14. Intensidad del gasto en I+D en Brasil por sector y tipo de empresa, 2005 (% sobre ventas)

	Total		150 mayores multinacionales en Brasil	
	Nacionales	Filiales	Filiales	Casas matrices
Minería	0,34	0	0	1,15
Alimentos	0,09	0,17	0,30	2,00
Tabaco	0	0,32	0,41	0,84

Madera	0,44	0	s.d.	s.d.
Papel	0,32	0,30	0,35	1
Celulosa	0,56	0,04	0,35	1
Petróleo	0,87	0		
Metalurgia básica	0,23	0,27	0,88	1,93
Total	0,62	0,75	0,69	5,00

Fuente: Cassiolato (2009).

En suma, diferentes datos muestran que América Latina está aprovechando insuficientemente las oportunidades disponibles para innovar en estas cadenas en comparación con otras regiones ricas en RRNN que han logrado recorrer el camino hacia el desarrollo. Esas regiones, a su vez, si bien conservan una potencia innovativa fuerte en las cadenas de nuestro interés, han logrado diversificar sus capacidades productivas, exportadoras y tecnológicas hacia un conjunto más amplio de actividades. Sólo para poner ejemplos “ilustres” de esta diversificación a nivel empresa, tenemos a Nokia en Finlandia (que empezó en el negocio de la madera), Bombardier (aviación) o Blackberry en Canadá, Ericsson, Volvo o SAAB en Suecia y Bang and Olufsen (electrónica) y Novo Nordisk (farmacéutica) en Dinamarca.

El desafío para nuestro continente es entonces enorme, más aún considerando que hay una cantidad de actores ya consolidados como líderes tecnológicos en estos mercados, en particular en aquellos en donde parece haber mayores oportunidades para innovar, mientras que hay muy pocas empresas latinoamericanas consolidadas como jugadoras globales en estas cadenas. Vamos ahora a revisar brevemente algunos casos concretos que permitirán ver las luces y sombras que pueblan el panorama regional.

2.1.3.2. Éxitos aislados en un panorama de debilidad

El diagnóstico recién descrito no debe ocultar la existencia de casos exitosos de construcción de capacidades innovativas de clase mundial en la región.

Uno de los ejemplos más notables es el de Petrobras, la cual registra, tal como mencionamos en la introducción, el mayor nivel de gasto en I+D (relativo a ventas) entre las mayores petroleras del mundo y está segunda, sólo detrás de Petrochina, en el ranking por gasto total. Consecuentemente con sus esfuerzos en la materia, la petrolera estatal brasileña ha logrado generar significativas capacidades tecnológicas propias en diversas áreas, con destaque en exploración y explotación en aguas profundas. Esto ha sido resultado

de un largo proceso en el cual fueron relevantes no solo las competencias y aprendizajes internos sino también la generación de alianzas y redes de colaboración con universidades, centros de investigación y otras empresas (Dantas y Bell, 2009; Furtado y Gomes de Freitas, 2000; Pellegrin *et al.*, 2010).

El CENPES, donde se nuclean las actividades de I+D de la empresa, tiene alrededor de 1800 investigadores, 30% de los cuales tienen títulos de Máster y Doctorado (Tataki *et al.*, 2008). Entre 2008 y 2012 la empresa consiguió 66 patentes en la USPTO (es la organización brasileña con mayor cantidad de patentes en dicha oficina), y solo en 2012 obtuvo 16 patentes, muy lejos de las 134 de Shell o Exxon o las 125 de Chevron, pero en niveles parecidos a los de BP o Total, y contra cifras nulas o casi nulas de grandes petroleras estatales de PED tales como las de Irán, Argelia, México, China, Rusia o Venezuela.

Más aún, en torno a Petrobras se ha creado un cluster de proveedores que ha acumulado significativas capacidades tecnológicas y dentro del cual se han establecido importantes circuitos de circulación de conocimiento (dos Santos Silvestre y Dalcol, 2010). Estas empresas proveen bienes y servicios complejos, muestran altos niveles innovativos y usualmente operan con tecnologías de frontera. En tanto, Ribeiro y Furtado (2011) también reconocen el proceso de descentralización tecnológica de Petrobras, que redundó en el fortalecimiento de instituciones públicas y universitarias en materia de investigación petrolera, así como en el arribo de proveedores extranjeros para hacer I+D en Brasil, aunque, a diferencia de los autores previos, tienen dudas sobre el nivel de capacidades tecnológicas de los proveedores locales de bienes y servicios.

En cualquier caso, la realidad de Petrobras y el sector petrolero en Brasil dista de poder ser generalizada a otros países de la región, ya que tanto Pemex como PDVSA o YPF²⁷ están lejos de haber desarrollado trayectorias semejantes. Flores-Macias y Musacchio (2011) atribuyen la débil capacidad tecnológica de Pemex a la facilidad con la cual se extraía tradicionalmente el petróleo en México, a la mayor injerencia del gobierno en el manejo de la empresa y a las carencias en materia de capital humano. En consecuencia, PEMEX y el Instituto Mexicano del Petróleo (quien debería ser el principal agente de la innovación petrolera en México) invierten poco en I+D y no lograron convertirse en jugadores globales en el desarrollo de tecnologías en

27 YPF, bajo la gestión privada de la española Repsol, primero en soledad y luego en asociación con un grupo de capital local, destinó muy bajos porcentajes de sus ingresos a actividades de I+D, e incluso hay observadores que sostienen que la intensidad de los esfuerzos tecnológicos domésticos decayó tras la privatización.

esta industria. Más aún, esta situación hace que PEMEX tenga dificultades para seleccionar y emplear adecuadamente tecnologías extranjeras, así como para avanzar en áreas tales como exploración de aguas profundas (Flores-Macias, 2008).

En tanto, el caso de PDVSA pareciera ser más bien uno de degradación de capacidades en los últimos años, ya que la empresa hasta los ochenta había logrado acumular significativos niveles de eficiencia y *expertise* y había desarrollado tecnologías nuevas apropiadas para los petróleos pesados de la Cuenca del Orinoco (Wright y Czelusta, 2002). Sin embargo, durante la administración Chávez la empresa ingresó en un sendero de creciente obsolescencia tecnológica, lo cual sería el resultado de haberle impuesto objetivos vinculados a la política doméstica más que a preservar su competitividad y capacidad innovativa (Goldstein y Baena, 2010). Más aún, se ha señalado que la firma al presente carece de una cultura de la innovación, sus gastos en I+D son bajos (apenas 0,2% de sus ventas según datos de la OECD) y sus capacidades innovativas dinámicas son muy escasas (Colina Arenas, 2007).

Yendo ahora a la minería, tenemos el caso de Chile, que es por lejos el mayor productor de cobre del mundo (con casi un tercio de la producción global). Si bien, como señala Arellano (2012), el país se ha venido acercando a la frontera tecnológica y su capacidad innovativa doméstica ha venido creciendo, los gastos en I+D son muy bajos y el país prácticamente no tiene patentes en la USPTO en la actividad minera²⁸ (Bas y Kunc, 2009)²⁹.

Es cierto que el complejo minero chileno ha hecho un *upgrading* tecnológico significativo, tal como se describe en Arellano (2012) y también en Katz (2001). Este último autor afirma que hubo un proceso importante de aprendizaje en los distintos agentes de dicho complejo (firmas de ingeniería, proveedores de equipos e insumo, laboratorios de I+D, universidades, escuelas técnicas), que incluso alcanzó a la gran firma estatal Codelco (Corporación Nacional del Cobre). Codelco pasó de ser una empresa burocratizada y conservadora a una organización moderna que creó su propio centro de I+D en los noventa, y generó una capacidad que le permitió no sólo aliarse con las firmas líderes del rubro a nivel mundial, sino también aumentar progresivamente la participación local (tanto propia como de subcontratistas) en los grandes proyectos mineros (la ingeniería de los proyectos construidos en

28 En contraste, la brasileña Vale, según datos de la OECD, gasta 2,6% de sus ventas en I+D y es por lejos la minera que más gasta en términos absolutos en ese rubro en todo el mundo.

29 El segundo productor mundial es Perú y tampoco tiene patentes asociadas a minería.

los ochenta y los noventa se hizo fuera del país, mientras que ahora se hace desde Chile). Incluso desarrolló algunas tecnologías propias que logró vender internacionalmente (de 1984 para acá Codelco ha obtenido 10 patentes en la USPTO, siendo el mayor patentador chileno junto con la Universidad de Chile, aunque apenas dos de esas patentes han sido obtenidas en los 2000).

Sin embargo, pese al *upgrade* de Codelco, el país no ha logrado desarrollar un cluster dinámico de empresas prestadoras de servicios mineros (Urzúa, 2012). Este último autor compara este caso con el de Sudáfrica, en donde la existencia de una minería más diversificada y con mayores desafíos tecnológicos, sumada a la presencia de empresas locales líderes con significativas capacidades tecnológicas e internacionalizadas, llevaron al desarrollo de un dinámico cluster de firmas de servicios mineros intensivos en conocimiento. Australia³⁰ y Canadá son otros casos de desarrollo de este tipo de clusters.

Por ejemplo, hacia 2008, mientras que el 60% de las firmas proveedoras de minería en Canadá tenían un laboratorio de I+D y casi el 95% había introducido nuevos productos, procesos o servicios, las cifras para Chile eran 10% y 43%, respectivamente (Cachon y Blanco, 2008). En tanto, Maggi señala que más de dos tercios de los proveedores mineros en Chile tienen muy baja capacidad de absorción tecnológica, alrededor de 30% posee algunas capacidades adaptativas y apenas el 1,5% restante tiene capacidad de hacer innovación de carácter incremental. Por su parte, en un estudio de tipo regional, Arias *et al.* (2012) encuentran que la minería en Antofagasta, la principal región productora en Chile, opera como un enclave, con pocos vínculos (comerciales, y menos aún tecnológicos) de las firmas mineras con las PyMEs locales, que a su vez son poco competitivas³¹.

Yendo ahora a los recursos agropecuarios, en Brasil destaca, por ejemplo, el caso del programa del etanol, producto del cual dicho país es el principal exportador mundial. Más aún, siguiendo a Bound (2008), si bien Brasil es conocido por haber desarrollado un potente complejo tecno-productivo en torno a dicho combustible (que incluye la emergencia de un eficiente sector local de producción de bienes de capital, según Tinoco Ferraz, 2008), tanto en San Pa-

30 Por ejemplo, Arellano (2012) señala que más del 60% del software utilizado por la minería mundial es provisto por compañías australianas y que las exportaciones del sector de servicios y tecnología para la minería superan los 3 mil millones de dólares.

31 Bas *et al.* (2008) afirman que en otras actividades basadas en RRNN donde la economía chilena ha sido exitosa en años recientes, salmón y vinos, tampoco se ha observado la creación de clusters innovativos dinámicos.

blo como en Río de Janeiro hay avanzados programas de I+D en áreas de frontera vinculados al desarrollo de biocombustibles de segunda generación. *Pari passu*, el país ha seguido avanzando en pos de mejorar la productividad en el sector azucarero, y ya en 2003 los científicos brasileños habían completado la identificación de 40.000 genes de la caña de azúcar, en tanto que el programa SUCEST (promovido por la FAPESP), con su red de 50 laboratorios, es la mayor iniciativa global en genómica de caña de azúcar³². En contraste, en el caso argentino, la industria de biocombustibles, si bien fuertemente exportadora, desarrolla muy escasamente actividades de innovación (Stubrin *et al.*, 2013).

Otro caso interesante en Brasil es el del desarrollo de variedades de eucalipto aptas para fabricar pulpa de alta calidad, así como tecnologías para aprovechar el eucalipto en orden a producir tableros de madera que compiten con otras especies previamente consolidadas en el mercado (Marin *et al.*, 2009). Los esfuerzos respectivos han sido llevados adelante no sólo por universidades y centros tecnológicos, sino también por empresas privadas nacionales.

Algunos países pequeños también han logrado éxitos innovativos significativos en el sector agropecuario. Gu *et al.* (2008) destacan el caso de Costa Rica, en donde el CICAPE ha contribuido a mejorar la calidad y eficiencia de la producción cafetera gracias al desarrollo de nuevas variedades y técnicas de cultivo. Sin embargo, Cornick *et al.* (2013) advierten que esto no se ha traducido en la obtención de precios diferenciales o en el escalamiento en la cadena de valor hacia mayores grados de procesamiento.

Siguiendo con ejemplos de Brasil, tenemos el caso del mercado cárnico, en donde empresas como JBS y otras han escalado hacia el segmento premium del mundo desarrollado a partir de innovaciones de proceso y organizacionales que permitieron avanzar en áreas tales como calidad, sanidad, monitoreo, marketing y coordinación vertical (Anlló *et al.*, 2009).

También podemos citar el ejemplo de Tenaris, empresa siderúrgica argentina del grupo Techint especializada en la producción de tubos sin costura para la industria petrolera. Esta empresa, que tiene filiales productivas en 15 países de América Latina, América del Norte, Asia y Europa, mantiene cuatro centros de I+D, el mayor de los cuales está en Argentina. El proceso de internacionalización de Tenaris comenzó en los noventa y se dio de manera

32 En Argentina también se ha dado un caso de éxito significativo en materia de biotecnología de la caña de azúcar, a partir de la colaboración público-privada en la provincia de Tucumán (Bisang *et al.*, 2013).

acelerada, hasta permitirle a la empresa alcanzar el papel de jugador global en la industria de tubos sin costura y ser uno de los dos líderes del mercado mundial respectivo. El CINI (Centro de Investigación Industrial), nombre que identificaba al centro argentino hasta hace poco, nació hace dos décadas con el fin de acompañar el proceso de internacionalización de la empresa y en particular su pasaje progresivo hacia una competitividad basada en calidad y diferenciación de producto antes que en costos. Los restantes centros de I+D de la compañía están en México, Italia y Japón (ver López *et al.*, 2010).

Sin embargo, estos y algunos otros casos aislados son excepciones, ya que hay muy pocas empresas latinoamericanas con presencia global en el mercado de alimentos o acero, y mucho menos aún con capacidades innovativas relevantes a escala internacional. Siguiendo a Anlló *et al.* (2009), lo primero se debe justamente a que son pocas las empresas de la región que se insertan en cadenas globales en base al dominio de los comandos tecnológicos respectivos. En la mayor parte de los casos la inserción se da en tramas controladas por grandes empresas productivas o de comercialización originarias de países desarrollados (como las cadenas de supermercados o de *retailing*). Si bien esto implica una casi continua actividad innovativa para mantenerse dentro de las respectivas cadenas, esta es resultado de dinámicas orientadas por los compradores externos en base a requerimientos de calidad, seguridad, etc. Bisang (2011) menciona algunos factores detrás de esta situación, incluyendo cuestiones de tamaño relativo, las barreras a la entrada ya existentes en estos mercados, la debilidad de la provisión de bienes públicos en la región, entre otros.

En el área agropecuaria, Embrapa, como se mencionó en la introducción, fue responsable directa de importantes éxitos tecnológicos en el sector agropecuario brasileño, con destaque para el caso de la soja. La organización cuenta con 2.300 investigadores de alto nivel, casi el 100% de los cuales tiene títulos de posgrado –la mitad de ellos cuentan con doctorado– (Sennes, 2009). Embrapa incluso ha logrado desarrollar organismos genéticamente modificados en cultivos de interés para Brasil a costos mucho menores que los promedios mundiales, según Rocha (2012). Mientras que para las grandes compañías privadas generar un evento transgénico cuesta alrededor de 130 millones de dólares y el plazo desde su creación hasta su liberación comercial es en promedio de 13 años, EMBRAPA

generó el poroto GM 5.1, resistente al virus del mosaico dorado, con un costo de 3,5 millones de dólares en un período de alrededor de 10 años³³.

Ahora bien, este ejemplo es claramente un caso aislado y dista mucho de que podamos considerarlo representativo de lo que ocurre en la región. Trigo *et al.* (2010) señalan que aun en los países con sistemas de investigación más avanzados en biotecnología (Brasil, México, Argentina), los recursos destinados al área están muy lejos de poder evitar una progresiva ampliación de la brecha que separa a la región respecto de los líderes en términos de capacidad innovativa en ese sector (ver también IICA, 2012). Incluso los autores observan un dominio bastante extendido de técnicas biotecnológicas, pero con foco en aquellas convencionales³⁴ (y en desmedro relativo de las “modernas”³⁵, salvo en los tres países mencionados). Estos casos, junto con los de Colombia, Chile, Costa Rica y Uruguay –aunque estos con una potencialidad más acotada–, son los únicos en la región en donde es factible pensar en potenciar las capacidades innovativas locales. Para esto se requiere, según los autores citados, trabajar en áreas tales como inversión pública en I+D y temas de propiedad intelectual y bioseguridad, además de fortalecer el rol del sector privado en la generación de innovaciones, incluyendo la promoción de alianzas tecnológicas público-privadas (ver también Pomareda y Hartwich, 2006)³⁶.

En cualquier caso, este diagnóstico se corresponde con el hecho de que la región participa poco en la generación de innovaciones en los cultivos de mayor valor comercial a escala global. Esto se debe a una serie de factores que incluyen: i) las economías de escala en la I+D; ii) la cristalización de un modelo en donde un pequeño grupo de multinacionales (que tienen la capacidad de desarrollar estrategias de “bloqueo tecnológico” a través, por ejemplo, del uso estratégico del patentamiento) domina un conjunto de genes que se cruzan con variedades localmente adaptadas –en donde los semilleros nacionales encuentran oportunidades de negocio (Bisang *et al.*, 2008), pero están cada vez más lejos de poder competir fuera de sus fronteras locales–; iii) los costos de atender los requisitos de bioseguridad (que

33 Por cierto, esta es, por ahora, una excepción entre los institutos de investigación agropecuaria de la región, aunque en algunos casos se están dando pasos en la misma dirección (por ejemplo, en Argentina).

34 Cultivo de tejidos, marcadores moleculares, etc.

35 ADN recombinante, transformación genética, genómicas funcional y estructural.

36 Los autores argumentan que el sector privado fue el principal agente detrás de avances tecnológicos que permitieron desarrollar las exportaciones de productos tales como flores, frutas, salmón, langostinos, algunos vegetales y pollos de engorde en la región.

las multinacionales pueden afrontar con mayor facilidad); y iv) el hecho de que los institutos públicos (en contextos de restricción presupuestaria) se ven obligados a diversificar sus agendas de investigación en una gran variedad de cultivos y a atender aquellos que no son de interés para las multinacionales, pero sí tienen relevancia local o regional (Trigo *et al.*, 2010). En consecuencia, si bien la región cuenta con capacidades de investigación importantes, en particular en los países de mayor tamaño (Trigo *et al.*, 2010; Gutman y Lavarello, 2007) no logra insertarse como un jugador relevante a escala internacional.

2.1.4. ALGUNAS CONCLUSIONES Y UNA AGENDA A FUTURO

En este trabajo hemos intentado mostrar en primer lugar que las estadísticas disponibles³⁷ sugieren que, salvo en biotecnología agropecuaria y, en una menor medida, agroquímicos, los sectores basados en RRNN tienen una dinámica innovativa menos potente que el promedio en las economías desarrolladas³⁸ (y que dicha dinámica no se ha acelerado relativamente *vis a vis* otras industrias). Sin embargo, parece haber una suerte de mundo relativamente oculto para esas estadísticas (y por tanto de dimensiones difusas) en donde moran proveedores de bienes y servicios especializados intensivos en conocimiento que abastecen al agro, la minería, el petróleo, y que son altamente innovadores.

37 Si bien estas estadísticas tienen, como se discutió a lo largo del trabajo, diversas limitaciones cuando se las considera indicador por indicador, interpretadas en conjunto presentan un diagnóstico bastante homogéneo de la realidad que queremos analizar.

38 Si bien analizar este tema excede el propósito de este artículo, digamos que hay algunas razones que podrían explicar ese menor dinamismo, incluyendo el hecho de que en muchos sectores manufactureros y de servicios hay una permanente necesidad de innovar en materia de productos como resultado de la fuerte competencia en el mercado. Adicionalmente, algunas características de los sectores basados en RRNN podrían generar desincentivos a innovar, incluyendo la volatilidad de precios, o los riesgos creados por la alta intensidad de capital y largos proyectos de maduración de muchas de esas actividades (notoriamente en minería y petróleo) –ver Sharpe y Long (2012)–. Pero al mismo tiempo, la dificultad para diferenciar productos podría incentivar la innovación en procesos, y las crecientes presiones en el área ambiental también serían un *driver* para generar innovaciones en estas industrias (Sharpe y Long, 2012). Adicionalmente, en la medida en que, como ha venido ocurriendo en cierta medida, se “descomoditicen” los sectores de RRNN podrían incrementarse las oportunidades para innovar en productos (Marín *et al.*, 2009).

En segundo lugar, hemos también tratado de evidenciar que algunos países ricos en RRNN que hoy son desarrollados (Australia, Canadá, las naciones escandinavas) han explotado mucho más intensamente que América Latina las oportunidades de innovación en las cadenas asociadas. Las comparaciones entre ambas regiones, por cierto, deben incluir factores tales como que aquellas naciones desarrolladas tienen más capital natural que América Latina (lo cual en parte podría ser endógeno al mayor desarrollo de sus sistemas de innovación), pero también más capital humano que nuestro continente. Y es este último factor, junto con las ventajas de la geografía (por ejemplo, el hecho de tener vecinos “ricos”) y la predominancia de contextos institucionales más favorables, lo que les ha permitido diversificar sus economías y sus exportaciones (más allá de su base de RRNN) en mucha mayor medida que América Latina (con la excepción de Brasil).

En tercer lugar, si bien en los últimos años se ha observado en América Latina un proceso significativo de adopción y difusión de cambios tecnológicos y organizacionales que han dado lugar a aumentos importantes de la productividad en las cadenas de RRNN, esto no ha venido acompañado, salvo excepciones, de un incremento visible en las capacidades innovativas de la región (más allá de lo tradicional, que es la innovación incremental y adaptativa, destacable por ejemplo en el caso del desarrollo de nuevas variedades vegetales y ganaderas, actividad en la que países como Argentina y Brasil han venido desempeñándose de manera dinámica, dando lugar a notables mejoras de rendimientos). Petrobras, EMBRAPA y algunos otros casos puntuales son ejemplos de que las potencialidades existen, pero esos ejemplos no alteran un panorama general en donde la brecha en materia de capacidad innovativa con el mundo desarrollado no parece haberse achicado.

En suma, tal y como sugieren algunos estudios previos, el problema del bajo gasto en I+D en América Latina parece ser en parte resultante de su patrón de especialización, pero también de una falta de aprovechamiento de las oportunidades disponibles para innovar aún en los sectores de RRNN en donde tenemos ventajas comparativas obvias (y en este sentido, los problemas que impiden aprovechar esas oportunidades son básicamente los mismos que los que operan en las cadenas manufactureras o de servicios donde la región está inserta).

¿Cómo empezar a cambiar este panorama? Claramente, la situación de América Latina debe ser examinada considerando en todo momento su heterogeneidad. Hay naciones en las que la tarea principal pasa por desarrollar o potenciar las capacidades de absorción de tecnologías extranjeras. En otras, en cambio, es posible pensar, y éste ha sido el foco de nuestro artículo, en em-

pezar a promover un mejor aprovechamiento de las oportunidades para innovar disponibles en las respectivas cadenas en donde cada país esté inserto, en base a su respectiva dotación de recursos naturales. Claramente esto implica otra diferenciación no menor, ya que la dinámica del cambio tecnológico en cada cadena tiene sus especificidades. Aquí presentamos algunas reflexiones de carácter general, quedando para futuros trabajos la profundización del análisis en cada cadena, país y subregión.

Digamos de entrada que, por cierto, el tránsito de este sendero es intensivo en políticas públicas, y no sólo aquellas directamente vinculadas con ciencia y tecnología (ver el análisis de Sasson y Blomgren, 2011, para el sector petróleo en Noruega, y el de Sharpe y Long, 2012, para las industrias de RRNN en Canadá). La ventaja es que este puede ser recorrido en un tiempo más breve del que algunos supondrían: por ejemplo, Wright y Czelusta (2004) destacan el caso de Noruega, donde se descubrieron los primeros yacimientos petrolíferos comerciales recién en 1969, y sin embargo logró generar significativas capacidades ingenieriles e innovativas en un breve lapso gracias a inversiones tanto en capital humano como en desarrollo tecnológico. Ahora bien, más que en las políticas en sí (donde no hay un gran espacio para la creatividad, ya que al presente hay una amplia experiencia acumulada en materia de políticas de innovación), aquí queremos concentrarnos en los posibles actores que podrían protagonizar el tránsito hacia una economía más innovadora en las cadenas de RRNN de la región.

Una primera posibilidad son los institutos públicos de investigación y las universidades. En esta materia, la situación parece ser, con algunas excepciones, de debilidad. En el caso agropecuario, por ejemplo, Trigo *et al.* (2012) señalan carencias estratégicas significativas (por ejemplo, en biotecnología y conservación/medio ambiente), dificultades en materia de capital humano y financiamiento, así como una baja capacidad de articulación con los respectivos sistemas de innovación, en un contexto en donde en general esas instituciones están expuestas a un alto grado de vulnerabilidad política. Estas carencias son tanto más importantes en cuanto que los derrames de conocimiento provenientes de la investigación pública llevada adelante en los países desarrollados tienden a ser menos potentes que en el pasado, considerando que dicho tipo de investigación se orienta cada vez más a temas tales como seguridad, calidad, medio ambiente, entre otros, y menos a productividad o costos (en donde el sector privado está tomando la delantera) –ver Pardey *et al.* (2006)–.

En general, vemos el rol de las instituciones públicas (y de las universidades) como complementario y no como líder de un salto adelante en materia de esfuerzos innovativos en las cadenas de RRNN. Esas organizaciones

deberían concentrar sus esfuerzos en la generación de conocimiento básico o de difícil apropiación privada (o donde los retornos privados son bajos pero los sociales pueden ser elevados), y en la cooperación y la provisión de asistencia técnica a las iniciativas privadas, más allá de que en algunos casos (como el de EMBRAPA) puedan ir más allá, incluyendo la generación de innovaciones comercialmente viables en el área de semillas por ejemplo. En cualquier caso, esto implica aumentar la disponibilidad de fondos y focalizar mejor las áreas de trabajo de esas organizaciones a fin de incrementar el impacto de sus actividades. Adicionalmente, la formación de recursos humanos de excelencia es por cierto una tarea indelegable de estas organizaciones, en particular de las universidades.

Una segunda posibilidad es potenciar el rol y las capacidades de los “campeones nacionales”. Petrobras, Tenaris o Vale son ejemplos, más o menos exitosos, de ese tipo de campeones en las cadenas de nuestro interés. El problema es que hay muy pocas organizaciones privadas o públicas en América Latina que tengan la escala suficiente como para tener la capacidad de destinar recursos significativos a las actividades de innovación (tal que puedan competir con las corporaciones globales que dominan sus respectivos mercados) así como para sobreponerse a las diversas barreras a la entrada que existen en los respectivos mercados. Más aún, en una era en donde la tercerización de funciones parece ser una tendencia consolidada, estas organizaciones podrían jugar más bien el rol de *pivots* de redes innovativas que constituirse *per se* en usinas importantes de innovaciones *in house*.

En tercer lugar, la región podría atraer I+D de las empresas multinacionales que lideran las cadenas de RRNN. Esto, como vimos antes, ha venido ocurriendo en escasa medida en América Latina (no sólo en estas sino también en otras cadenas industriales y de servicios, pese a que hay una tendencia visible a que las multinacionales descentralicen sus actividades de I+D hacia PED). Incluso esto podría apoyarse en factores tales como la necesidad de desarrollar soluciones tecnológicas idiosincráticas para explotar ciertos tipos de RRNN en función de variables vinculadas al clima, impactos ambientales, geografía (esto es notorio en semillas) y también podría potenciar el rol de las alianzas que hoy existen en algunos ámbitos entre las multinacionales e innovadores locales que disponen de conocimientos específicos sobre sus medios domésticos (es el caso de semillas, por ejemplo).

Con relación a estas dos últimas alternativas, si bien no tenemos claro cuáles son sus reales potencialidades (y es algo que seguramente debería explorarse mejor a través de estudios más detallados por sector), en todo caso está claro que un requisito para que estos caminos puedan comenzar

a explorarse es elevar fuertemente la dotación de capital humano de alto nivel y mejorar la infraestructura física y de comunicaciones disponible en los países de la región, una tarea que sin dudas no podrá tener resultados inmediatos (además de ofrecer probablemente beneficios tributarios *ad hoc*, especialmente si se quiere atraer inversión extranjera).

Finalmente (tomemos nota de que por cierto estas variantes que analizamos no son excluyentes sino complementarias), queda la posibilidad, sugerida en varios lugares de este trabajo, de promover la formación de clusters de proveedores de equipos, insumos y servicios especializados para las actividades basadas en RRNN. Claramente esta no es tampoco una tarea fácil (y es por ello que estos clusters no han tenido un desarrollo significativo en la región), pero entendemos que puede haber una posibilidad de que varios de los actores antes mencionados, junto con empresas locales de tamaño mediano e incluso pequeño, puedan desarrollar innovaciones asociadas a encadenamientos “hacia atrás” y “laterales” en forma de bienes y servicios especializados intensivos en conocimiento. En nuestra visión, esta es probablemente una estrategia más promisoría que ir por el lado de los encadenamientos aguas abajo (procesamiento). Las necesidades en materia de políticas públicas son claramente muy importantes, y apuntan a cuestiones de financiamiento, capital humano, promoción de vinculaciones y atracción de inversiones específicas, entre otras.

Este conjunto de reflexiones son, ciertamente, especulativas, ya que los datos y evidencia aquí recogidos son fragmentarios y es necesario profundizar en su análisis, así como complementarlos con nuevas investigaciones que generen información más desagregada y precisa sobre los fenómenos de nuestro interés, discriminando en particular entre las distintas cadenas aquí abarcadas, y desarrollando o empleando indicadores más aptos para captar las particularidades de la innovación en estas distintas actividades. El estudio de las experiencias de países desarrollados ricos en RRNN que han logrado generar una dinámica innovativa exitosa en las cadenas respectivas es otro tema clave de la agenda de investigación futura.

Asimismo, no podemos olvidar que estamos en pleno proceso de desarrollo de revoluciones tecnológicas significativas, en particular en el campo de lo que podemos llamar bioindustria, las cuales podrán transformar radicalmente la manera en que entendemos y usamos nuestros RRNN renovables.

De todos modos, creemos que el trabajo presentado es relevante para plantear algunos de los interrogantes principales en torno a las cuestiones que están en el centro del debate sobre la innovación en las cadenas de RRNN en América Latina. Si abandonamos la idea de que los RRNN son

un destino (en forma de bendición o maldición), una forma pragmática de proceder es tratar de aprovecharlos al máximo, y es aquí donde nuestra región ha fallado. Este trabajo ha intentado proponer algunas opciones para comenzar a intentar revertir esa realidad.

REFERENCIAS

- Albrieu, R. (2012). “La macroeconomía de los recursos naturales en América Latina”. En R. Albrieu, A. López y G. Rozenwurcel (ed.). Los recursos naturales como palanca del desarrollo en América del Sur: ¿Ficción o Realidad? Montevideo: Red Mercosur.
- Anlló, G., Bisang, R., Campi, M. y Albornoz, I. (2009). “Innovación y competitividad en tramas globales”. Colección Documentos de proyectos. Santiago de Chile: CEPAL.
- Arellano, J. P. (2012). “El Cobre como palanca de desarrollo para Chile”. En R. Albrieu, A. López y G. Rozenwurcel (ed.). Los recursos naturales como palanca del desarrollo en América del Sur. ¿Ficción o realidad? Montevideo: Red Mercosur.
- Arias, M., Atienza, M. y Cademartori, J. (2012). “Large Mining Enterprises and Regional Development: Between the Enclave and Cluster”. WP2012-01. Antofagasta, Chile: Universidad Católica del Norte.
- Bas, T. G., Amoros, E. y Kunc, M. (2008). “Innovation, Entrepreneurship and Clusters in Latin America Natural Resource: Implication and Future Challenges”. *Journal of Technology Management & Innovation*. 3 (4): 52-65.
- Bas, T. G. y Kunc, M. H. (2009). “National Systems of Innovations and Natural Resources Clusters: Evidence from Copper Mining Industry Patents”. *European Planning Studies*. 17 (12): 1861-79.
- Beintema, N., Stads, G.-J., Fuglie, K. y Heisey, P. (2012). “ASTI Global Assessment of Agricultural R&D Spending: Developing Countries Accelerate Investment”. Roma, Italia: Agricultural Science and Technology Indicators (ASTI).
- Bisang, R. (2011). “Agro y recursos naturales en la Argentina: ¿enfermedad malidita o desafío a la inteligencia colectiva?”. *Boletín Informativo Techint*. 336.
- Bisang, R., Anlló, G. y Campi, M. (2008). “Una revolución (no tan) silenciosa. Claves para repensar el agro en Argentina”. *Desarrollo Económico*. 48 (190/191): 165-207.
- (2009). “Cadenas de valor en la agroindustria”. En B. Kosacoff y R. Mercado (ed.). *La Argentina ante la nueva internacionalización de la producción. Crisis y oportunidades*. Buenos Aires: PNUD-CEPAL.
- Bisang, R., González, A., Hallak, J. C., López, A., Ramos, D. y Rozemberg, R. (2013). “Public-Private Collaboration for Productive Development Policies: The Case of Argentina”. Informe preparado para el Banco Interamericano de Desarrollo.
- Borouh, M. (2010). “NSF Releases New Statistics on Business Innovation”. Info-Brief NSF 11-300. Arlington, VA: National Science Foundation, Directorate for Social, Behavioral, and Economic Sciences.
- Bound, K. (2008). *Brazil: the natural knowledge economy*. Londres: DEMOS.
- Cachon, J. C. y Blanco, H. (2008). “Innovation, Marketing, and Management Stra-

- tegies Among Mining Supply Firms: A Comparison Between Canada and Chile". International Council for Small Business World Conference. Halifax, Canadá.
- Campi, M. y Nuvolari, A. (2013). "Intellectual Property Protection in Plant Varieties. A New Worldwide Index (1961-2011)". Working Paper Series 2013/09. Pisa, Italia: Institute of Economics and Laboratory of Economics and Management (LEM).
- Cassiolato, J. E. (2009). "Brazil - TNCs and the NSI". International Seminar on Innovation and Development under Globalization: BRICS Experience, 19-21 August 2009. Trivandrum, India: RedeSist.
- Cimoli, M., Porcile, G. y Rovira, S. (2010). "Structural change and the BOP-constraint: why did Latin America fail to converge?". *Cambridge Journal of Economics*. 34 (2): 389-411.
- Cohen, W. M., Nelson, R. R. y Walsh, J. P. (2000). "Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not)". Working Paper No. 7552. NBER.
- Chang, H. J. (2001). "Intellectual Property Rights and Economic Development: Historical lessons and emerging issues". *Journal of Human Development: A Multi-Disciplinary Journal for People-Centered Development*. 2 (2): 287-309.
- Colina Arenas, B. (2007). "Modelos de desarrollo de dinámicas de innovación en Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA)". *Problemas del Desarrollo*. 38 (148): 195-220.
- Cornick, J., Jimenez, J. y Román, M. (2013). "Public-Private Collaboration for Productive Development Policies: The Case of Costa Rica". Informe preparado para el Banco Interamericano de Desarrollo.
- Dahlman, C. y Nelson, R. (1993). "Social Absorption Capability, National Innovation Systems and Economic Development". Documento presentado en la UNU/Intech Research Conference, Maastricht, junio.
- Dantas, E. y Bell, M. (2009). "Latecomer firms and the emergence and development of knowledge networks: The case of Petrobras in Brazil". *Research Policy*. 38 (5): 829-44.
- Di Tella, G. (1985). "Rents, quasi-rents, normal profits and growth: Argentina and the areas of recent settlement". En D. C. Platt y G. Di Tella (ed.). *Argentina, Australia and Canada. Studies in Comparative Development, 1870-1965*. Oxford: Macmillan and St Antony's College.
- Diamond, J. (2006). *Armas, Gérmenes y Acero*. Barcelona: Debate.
- dos Santos Silvestre, B. y Tavares Dalcol, P. R. (2010). "Innovation in Natural Resource-based Industrial Clusters: A Study of the Brazilian Oil and Gas Sector". *International Journal of Management*. 27 (3): 713-27.
- Economics and Statistics Administration and United States Patent and Trademark Office (2012). "Intellectual Property and the U.S. Economy: Industries in Focus". U.S. Department of Commerce.

- Flores-Macias, F. (2008). "How the Mexican Petroleum Industry Fell Behind in its Innovative and Absorptive Capacity and Why New Frontiers Are Not Likely to Be Unveiled for Some Time". Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- Flores Macías, F. y Musacchio, A. (2011). "¿Qué tiene Petrobras que no tiene Pemex?". *Nexos en línea*. México: 01/08/2011.
- Fogarty, J. P. (1977). "Difusión de tecnología en áreas de asentamiento reciente: el caso de Australia y de la Argentina". *Desarrollo Económico*. 17 (65): 133-42.
- Fuglie, K. y Ling Wang, S. (2012). "New Evidence Points to Robust but Uneven Productivity Growth in Global Agriculture". *Amber Waves*. 10 (3): 1-6.
- Fuglie, K. O. (2012). "Productivity Growth and Technology Capital in the Global Agricultural Economy". En K. O. Fuglie, S. Ling Wang y V. E. Ball (ed.). *Productivity Growth in Agriculture: An International Perspective*. Oxfordshire, UK: CAB International.
- Fuglie, K. O., Heisey, P. W., King, J. L., Day-Rubenstein, K., Schimmelpfennig, D. y Ling Wang, S. (2011). "Research Investments and Market Structure in the Food Processing, Agricultural Input, and Biofuel Industries Worldwide". Executive Summary, EIB-90. U.S. Dept. of Agriculture, Economic Research Service.
- Furtado, A. T. y Gomes de Freitas, A. (2000). "The catch-up strategy of Petrobras through cooperative R&D". *The Journal of Technology Transfer*. 25 (1): 23-36.
- Goldstein, A. y Baena, C. (2010). "Drivers of internationalization of companies from emerging economies: comparing Petrobras (Brazil) and PDVSA (Venezuela)". *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*. 3 (4): 392-407.
- Gu, S., Castro, A., Orozco, J., Díaz, R., Adeoti, J. O. y Sinh, B. T. (2008). "The Agro-food Sector in Catch-up Countries: A Comparative Study from Sectoral Systems Perspective". 4th Globelics International Conference. Ciudad de México: Septiembre 22-24.
- Gutman, G. E. y Lavarello, P. (2007). "Biotecnología y desarrollo. Avances de la agrobiotecnología en Argentina y Brasil". *Economía: Teoría y práctica*. 27: 9-39.
- Howitt, P. y Mayer-Foulkes, D. (2004). "R&D, Implementation and Stagnation: A Schumpeterian Theory of Convergence Clubs". Working Paper No. 9104. NBER.
- IICA (2012). "Sembrar innovación para cosechar prosperidad: la innovación como solución a los retos de la agricultura". En IICA (ed.). *Situación y desempeño de la agricultura en ALC desde la perspectiva tecnológica*. Informe de 2012. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Jara, J. J., Péreza, P. y Villalobosc, P. (2010). "Good deposits are not enough: Mining labor productivity analysis in the copper industry in Chile and Peru 1992–2009". *Resources Policy*. 35 (4): 247-56.

- Katz, J. M. (2001). *Structural Reforms, productivity and technological change in Latin America*. Santiago, Chile: CEPAL.
- Lederman, D. y Maloney, W. F. (2003). "R&D and Development". Policy Research Working Paper 3024. World Bank.
- (2007). "Neither Curse nor Destiny: Introduction to Natural Resources and Development". En D. Lederman y W. F. Maloney (ed.). *Natural Resources: Neither Curse nor Destiny*. The World Bank and Stanford University Press.
- López, A. (2009), "Innovation and appropriability: empirical evidence and research agenda". En *The Economics of Intellectual Property. Suggestions for Further Research in Developing Countries and Countries with Economies in Transition*, WIPO, Ginebra.
- López, A., Niembro, A. y Ramos, D. (2010). "Servicios de Investigación y Desarrollo". En A. López y D. Ramos (ed.). *La exportación de servicios en América Latina: los casos de Argentina, Brasil y México*. Montevideo, Uruguay: Red Mercosur.
- López, A. y Ramos, D. (2013, en prensa). "¿Pueden los servicios intensivos en conocimiento ser un nuevo motor de crecimiento en América Latina?". *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*.
- Ludena, C. E. (2012). "Agricultural Productivity Growth, Efficiency Change and Technical Progress in Latin America and the Caribbean". BID.
- Maloney, W. y Rodríguez-Clare, A. (2007). "Innovation Shortfalls". Policy Research Working Paper No. 4283. World Bank.
- Maloney, W. F. (2002). "Innovation and Growth in Resource Rich Countries". Working Papers 148. Santiago de Chile: Banco Central de Chile.
- Marin, A., Navas-Aleman, L. y Pérez, C. (2009). "The possible dynamic role of natural resource-based networks in Latin American development strategies". Preparado para el Proyecto CEPAL-SEGIB.
- Mazzoleni, R. y Nelson, R. R. (1998). "The benefits and costs of strong patent protection: a contribution to the current debate". *Research Policy*. 27 (3): 273-84.
- Moreddu, C. (2012). "Agricultural Innovation Systems: Examples from outside Europe". Joint SCAR-Solinsa Conference: The future of AKIS in Europe. Bruselas, 5 de marzo.
- Moschini, G. (2010). "Competition Issues in the Seed Industry and the Role of Intellectual Property". Working Paper No. 10015. Iowa State University.
- Nelson, R. R. y Wright, G. (1992). "The Rise and Fall of American Technological Leadership: The Postwar Era in Historical Perspective". *Journal of Economic Literature*. 30 (4): 1931-64.
- Nochteff, H. (1994). "Los senderos perdidos del desarrollo. Elite económica y restricciones al desarrollo en la Argentina". En D. Azpiazu y H. Nochteff (ed.). *El desarrollo ausente. Restricciones al desarrollo, neoconservadorismo y elite*

- económica en la Argentina. Ensayos de economía política. Buenos Aires: Flacso/Tesis-Norma.
- Pardey, P. G., Alston, J. M. y Beintema, N. M. (2006). "Agricultural R&D spending at a critical crossroads". *Farm Policy Journal*. 3 (1): 1-9.
- Peirano, F. (2006). "La contribución del sector industrial al cambio tecnológico. Un análisis comparado de los casos de Argentina y Brasil". Documento de Trabajo No. 28. Buenos Aires: Redes.
- Pellegrin, I., Balestro, M. V., Valle Júnior, J. A. y Dias, S. L. V. (2010). "Dynamizing Innovation Systems through Induced Innovation Networks: A Conceptual Framework and the Case of the Oil Industry in Brazil". *Journal of Technology Management & Innovation*. 5 (3): 15-35.
- Pomareda, C. y Hartwich, F. (2006). "Innovación en América Latina: Comprendiendo el papel del Sector Privado". Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Rada, N. (2013). "Assessing Brazil's Cerrado agricultural miracle". *Food Policy*. 38 (C): 146-55.
- Ribeiro, C. y Furtado, A. T. (2011). "Brazilian Oil Industry Innovation System: Transition to a New Stage?". 9th GLOBELICS International Conference: Creativity, Innovation and Economic Development. Buenos Aires: 15-17 November 2011.
- Rocha, P. J. (2012). "Avances de la biotecnología y la bioseguridad en América Latina". En IICA (ed.). Situación y desempeño de la agricultura en ALC desde la perspectiva tecnológica. Informe de 2012. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Romer, P. (1993). "Two Strategies for Economic Development: Using Ideas and Producing Ideas". Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics. 1992. Washington D.C.
- Sábato, J. F. (1981). La pampa pródiga: claves de una frustración. Buenos Aires: CISEA.
- Sasson, A. y Blomgren, A. (2011). "Knowledge Based Oil and Gas Industry". Research Report 3/2011. BI Norwegian Business School, Department of Strategy and Logistics.
- Sennes, R. (2009). "Innovation in Brazil: Public Policies and Business Strategies". Woodrow Wilson International Center for Scholars, Brazil Institute.
- Sesto, C. (2000). "Tecnología pecuaria y periodización: el refinamiento del vacuno en la provincia de Buenos Aires entre 1856 y 1900. Un intento de re-periodizar, incorporando como factor central de análisis el empleo de una tecnología de alta productividad". *Redes*. 7 (16): 49-85.
- (2005). La vanguardia ganadera bonaerense, 1856-1900. Tomo II: "Historia del capitalismo agrario pampeano". Buenos Aires: Siglo XXI.

- Shackelford, B. (2013). "One in Five U.S. Businesses with R&D Applied for a U.S. Patent in 2008". InfoBrief NSF 13-307. Arlington, VA: National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics.
- Sharpe, A. y Long, B. (2012). "Innovation in Canadian Natural Resource Industries: A Systems-Based Analysis of Performance, Policy and Emerging Challenges". CSLS Research Report 2012-06. Ottawa, Canadá: Centre for the Study of Living Standards (CSLS).
- Sinnott, E., Nash, J. y de la Torre, A. (2010). "Los recursos naturales en América Latina y el Caribe: ¿Más allá de bonanzas y crisis?". Washington, DC: World Bank.
- Stads, G. J. y Beintema, N. M. (2009). "Public agricultural research in Latin America and the Caribbean: Investment and capacity trends". ASTI Synthesis Report. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute and InterAmerican Development Bank.
- Sinubrin, L., Marin, A. y Kababe, Y. (2013). "Are we using NRs for the development of technological capabilities? The case of bio-fuels in Argentina". Este artículo está basado en los resultados obtenidos en el Proyecto de Investigación IDRC-FGV Project 105165-001: "Innovation Capability Building, Learning and Institutional Frameworks in Latin America' Natural Resource Processing Industries: Experiences from Argentina, Brazil and Chile".
- Takaki, A., Camargo, H., Mendes, R. y Sennes, R. (2008). "Propriedade intelectual e inovação: uma análise de dez instituições brasileiras". Brasília: Parcerias Estratégicas.
- Tinoco Ferraz Filho, G. (2009). "O Setor de Biocombustíveis no Brasil". En A. López (ed.). La Industria de Biocombustibles en el Mercosur. Montevideo, Uruguay: Red Mercosur.
- Trigo, E., Falck-Zepeda, J. y Falconi, C. (2010). "Biotecnología agropecuaria para el desarrollo de América Latina: Oportunidades y retos". Documento de Trabajo LAC/01/10. FAO/BID.
- Trigo, E. J., Pomareda, C. y Villarreal, F. (2012). "Los INIA en ALC: desafíos para la innovación agraria". En IICA (ed.). Situación y desempeño de la agricultura en ALC desde la perspectiva tecnológica. Informe de 2012. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Urzúa, O. (2012). "Emergence and Development of Knowledge-Intensive Mining Services (KIMS)". Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics No. 41. Norway: The Other Canon Foundation.
- Wright, G. y Czelusta, J. (2002). "Exorcizing the resource curse: minerals as a knowledge industry, past and present". Working Paper 02008. Stanford University.
- (2004). "Why economies slow: the myth of the resource curse". *Challenge*. 47 (2): 6-38.

ANEXO. CLASES TECNOLÓGICAS VINCULADAS A LAS CADENAS DE RRNN

Número	Denominación
037	Excavaciones
043	Pesca y actividades conexas
044	Combustibles y compuestos relacionados
047	Agricultura
056	Cosechadoras
069	Manufacturas de cuero
071	Fertilizantes
072	Deformación de metales
075	Procesos metalúrgicos especializados
095	Procesos de separación de gases
099	Maquinaria para alimentos y bebidas
111	Siembra
119	Cría de animales
127	Azúcar, almidón y carbohidratos
131	Tabaco
148	Tratamiento de metales
162	Industria papelera
164	Fundición de metales
166	Pozos de petróleo y gas
172	Maquinarias y procesos para el trabajo de la tierra
175	Perforaciones y penetraciones en la tierra
196	Maquinarias para aceites minerales
208	Procesos y productos para aceites minerales
266	Equipamiento metalúrgico
299	Minería
426	Alimentos y material comestible: procesos, composiciones y productos
452	Frigoríficos
460	Trilla y separación de cereales

502	Catalizadores y absorbentes sólidos
504	Protección de plantas y composiciones reguladoras
507	Química y tratamiento de pozos
508	Lubricantes y líquidos anti-fricción
518	Procesos Fischer Tropsch (purificación y recuperación de productos)
585	Química de compuestos de hidrocarburos
800	Organismos vivos multicelulares y sus partes no modificadas y procesos relacionados

Fuente: Elaboración propia.

2.2. COMMODITIES DE BASE AGROPECUARIA EN SUDAMÉRICA: TRANSFORMACIÓN DEL PATRÓN EXPORTADOR Y BARRERAS DE ACCESO AL MERCADO

Marcel Vaillant (Decon-Udelar/Red Mercosur, Uruguay)¹
y Flavia Rovira (CINVE/Red Mercosur, Uruguay)²

2.2.1. INTRODUCCIÓN

Muchos países de Sudamérica han aplicado diferentes estrategias de apertura al comercio en las últimas décadas. Sin embargo, promedialmente no se observan cambios relevantes en la estructura de las exportaciones, las que siguen concentradas en un patrón de ventajas comparativas convencionales, basadas en bienes intensivos en el uso de recursos naturales en los cuales la región es notoriamente abundante. Este patrón de especialización tan basado en *commodities* ha sido calificado como poco proclive a desencadenar procesos de acumulación de progreso técnico y mecanismos sostenidos de incremento de la productividad.

La capacidad de crecimiento de las economías está relacionada con el patrón de sus exportaciones. Antiguas y nuevas corrientes de la teoría del desarrollo y el comercio internacional convergen en esta afirmación (Hirschman, 1958; Krugman, 1988; Hausmann, Hwang y Rodrik, 2007, entre otros). Hay ciertos conjuntos de productos en los cuales especializarse tiene un impacto positivo en la capacidad de crecimiento de la economía, y hay otros que están asociados a la cualidad contraria.

1 email: marcel@decon.edu.uy.

2 email: frovira@cinve.org.uy.

Diferentes líneas de interpretación han tratado de explicar esta eventual trampa de especialización que no logra evolucionar hacia nuevos proyectos en sectores con mayor dinamismo tecnológico. Rodrik (1992) señaló que la volatilidad de las políticas económicas en muchos países en desarrollo deterioraba la credibilidad de las reformas, y la probabilidad de reversión se convierte en un virtual impuesto al desarrollo de los nuevos proyectos. Es decir, se realizan las reformas comerciales, cambian los precios relativos pero los nuevos proyectos rentables no se llevan adelante o se desarrollan a un ritmo muy lento. En contraste, los ajustes contractivos en los sectores sustitutivos de importaciones se desarrollan con mucha más rapidez. Esta dinámica genera un límite endógeno al proceso de liberalización comercial. Si bien esta línea de argumentación de inicios de los años 90 quizás aún hoy tenga vigencia en el caso de algunas realidades nacionales concretas, ha ido perdiendo su validez general. Luego de más de 20 años de procesos de apertura comercial y profundización de la liberalización en distintos tipos de acuerdos comerciales preferenciales, ha habido bastante tiempo para que se produjeran cambios en la especialización. Sin embargo, estos no han ocurrido o se producen con una gran lentitud.

Una literatura reciente ha puesto el énfasis en obstáculos estructurales vinculados al patrón de especialización basado en recursos naturales y caracteriza al patrón comercial de la región como un patrón periférico dentro del espacio de productos³. Existen pocas posibilidades de evolucionar a otros productos del espacio más interconectados y que estén asociados a una mayor sofisticación, y por lo tanto a la acumulación de mejores capacidades tecnológicas (Hausmann e Hidalgo, 2009). Sudamérica mantiene el rasgo de una inserción internacional basada en bienes intensivos en recursos naturales. Sin embargo, en la región existen algunas economías en las que se registra una tendencia a participar de este moderno proceso de transformación estructural en los patrones de especialización global (Flores y Vaillant, 2011). Es decir, integrarse a las denominadas cadenas globales de valor de forma de

3 La metodología del Espacio de Productos fue desarrollada por Hausmann, Klinger, Barabási e Hidalgo (HKBH, 2007). El comercio revela una ventaja, y de la ventaja se revelan capacidades. El conjunto de ventajas de los países establece una relación que se expresa tanto en una proximidad entre los productos como en una proximidad entre los países. Las relaciones de proximidad permiten realizar análisis sobre las posibilidades de tránsito y cambio estructural de las economías desde patrones simples y poco dinámicos (pocos sofisticadas), a estructuras más complejas y dinámicas (sofisticadas).

mejorar los índices de calidad de la canasta de los productos exportados⁴. También esta literatura enfrenta sus límites, en la medida en que los escasos caminos de interconexión al núcleo dinámico de la especialización tampoco se desarrollan al ritmo esperado. En este sentido, es necesario pensar en que existan otras restricciones de tipo institucional o de naturaleza microeconómica, o una interrelación entre ambas, que bloquean la emergencia de nuevos proyectos y empresas dinámicas en Sudamérica.

Sin embargo, no se trata de un problema nuevo en Sudamérica, sino que forma parte de la reflexión sobre el desarrollo económico de la región desde hace varias décadas. En particular en los años ochenta se desarrolló un ambicioso programa de investigación en la región que tuvo por objeto el estudio del desarrollo de la capacidad tecnológica interna de las firmas. Luego un segundo esfuerzo relevante se realizó en la órbita de CEPAL, en torno a un proyecto de Clusters de Recursos Naturales. En este último caso predominaba la idea de que era necesario promover los encadenamientos hacia atrás (insumos y bienes de capital) o hacia adelante (mayores niveles de transformación y acercarse al consumo final) en torno a los sectores con mayores ventajas caracterizados por el uso intensivo de recursos naturales.

La literatura reciente ha hecho foco en otros desequilibrios asociados a la abundancia en recursos naturales. Primero está el enfoque convencional macroeconómico sobre la enfermedad holandesa: la abundancia de recursos cambia los precios relativos domésticos en contra de sectores que tienen un efecto dinámico en el crecimiento económico (por ejemplo, manufactura) y favorece los sectores de servicios no transables con un menor crecimiento de la productividad.

En segundo lugar, más recientemente, se ha desarrollado una perspectiva de economía política que tiene por objeto analizar cuáles son los efectos institucionales negativos que tiene la abundancia de recursos naturales⁵. Se disipan recursos productivos que son atrapados por sectores rentistas. De alguna manera son variantes especificadas en términos de la teoría de juegos de los clásicos modelos sobre persecución de rentas de la década de los setenta.

La perspectiva de este trabajo es complementaria de todas las anteriores. El objetivo es analizar si la especialización observada se ve afectada por la

4 En el caso de los países en desarrollo se espera que los productos que incorporan progreso técnico y que poseen mayor capacidad de derrame y dinamismo estén vinculados al grado de participación en las cadenas globales de valor.

5 La literatura se concentra en los recursos naturales no renovables pero es posible encontrar reflexiones más generales que abarcan a todos los recursos naturales.

política comercial de los países de destino, y si las condiciones de acceso al mercado internacional pueden ser un determinante importante del patrón de especialización observado. Si así fuera, la información de las ventajas comparativas reveladas por el comercio no sería el único indicador de proximidad relevante a emplear para evaluar los potenciales tránsitos de un producto a otro.

El trabajo está organizado en esta introducción y cuatro secciones más. En la segunda sección se caracteriza el conjunto de los productos que son de interés analizar y la relevancia que tienen en la canasta exportadora de los países de la región sudamericana. La tercera sección enfoca los aspectos metodológicos del trabajo. La cuarta presenta los resultados. Por último se señalan algunas de las principales conclusiones del trabajo.

2.2.2. COMMODITIES SUDAMERICANAS

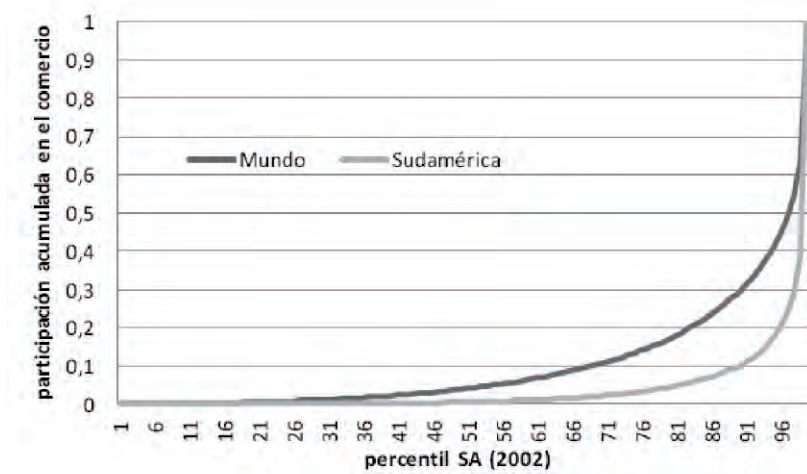
Las exportaciones de la región sudamericana se encuentran muy concentradas. Dado que son intensivas en recursos naturales y éstos típicamente registran una propiedad muy concentrada, es posible que este sea un fundamento primario de los altos niveles comparados de desigualdad económica que caracterizan a la región.

Para ejemplificar la mayor concentración del patrón exportador sudamericano respecto al mundial, en el Gráfico 1 se representa la curva de Lorenz de las exportaciones para ambas regiones. En las abscisas del gráfico se representan los percentiles de la distribución de bienes exportados utilizando el Sistema Armonizado a seis dígitos para el promedio del período 2005-2007, y en las ordenadas, el porcentaje acumulado del valor en dólares corrientes de las exportaciones. Tal como es estándar en los análisis de distribución, en este tipo de gráficos un alejamiento de la diagonal se entiende como una distribución más concentrada.

El percentil más alto de la distribución de las exportaciones de Sudamérica (52 productos) concentra el 61% de las exportaciones totales (ver cuadro A1), mientras que el de las exportaciones mundiales alcanza el 36% (ver cuadro A2). Este trabajo se focalizará en la canasta de productos que alcanza la mitad de las exportaciones en el promedio del período 2005-2007. En el cuadro 1 se presenta el listado de los 27 productos que concentran más de la mitad de las exportaciones, clasificados de acuerdo al sector principal al que pertenecen. Se informa tanto la relevancia que el grupo de productos tiene en las exportaciones regionales como en las exportaciones mundiales en sus respectivos mercados. Este trabajo se concentrará en los productos alimenticios y en las

materias primas de origen agropecuario. Son un total de 11 productos⁶. Estos productos no están dentro del primer decil de las exportaciones mundiales pero se trata de mercados en donde la región tiene una relevancia de primer orden en los mercados mundiales. En efecto, casi la mitad del comercio en esta canasta de productos es exportada por los países sudamericanos.

Gráfico 1 Curva de Lorenz comercio mundial (promedio 2005- 2007, en %)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de WITS.

Cuadro 1 Principales productos exportados por Sudamérica en el período 2005-2007

Sector	Productos (6 dígitos)	Sudamérica (millones de US\$)	Mundo (millones de US\$)	Participación exportaciones SA (%)	Participación SA en las exportaciones mundiales (%)	Productos 1er percentil mundial	VCR	Lista de productos con VCR
Alimentos y materias primas	11	45724	101834	13,8	44,9	0	11	Soja; Café; Carne avícola y bovina; Azúcar; Madera, Maíz; Tabaco
Manufacturas	3	10198	422198	3,1	2,4	3	1	Aviones

6 Carne bovina refrigerada (SA: 20230); Carne de Pollo (20714); Café sin tostar (90111); Maíz (100590); Soja (120100); Aceite de soja en bruto (150710); Azúcar de caña en bruto (170111); Azúcar y sacarosa químicamente pura (170199); Torta de soja (230400); Tabaco (240120); Madera no coníferas (470329).

Minerales	8	56410	139913	17,1	40,3	3	8	Cobre; Hierro; Oro, Zinc Molibdeno
Petróleo	5	56095	1253816	17	4,5	5	3	Petróleo crudo; liviano;
Total general	27	168428	1917762	50,9	8,8	11	23	

Fuente: Elaboración propia en base a información de COMTRADE⁷.

2.2.3. METODOLOGÍA

El objetivo es estudiar la estructura actual de la especialización comercial de los países sudamericanos y el tránsito hacia una estructura productiva más compleja. Para ello se emplean dos nuevas técnicas para el análisis de la información del comercio internacional: el Espacio de Productos (Hidalgo, Klinger, Barabási y Hausmann, 2007) y el Método de los Reflejos (Hausmann e Hidalgo, 2009). Estas metodologías se caracterizan por un enfoque ecléctico desde el punto de vista teórico en relación a los determinantes de la especialización, y tienen la virtud de hacer un análisis sistémico de la especialización comercial a escala de la economía internacional.

Ambas se basan en analizar el comercio internacional como una red que se encuentra expresada en una matriz de información (X o M según sean exportaciones o importaciones) que tiene en sus filas a los productos (a un nivel de desagregación conveniente) y en sus columnas a los países. Se trata de una red bipartita en donde unos nodos son los países y otros nodos son los productos. Los nodos están conectados por la especialización adecuadamente definida (índice de VCR a la Balassa).

La metodología se puede resumir de la siguiente forma. Se mide el grado de complejidad que las economías tienen en su patrón de especialización, de ahí se deriva la complejidad de la economía, y la acumulación de las capacidades que han sido reconocidas como determinantes endógenos del crecimiento. El comercio revela una ventaja, y de la ventaja se revelan capacidades. El conjunto de ventajas de los países establece una relación que se expresa tanto en una proximidad entre los productos como en una proximidad entre los países.

7 Los datos de exportaciones e importaciones de bienes por producto del Sistema Armonizado a 6 dígitos para el período 1995-2011 (Versión 2002 del Sistema Armonizado) UN-COMTRADE. Se utilizó el ajuste de CEPII (base de datos BACI).

Relaciones de proximidad permiten realizar análisis sobre las posibilidades de tránsito y cambio estructural de las economías desde patrones simples y poco dinámicos (pocos sofisticadas), a estructuras más complejas y dinámicas (sofisticadas).

Se generalizó la metodología para aplicar tanto sobre los productos como sobre los países. Además, se incorpora un estudio tanto de la especialización desde el punto de vista de las exportaciones como desde la perspectiva de las importaciones.

Se define una medida de proximidad entre productos que responde a la siguiente pregunta: ¿Qué tan probable es exportar (importar) un producto con ventaja dado que se exporta (importa) otro con ventaja?

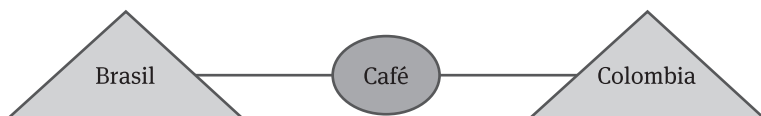
Diagrama 1 Enlaces de orden dos entre productos



En el diagrama 1 se representa la forma de enlace entre los nodos productos (círculos) y los nodos países (triángulos). Los enlaces de orden dos se obtienen sumando el índice de los países y se obtiene el conjunto de países que están simultáneamente especializados en exportar (importar) soja y aceite de soja. Esta operación se realiza para todo par de productos. La proximidad es una normalización de los enlaces de orden dos. Esta normalización puede hacerse tanto sobre el número de países que exportan (importan) con ventaja el grano de soja o su aceite. La convención realizada es elegir el valor mínimo entre los dos. De esta forma se obtiene una medida simétrica de la proximidad.

De forma análoga se puede usar la información de la red para establecer una medida de la distancia que existe entre países. En este caso se responde la siguiente pregunta: ¿es probable que un país exporte (importe) un producto con ventaja dado que otro también lo exporta (importa)?

Diagrama 2 Enlaces de orden dos entre países



Se miden los enlaces de orden dos entre países. En el caso del ejemplo del diagrama 2 se suman todos los productos en los que tienen ventaja tanto Brasil como Colombia. Se repite la operación para todo par de países. Al igual que en productos, la proximidad entre países es una normalización de esta medida que aplica el mismo criterio del mínimo.

A partir de obtener estas proyecciones de la red bipartita en el espacio de productos (proximidades para todo par de productos) y en el espacio de países (proximidades entre todo par de países) surge el problema de su representación. Para ello se realiza una serie de transformaciones. Primero se convierte la variable proximidad en una variable de distancia, luego se aplica un procedimiento de resumen de la información obtenida que es un algoritmo denominado Minimum Spanning Tree (MST). Este algoritmo selecciona las N-1 conexiones (donde N es el número de nodos, alternativa-mente productos o países) que minimizan la distancia, con la restricción de que todos los nodos se encuentren conectados en la representación. Luego se agregan las N conexiones más fuertes que no hayan sido incluidas. Finalmente, esta red que resume las principales conexiones se logra visualizar con un algoritmo de representación⁸.

Una extensión adicional que se plantea en este trabajo es definir una medida de proximidad entre productos importados y productos exportados. En este caso se combinan las dos descripciones de la especialización. La pregunta que se formula es la siguiente: ¿Qué tan probable es exportar con ventaja un producto dado que se está especializado en importar otro producto? (ver diagrama 3).

Diagrama 3 Enlaces de orden dos entre productos importados y exportados



Los enlaces de orden dos se obtienen sumando sobre el índice de los países y se obtiene el conjunto de países que están simultáneamente especializados en importar café y exportar concentrados de café. Esta operación se realiza para todo par de productos. La proximidad es una normalización

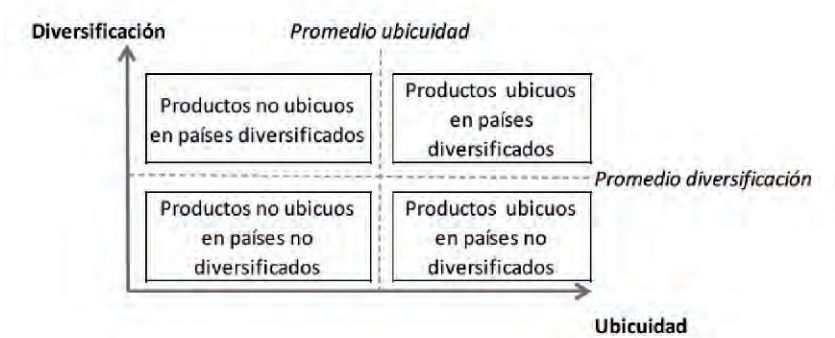
8 Ver: Force Direct algorithm (Kamada-Kawai). Se usa el programa Cytoscape.

de los enlaces de orden dos. Esta medida informa sobre la probabilidad de exportar un producto con ventaja (concentrado de café) dado que se está especializado en la importación de otro (café en grano).

El último problema que se aproxima a medir es la sofisticación de los productos y de una cierta canasta exportadora. Para ello se emplea el método de los reflejos (Hausmann e Hidalgo, 2009) que se basa en medir:

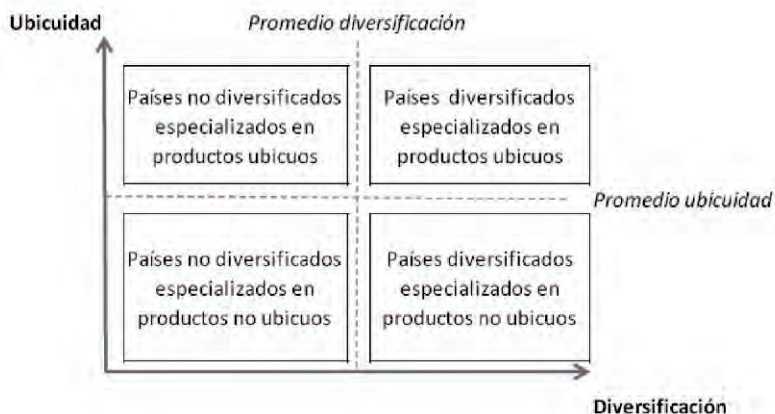
- i. Número de países que exportan con ventaja un producto (Ubicuidad)
- ii. Número de productos que exporta con ventaja un país (Diversificación de mercados)

Diagrama 4 Diversificación promedio de países especializados en un producto y ubicuidad de productos



Los productos (países) pueden representarse en un plano que mide ambas dimensiones (ver diagrama 4 y 5). Luego, se suma sobre los países ponderando a cada país de acuerdo a si está especializado en pocos o muchos productos, y se suma sobre productos ponderando de acuerdo a si ese producto cuenta con pocos o muchos proveedores. Este procedimiento ordena a los países de acuerdo a dichos criterios. Se itera hasta un punto en donde no existen modificaciones adicionales en el orden de países (productos). Luego este orden se expresa en un ranking de percentil de menor a mayor sofisticación.

Diagrama 5 Diversificación de países y ubicuidad promedio de los productos de cada país



Para la construcción del Espacio de Productos y el cálculo de las distintas medidas de especialización definidas se usaron datos de exportaciones e importaciones de bienes por producto del Sistema Armonizado a seis dígitos para el promedio de los años 2006-2007 para un conjunto de 168 países⁹.

2.2.4. RESULTADOS

Se identificaron 11 productos en la canasta exportadora de Sudamérica que pertenecen al sector de agroalimentos y materias primas de origen agropecuario. En el Gráfico 2 se proyectó la canasta exportadora en el espacio de productos exportados e importados respectivamente.

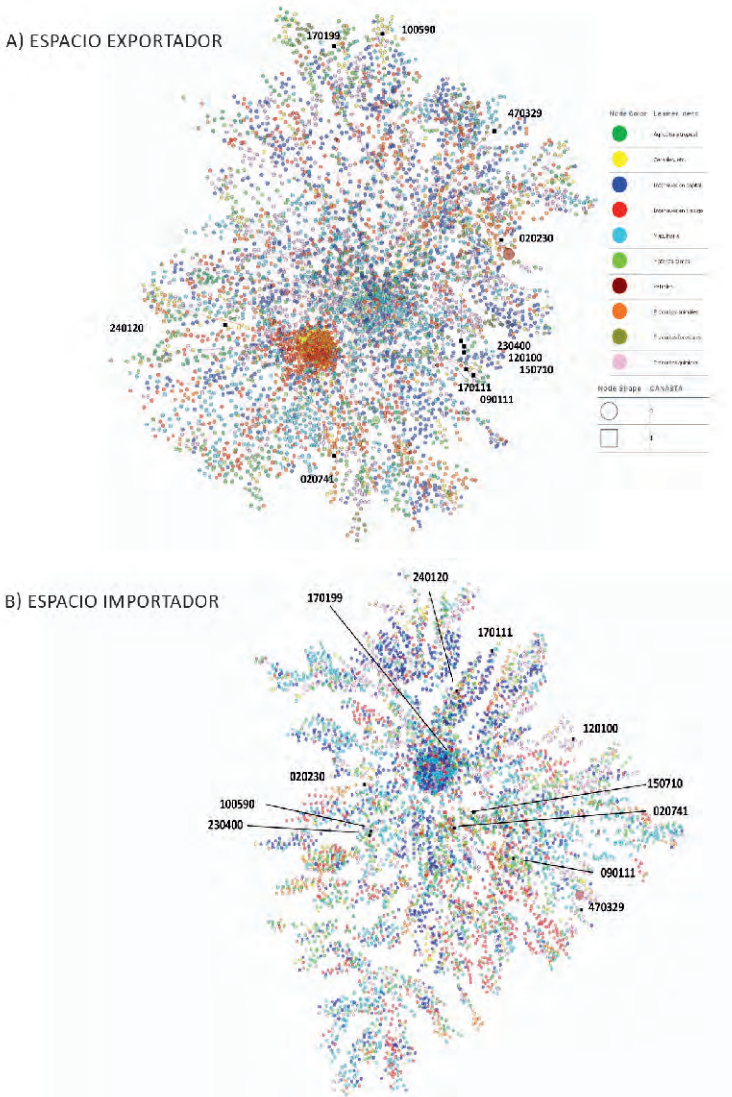
El espacio de productos exportados (panel a) tiene una estructura de unos pocos módulos que concentran una gran cantidad de enlaces entre productos, y luego una periferia menos conectada con el resto del espacio. El hecho de que todos los productos seleccionados se ubiquen en la periferia se interpreta en el sentido que, dado que se tiene esa especialización, la posibilidad de transitar y cambiar a otra estructura no es alta.

La estructura general del espacio de las importaciones es distinta. Se observa que existe más cantidad de grupos de productos muy interconectados, lo que da una estructura en forma de racimo. Los productos selec-

9 UN-COMTRADE. Ajuste de CEPII base de datos BACI.

cionados a partir de la canasta exportadora sudamericana se encuentran dispersos en el espacio de importaciones, en zonas más o menos densas.

Gráfico 2 Proyección de la canasta agroexportadora sudamericana en el espacio de productos



Fuente: Elaboración propia en base a información COMTRADE.

Dada la construcción del indicador de proximidad en el espacio de importaciones, se interpreta que los productos en zonas altamente conectadas son importados simultáneamente por una gran cantidad de países. En este espacio de importaciones se identifica en particular un núcleo muy denso, que está conformado principalmente por productos intensivos en capital, maquinaria, intensivos en trabajo y químicos (aproximadamente el 90% de los productos pertenecen a alguna de estas categorías de Leamer), y el restante 10% lo componen agricultura tropical, cereales y productos animales. De la canasta seleccionada para Sudamérica, sólo el azúcar (170199) se conecta directamente con varios de estos productos.

Por otro lado, los productos de la canasta en general están asociados a un bajo nivel de sofisticación. La evidencia se puede observar en el gráfico 3, donde se relaciona el nivel de ubicuidad que tienen estos productos (cantidad de países que los exportan con ventaja) y la diversificación promedio que caracteriza a los países que lo exportan con ventaja¹⁰. Es fácil concluir que la mayoría se concentran en el cuadrante en donde la ubicuidad es mayor que el promedio mundial y el nivel de diversificación de los países que los exportan es bajo. En la soja (grano, torta y aceite) y la carne de pollo (tercer cuadrante) el nivel de ubicuidad es menor al promedio mundial; es decir, son 13 o menos los países que exportan con ventaja. Sin embargo, estos países son menos diversificados que el promedio, lo que hace que disminuya su nivel de sofisticación. En cambio, el producto asociado a la madera (no coníferas) se caracteriza por tener el promedio mayor de diversificación de los países que lo producen con ventaja.

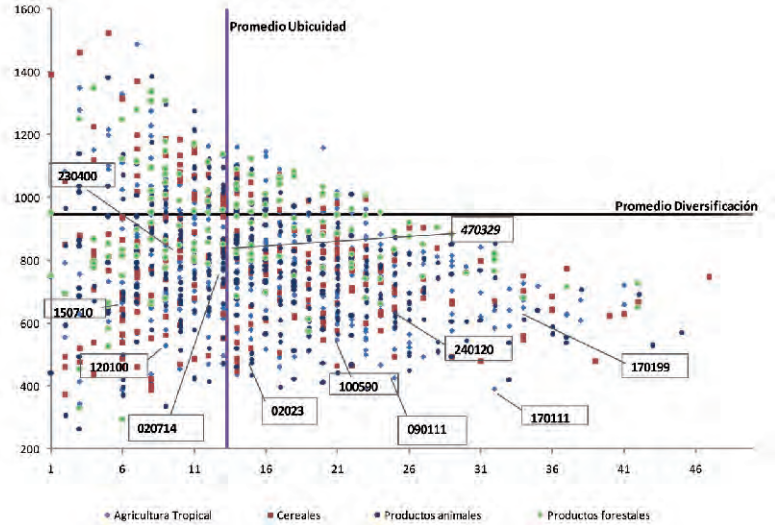
La caracterización que se realizó de la canasta agroalimentaria y de materias primas de origen coincide con lo que se define como una “commodity”, es decir, un producto poco diferenciado con un nivel de valor unitario bajo. Los países sudamericanos concentran sus exportaciones en esta canasta de productos que tiene una escasa sofisticación.

Si se cambia la perspectiva hacia los países, se observa el grado de sofisticación a partir de las dos dimensiones antes definidas: diversificación de los productos que exportan con ventaja; ubicuidad promedio que registran los productos que exportan. Tal como se presenta en el Gráfico 4, los países

10 Como se mencionó en la sección metodológica, el análisis sobre las dimensiones de ubicuidad y diversificación se utiliza como forma intuitiva de ver la sofisticación de los países y de los productos; sin embargo, estas dos dimensiones resultan de la primera etapa del cálculo de sofisticación. El indicador final de sofisticación parte de estas dos dimensiones e itera sucesivamente en la red bipartita hasta llegar a un ordenamiento estable de los países y productos.

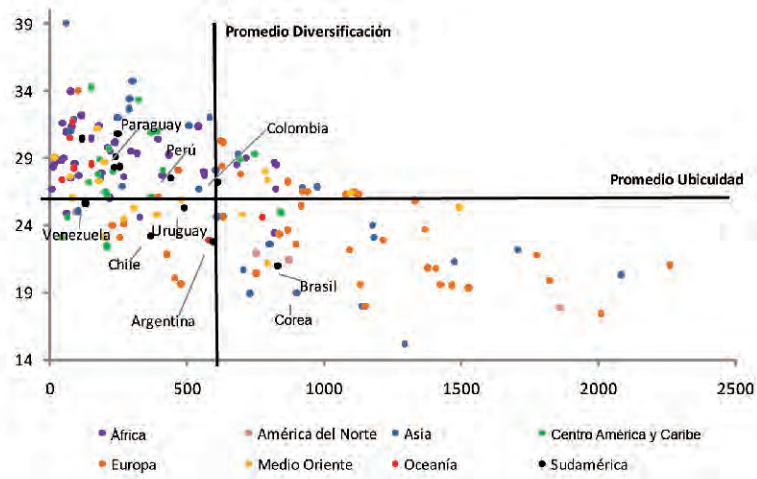
de la región son pocos diversificados, menos que el promedio, y tienen una ubicuidad promedio alta. Solamente Brasil se aparta algo de este patrón.

Gráfico 3 Ubicuidad por diversificación promedio de los países



Fuente: Elaboración propia en base al espacio de exportaciones.

Gráfico 4 Diversificación de los países por ubicuidad promedio de los productos que exportan



Análisis de clusters

Interesa complementar este estudio general con un análisis más local que permita estudiar las vecindades de productos que se encuentran más interconectados con esta docena de productos. Este estudio permitirá ver cuáles son las posibilidades de establecer un tránsito desde la canasta actual a otro conjunto de productos más valiosos desde punto de vista de la especialización productiva.

Para ello se emplea la técnica de aplicar un algoritmo de cluster¹¹. Se presentan en el cuadro productos que cumplen con dos condiciones: a) son más sofisticados que el producto seleccionado de la canasta¹²; b) se encuentran a una proximidad mayor a 0,16¹³.

Se resumen a continuación algunas características de los clusters de productos que no se presentan en el cuadro. En el cluster de tabaco (240120, 6 percentil sofisticación), sólo hay tres productos y todos son de menor sofisticación que el de la canasta. En el caso del cluster del producto de la madera no coníferas (470329, 63 percentil de sofisticación), hay tres productos de mayor sofisticación, aunque ninguno alcanza el piso de proximidad, por lo tanto no quedan seleccionados. Algo similar pasa con el azúcar (170199, 19 percentil de sofisticación, 170111 2 percentil de sofisticación) que no tiene productos que califiquen como cercanos. Los productos derivados de la soja (120100, 8 percentil de sofisticación) forman un cluster de tres productos que están en la canasta, el aceite crudo (150710, 9 percentil de sofisticación) y la torta de soja (230400, 30 percentil de sofisticación). Es decir que siete de los 11 productos no califican para transitar a productos cercanos y más sofisticados, de acuerdo a la metodología de identificación definida en la sección 3.

Para resumir los resultados en los productos en los que se encontraron vecindades de productos con mayores niveles de sofisticación se construyó el cuadro 2, que reúne información para los cluster encontrados en torno de: carne bovina refrigerada (20130); carne de pollo refrigerada (20741); maíz (100590); café (090111).

11 Para la creación de los clusters se utiliza el algoritmo MCL, cuyas características se explicitan en el anexo metodológico. Los parámetros utilizados son 1,8 de granularidad (inflación); la selección del parámetro “edge cut-off” se realizó tomando en consideración la distribución de los conectores. En el gráfico A1 se muestran los clusters a los que pertenecen estos productos.

12 Se ubica en un percentil mayor del indicador de sofisticación kp_{19} .

13 El percentil 70 de la distribución de proximidades de todos los productos de los clusters en los que están incluidos los bienes de la canasta es 0,16.

Cuadro 2 Productos cercanos y más sofisticados a cuatro *commodities* agroalimentarias seleccionadas de los países sudamericanos

SA	Descripción	Percentil Sofisticación	Proximidad
20230	Carne congelada sin hueso (62 productos)	14	
20450	Carne de cabra fresca, refrigerada o congelada	17	0,25
20621	Lengua bovina congelada	22	0,63
20421	Carcasas de carne ovina fresca o refrigerada	22	0,3
20220	Carne congelada deshuesada de bovino	25	0,53
20410	Carcasas y medias carcasas de cordero, frescas o refriger.	25	0,28
20629	Despojos comestibles congelados de bovino	30	0,63
20680	Despojos comestibles congelados de ovinos	30	0,3
20130	Carne bovina fresca o refrigerada sin huesos	35	0,61
150200	Grasa de animales bovinos u ovinos	36	0,5
20622	Hígado de bovino congelado	38	0,5
40630	Queso procesado, no rallado ni en polvo	38	0,29
40610	Queso fresco (sin madurar)	52	0,33
40690	Quesos, nes	56	0,2
230910	Comida de perro y gato para consumo final	59	0,26
40490	Productos compuestos de constituyente natural de la leche	61	0,28
20120	Carne fresca bovina sin huesos (excl. carcasas)	66	0,25
40410	Suero y suero modificado, concentrado o no	78	0,24
20741	Carne de pollo congelada (17 productos en el cluster)	54	
300432	Medicamentos que contengan hormonas corticosteroides, sus derivados o análogos estructurales	79	0,22
20641	Hígados congelados de porcinos	86	0,19
100590	Maíz (20 productos en el cluster)	12	
230210	Salvados, moyuelos y demás residuos del maíz	13	0,2
120810	Harina y comida de soya	23	0,3
100110	Trigo duro	26	0,27
230630	Harina de girasol	26	0,24
100190	Escanda, trigo blando y morcajo	26	0,22
110313	Grañones y sémola de maíz	28	0,19

90111	Café sin tostar ni descafeinar (29 productos en el cluster)	1	
120999	Otras semillas, frutas y esporas, para siembra	6	0,2
80590	Frutos cítricos, frescos o secos, nes	7	0,23
30749	Calamar: Filetes congelados y pulpo	8	0,19
200980	Jugo de cualquier otra fruta o vegetal	23	0,18

La carne congelada sin hueso es un producto de escasa sofisticación que se encuentra en el percentil 14. Los productos cercanos en el espacio de exportaciones son en general otros productos del sector pecuario. Incluyen carne no congelada (en general con mayores restricciones sanitarias), vísceras bovinas, otras carnes no bovinas y varios productos de la industria láctea (dentro de estos se destacan los sueros lácteos, que están en el percentil 78 de sofisticación).

La carne de pollo tiene un nivel de sofisticación mayor, ubicándose en el percentil 54.

En este caso se identificaron dos productos cercanos, uno de la industria farmacéutica (hormonas) y otro un sub producto de la industria cárnica suina (hígados).

El maíz tiene un nivel de sofisticación bajo como la carne bovina (percentil 12). Se encuentra cercano de otros cereales y subproductos de la industria cerealera, todos con un nivel de sofisticación bajo (menos de percentil 30).

Soja, café y carne bovina congelada

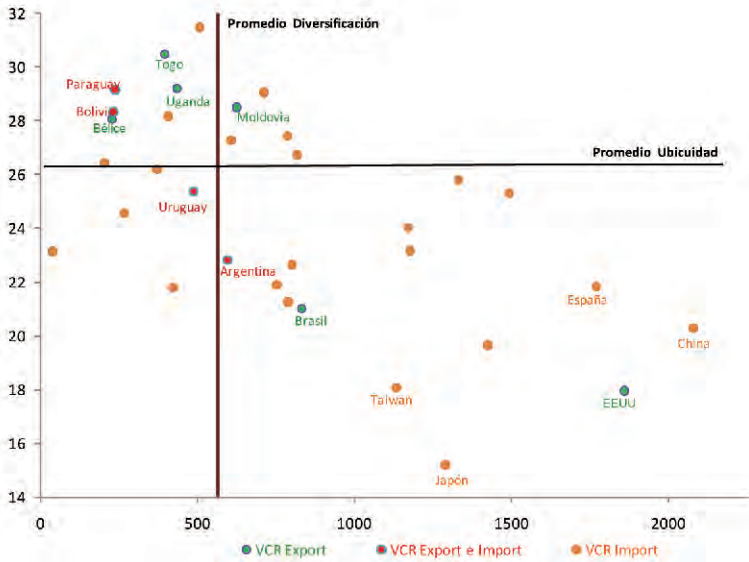
Se seleccionaron los casos de la soja, el café y la carne bovina congelada para hacer una caracterización completa del patrón de especialización. Para ello se proyectó cada producto en el espacio de productos exportados y de productos importados. Esto permite tener una caracterización de cuáles son los países que están especializados en exportarlos y en importarlos (ver Gráficos A2, A3 y A4).

En el caso de la soja, los países especializados en la exportación son mayoritariamente de Sudamérica y África (ver Gráfico 5). Típicamente los países están caracterizados por ser menos diversificados que el promedio, y además la ubicuidad promedio de los productos que exportan es alta. Sin embargo, Estados Unidos y en menor medida Brasil no se ajustan a este patrón.

Los países importadores se encuentran en el otro extremo: son diversificados y especializados en productos poco ubicuos. Los cuatro países de

Sudamérica (Argentina, Bolivia, Paraguay, Uruguay) están especializados también como importadores pero esto se debe al comercio intrarregional y los lugares de exportación final del producto, que mayormente tiene un destino extra regional.

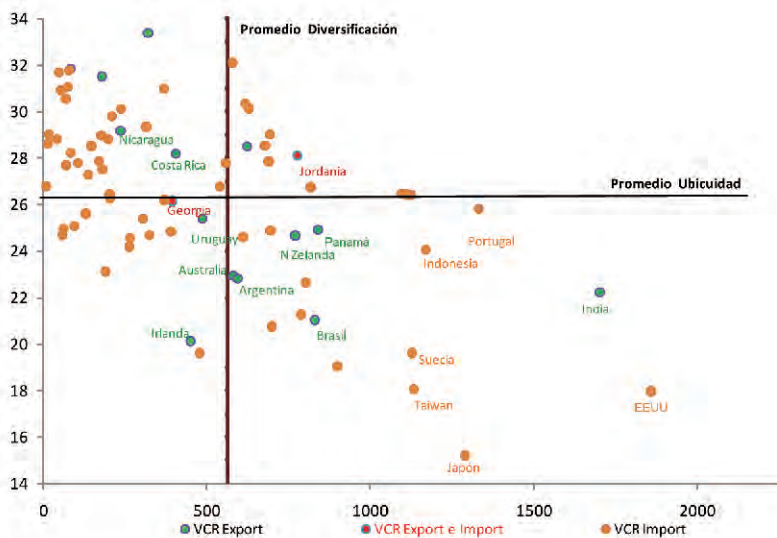
Gráfico 5 Soja: diversificación con ubicuidad promedio de los países que tienen ventaja



Fuente: Elaboración propia en base a información del Espacio de Países.

En el Gráfico 6 se presentan los resultados para la carne bovina congelada. Las características de este mercado son distintas. Los países con especialización exportadora se ubican de forma más distribuida en el Gráfico de diversificación y de ubicuidad promedio. Los países importadores son mayoritariamente poco diversificados en su canasta exportadora y en productos ubicuos.

Gráfico 6 Carne bovina congelada: diversificación con ubicuidad promedio de los países que tienen ventaja

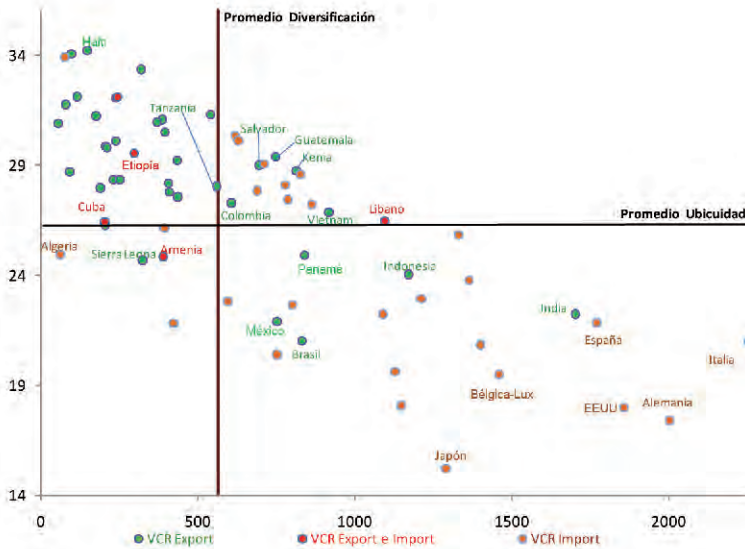


Fuente: Elaboración propia en base a información del Espacio de Países.

En el Gráfico 7 se presentan los resultados para el café sin tostar ni descafeinar. El patrón que se observa en el café es similar a la soja y todavía más marcado. Los países especializados en la exportación de este producto son poco diversificados y además están especializados en productos ubicuos. Los países importadores, por el contrario, son diversificados en sus exportaciones y especializados en productos poco ubicuos. Se trata de un tipo de flujo de comercio típicamente Norte-Sur. La metodología desarrollada permitió realizar una caracterización novedosa de un tipo de flujos internacionales.

Para complementar este análisis se realizó un estudio de la política comercial en una selección de países industrializados. Se escogió el caso de la Unión Europea por considerarlo representativo y además por tratarse de países con los cuales la región sudamericana mantiene relaciones comerciales relevantes desde un largo período de tiempo.

Gráfico 7 Café: diversificación con ubicuidad promedio de los países que tienen ventaja



Fuente: Elaboración propia en base a información del Espacio de Países.

La hipótesis de partida es analizar si la capacidad de los países sudamericanos de evolucionar en los productos que exportan, desde los *commodities* (ubicuos y exportados por países poco diversificados) hacia otros de mayor sofisticación, está condicionada por la política comercial de los países industrializados. Es decir, si estos países tienen un escalonamiento arancelario tal que el acceso al mercado no tiene barreras en los niveles bajos de transformación pero que, conforme el producto es más transformado (eventualmente más sofisticado), las barreras al acceso son mayores.

Se empleó una nueva medida de proximidad. Ésta se definió como una relación entre la especialización en las exportaciones y la especialización en las importaciones. Dado que se tiene ventaja en la importación de un cierto producto, se ve qué tan asociado está con la ventaja en la exportación de otro. Es decir que se cuenta los enlaces de orden dos entre un producto importado por un cierto país que a su vez exporta otro. Se suma sobre el índice de los países y se normaliza (por la cantidad de países importadores o por la cantidad de países exportadores). La medida de proximidad dice qué tan

probable es exportar un producto con ventaja dado que se está especializado en importar otro producto.

Este análisis puede aplicarse al caso de los tres productos seleccionados. Para cada uno de ellos se escogieron productos que están dentro de su cadena de procesamiento (productos agroalimentarios intensivos en el uso de recursos naturales y que están destinados mayormente al consumo de los hogares) y que además son próximos en el sentido antes definido.

Para todos ellos se reunió la siguiente información: a) El arancel equivalente de las barreras comerciales de la Unión Europea (aranceles *ad valorem*, específicos y las distintas combinaciones, restricciones cuantitativas); b) percentil de sofisticación del producto exportado; c) proximidad entre el producto importado con ventaja y el producto exportado.

Los resultados se presentan en los cuadros 3, 4 y 5 para el café, la soja y la carne respectivamente. El caso del café es ilustrativo. El café es un producto que se encuentra en el primer percentil de grado sofisticación y tiene un arancel cero en la Unión Europea. Se observa que el café tostado tiene un nivel de sofisticación mayor que el café sin tostar. Una interpretación posible es que se trate de un proceso (el tostado) que permite establecer algún nivel de diferenciación a nivel comercial y por lo tanto la ubicuidad del producto es menor. Pero no está muy próximo al café sin tostar. La probabilidad de ser un exportador de café tostado dado que se importa café sin tostar es de 25%.

En el cuadro se destacan un conjunto de productos de la industria alimenticia, no derivados del café pero que tienen una proximidad mayor al 30% y tienen un nivel de sofisticación mayor al café, y donde la política comercial registra el nivel de escalonamiento previsto (aranceles altos). Por otro lado, los productos industriales más directamente relacionados de un punto de vista productivo con el café (concentrados del café, cafeína) llamativamente no están muy próximos a la especialización en la importación de café. Sí se verifica que todos estos productos son más sofisticados y tienen aranceles más altos, salvo el caso de la cafeína, que tiene un arancel cero.

Cuadro 3 Café: Política comercial UE, sofisticación y proximidad de producto importado con exportado

Producto	Nombre	Aranceles a) (%)	Per centil Sofisticación	Proximidad
90111	Café no tostado ni descafeinado	0	1	
90112	Café descafeinado no tostado	8,3	7	0,13
90121	Café tostado no descafeinado	7,5	38	0,25

170410	Chicles	36 b)	14	0,77
190110	Preparaciones para niños	27,4	41	0,71
190190	Otras preparaciones alimenticias	64,4	43	0,6
190410	Preparados alimenticios	14,3	45	0,34
190490	Preparados cereales	25 b)	26	0,6
200710	Mermeladas, frutas homogeneizadas	24	41	0,31
200791	Mermeladas cítricas homogeneizadas	28,7	40	0,29
200990	Mezclas de jugos no fermentados	95,4	31	0,34
210110	Concentrados de café	9	34	0,26
210120	Preparados de concentrados café	6	38	0,17
210420	Compuestos homogeneizados alimenticios	14,1	54	0,34
293930	Cafeína	0	54	0,2

a) Arancel total equivalente= NMF+ arancel equivalente específicos y/o otras restricciones.

b) Estimado.

Fuente: Elaboración propia con datos del espacio de productos y datos del Unión Europea y de la OMC.

La soja tiene una caracterización similar al café (ver cuadro 4), cumpliéndose parcialmente la hipótesis planteada. El arancel de esta *commodity* es cero, y los productos de mayor nivel de sofisticación que están cercanos a la soja presentan unas barreras al acceso mayores. Hay algunos subproductos de la soja que están dentro de la industria química farmacéutica de alto nivel de sofisticación (ver el ejemplo de la lecitina).

Cuadro 4 Soja: Política comercial UE, sofisticación y proximidad de producto importado con exportado

Producto	Nombre	Aranceles	Percentil Sofisticación	Proximidad
120100	Soja	0	8	
120799	Semilla soja	0	4	0,19
120810	Harina soja	4,5	23	0,25
120890	Harinas y comidas soja	0	12	0,22
150710	Aceite soja crudo	6,4	9	0,29
150790	Aceite soja	9,6	20	0,44
151590	Grasas vegetales sólidas	6,9	13	0,22

151620	Insumos grasas vegetales	9,6	15	0,22
151710	Margarina	16	27	0,56
152110	Cera vegetal	0	26	0,5
210210	Levaduras	12,4	33	0,56
210310	Salsa soja	7,7	39	0,22
210390	Salsa soja	7,7	52	0,56
210410	Sopas y caldos preparados	11,5	28	0,44
210610	Concentrados proteína	41	64	0,3
210690	Otras preparaciones alimenticias	15	39	0,44
230400	Torta soja	0	30	0,27
230690	Torta oleaginosos	0	10	0,22
292320	Lecitina	5,7	77	0,57

Fuente: Elaboración propia con datos del espacio de productos y datos de la Unión Europea.

Por último, la carne bovina congelada se diferencia de los otros dos casos. En efecto, se trata de un producto que se encuentra altamente protegido en el mercado europeo. Los productos cercanos desde el punto de vista del proceso industrial y del patrón comercial (proximidad entre ventaja en las importaciones y las exportaciones) tienen un nivel de protección alto pero menor que el producto agroindustrial más básico. Es decir que el objetivo de la política comercial es otro, se trata de proteger la producción básica agrícola y su primera transformación (industria frigorífica), y además de mantener una protección en otros productos industriales que son intensivos en el uso de carne bovina. En otras palabras, la política comercial apunta a que no se produzca una perforación de la protección de la industria cárnica con otros productos procesados que sean sustitutos cercanos del primero.

Cuadro 5 Carne bovina: Política comercial UE, sofisticación y proximidad de producto importado con exportado

Producto	Nombre	Aranceles	Percentil Sofisticación	Proximidad
20230	Carne bovina congelada	154,6	14	
20130	Carne bovina fresca	98	35	0
21020	Carne bovina salada y secada	69,3	42	0

160100	Salsa de carne sin cocinar	51,4	61	0,1
160210	Carne preparada homogeneizada	16,6	41	0,18
160239	Carne preparada o preservada	10,9	55	0,1
160250	Carne preparada de bovinos	16,6	25	0,18
190220	Pasta condimentada con carne	8,5	47	0,11
210420	Preparaciones alimenticias comidas	14,1	54	0,36
230110	Pellets carne	0	28	0,18
210690	Otras preparaciones alimenticias	15	39	0,64
190110	Preparaciones para niños	27,4	41	0,45
160290	Preparaciones de carne	24,3	52	0,29
210610	Concentrados proteína	41	64	0,18

Fuente: Elaboración propia con datos del espacio de productos y datos de la Unión Europea.

2.2.5. CONCLUSIONES

El patrón de especialización es un elemento relevante que está asociado a la capacidad de crecimiento de la economía. Tal como revela el comercio, los países sudamericanos se encuentran especializados en productos intensivos en el uso de recursos naturales con bajo nivel de transformación productiva. Este patrón está asociado además a una concentración en pocos productos primarios, en la que participan unas pocas grandes empresas exportadoras.

Este artículo se concentró en el análisis de aproximadamente una docena de productos agroalimentarios que a su vez tienen una participación mayor en cada uno de estos mercados internacionales. La canasta está formada por los siguientes productos: Carne bovina refrigerada (20230); Carne de pollo (20714); Café sin tostar (90111); Maíz (100590); Soja (120100); Aceite de soja en bruto (150710); Azúcar de caña en bruto (170111); Azúcar (170199); Torta de soja (230400); Tabaco (240120); Madera no coníferas (470329).

Para el análisis de la especialización se optó por emplear nuevas metodologías que permiten una descripción del comercio empleando toda la información del intercambio mundial. Esta metodología permite estable-

cer relaciones de proximidad entre los productos y los países, tanto en las corrientes exportadoras como importadoras. Las relaciones de proximidad permiten analizar la capacidad de modificar el patrón de especialización a partir de la estructura presente.

La canasta de productos agroalimentarios tiene una ubicación periférica en el espacio de productos exportados. Esto indica en general una dificultad estructural en el cambio del patrón exportador, dado que se trata de una zona en donde el grado de interconexión es bajo. Además, estos productos se caracterizan por tener un nivel de ubicuidad alto, es decir, muchos países están especializados con ventaja en el comercio exportador. Esto es un indicador de que las capacidades requeridas para producirlos no son complejas. Se le agrega el hecho de que de forma predominante los países que están especializados en ellos son países que tienen un nivel de diversificación bajo. Ambos elementos indican un bajo nivel de sofisticación.

Se completó el análisis con un estudio local de la red del espacio de productos. Para ello se aplicó una metodología de clusterización que permite analizar las vecindades de los productos seleccionados. En más de la mitad de los productos no se encontraron conexiones de relevancia. Sólo en cinco casos (café en grano, soja –grano, torta y aceite–, carne bovina congelada, carne de pollo, maíz) fue posible identificar grupos de productos más conectados. Entre ellos, interesan los más sofisticados, que se encuentran en el cluster de la *commodity* bajo análisis. Se observa que las posibilidades de tránsito hacia otros productos de mayor nivel de sofisticación existen pero están muy acotadas. Esto permitiría explicar la predominancia de largo plazo de la canasta y la dificultad de transformación de la estructura productiva que ha caracterizado a los países de la región.

El trabajo concluye con un estudio más específico sobre tres casos: café en grano, soya y carne bovina congelada. Se reunió la siguiente información: a) arancel equivalente de las barreras comerciales de la Unión Europea (aranceles *ad valorem*, específicos y las distintas combinaciones, restricciones cuantitativas); b) percentil de sofisticación del producto exportado; c) proximidad entre el producto importado con ventaja y el producto exportado.

La hipótesis de partida es analizar si la capacidad de los países sudamericanos de evolucionar en los productos que exportan, desde los *commodities* (ubicuos y exportados por países poco diversificados) hacia otros de mayor sofisticación, está condicionada por la política comercial de los países industrializados. Es decir, si estos países tienen un escalonamiento arancelario tal que el acceso al mercado no tiene barreras en los niveles bajos de transformación, pero que conforme el producto es más transformado

(eventualmente más sofisticado) las barreras al acceso son mayores. Los resultados indican que en el café y la soya la hipótesis se verifica parcialmente. En tanto, el patrón en la carne es muy distinto, dado que se observa un objetivo en la producción de este producto básico agroalimentario, y la política comercial a su alrededor (productos cercanos) es subsidiaria de este objetivo.

Globalmente el trabajo permite establecer que la transformación productiva a partir de esta canasta de productos agroalimentarios está limitada si pretende basarse en saltar a productos próximos en el espacio de productos y que además sean más sofisticados. Es posible sin embargo que puedan existir nuevas articulaciones de estas agroindustrias tanto a la industria alimentaria como a la industria farmacéutica (o industria química, cercana productivamente a ésta). Se requiere explorar otros caminos, como por ejemplo las posibilidades de usar a los *commodities* agroalimentarios como un vehículo para la exportación de servicios y que estos sirvan en una estrategia de diferenciación y de incorporación de valor regional. Se trata de una estrategia complementaria a la anterior, más cercana a la construcción de nichos de valor agregado que a la posibilidad de impactar de forma drástica el patrón de especialización.

BIBLIOGRAFÍA

- Flores, Manuel y Vaillant, Marcel (2011). "Global value chains and export sophistication in Latin America. *Integration and Trade*, January-June 2011, v. 15, iss.32, pp. 35-48.
- Hausmann, R., Hwang J., y Rodrik, D. (2007). What you exports matters. *Journal of Economic Growth*, 12(1), pp. 1-25.
- Hausmann, R. e Hidalgo, C. (2009). The Building Blocks of Economic Complexity. *PNAS*, 106(26), pp. 10575-10575.
- Hidalgo, C.A., Klinger, B., Barabási, A.L., Hausmann, R. (2007). The product space conditions the development of nations. *Science*, 317(5837), pp. 482-487.
- Hirschman, A. (1958). *The strategy of economic development*. New Haven, Conn.: Yale Press.
- Krugman, P. (1988). La nueva teoría del comercio internacional y los países menos desarrollados. *El trimestre económico*, enero-marzo, LV (217).
- Rodrik, D. (1992). "The limits to trade policy reforms in developing countries", *Journal of Economic Perspectives*, Vol 6, No 1, pp. 87-105.

ANEXO

Algoritmo de clusterización: Markov Clustering Algorithm¹⁴

El algoritmo MCL parte de una matriz que contiene los valores relacionados a los flujos o conexiones entre cada uno de los nodos de la red. En esta matriz, además, se pueden incorporar las ponderaciones de los conectores (valor de las proximidades). Con dicha matriz, se crea una nueva matriz no simétrica cuyos elementos representan la probabilidad de transitar hacia cualquier otro nodo. Esta matriz es expandida en cada iteración del algoritmo (fase de expansión) calculando el producto algebraico lineal de la matriz original por una matriz vacía del mismo tamaño; esto tiene como consecuencia la homogenización de la matriz, permitiendo que los flujos conecten todas las partes del gráfico.

En una segunda etapa del algoritmo (fase de inflación), cada valor diferente a cero se eleva a una potencia (en la aplicación para este trabajo se utilizó la potencia 2) y posteriormente le sigue un escalamiento diagonal del resultado. En este escalamiento, los valores debajo de cierto límite son eliminados de la matriz. En esta etapa de inflación, el efecto es que las conexiones fuertes entre nodos se hacen más fuertes, y las débiles, más débiles.

14 El algoritmo fue creado por van Dongen, S. (2000). El material utilizado para el resumen de la metodología proviene de: http://www.cs.ucsb.edu/~xyan/classes/CS595D-2009winter/MCL_Presentation2.pdf y <http://plato.cgl.ucsf.edu/cytoscape/cluster/clusterMaker.html>

Cuadro A.1 Primer percentil de exportaciones de Sudamérica 2005-2007

HS	Sudamérica (millones US\$)	Mundo (millones de US\$)	Participación exportaciones SA (%)	Participación exportaciones SA acumulado (%)	Participación de SA en el comercio mundial (%)	VCR
270900	39498	704894	11,9	11,9	5,6	2,1
740311	18377	37322	5,6	17,5	49,2	31,5
260300	16347	23656	4,9	22,4	69,1	72,1
120100	9198	18123	2,8	25,2	50,8	32,5
230400	7782	12278	2,4	27,6	63,4	54,3
271019	6126	246654	1,9	29,4	2,5	0,8
260111	6017	22609	1,8	31,3	26,6	11,3
271011	5487	166021	1,7	32,9	3,3	1,1
710812	5288	30898	1,6	34,5	17,1	6,4
90111	4944	9945	1,5	36	49,7	30,8
870323	4777	196930	1,4	37,5	2,4	0,8
150710	4282	5228	1,3	38,7	81,9	140,6
20230	3654	8630	1,1	39,9	42,3	22,8
170111	3523	6028	1,1	40,9	58,4	43,6
260112	3517	9330	1,1	42	37,7	18,7
470329	3009	6966	0,9	42,9	43,2	23,5
270112	2908	38923	0,9	43,8	7,5	2,5
880240	2884	81182	0,9	44,6	3,6	1,1
740200	2615	5341	0,8	45,4	49	29,6
100590	2575	13528	0,8	46,2	19	7,3
20714	2547	6529	0,8	47	39	19,8
852520	2537	144085	0,8	47,7	1,8	0,6
170199	2231	9320	0,7	48,4	23,9	9,7
260800	2138	7435	0,6	49,1	28,8	12,5
261390	2111	3322	0,6	49,7	63,5	53,8
271121	2076	97325	0,6	50,3	2,1	0,7
240120	1979	5259	0,6	50,9	37,6	18,6
80300	1809	5759	0,5	51,5	31,4	14,1
720110	1772	4449	0,5	52	39,8	20,4

20130	1751	9584	0,5	52,5	18,3	6,9
230120	1748	2885	0,5	53,1	60,6	47,4
100190	1689	20256	0,5	53,6	8,3	2,8
760110	1603	21287	0,5	54,1	7,5	2,5
261310	1588	5580	0,5	54,6	28,5	12,3
870421	1535	35688	0,5	55	4,3	1,4
60310	1402	6234	0,4	55,4	22,5	8,9
870899	1304	90325	0,4	55,8	1,4	0,5
720260	1276	3799	0,4	56,2	33,6	15,6
220710	1270	2805	0,4	56,6	45,3	25,5
220421	1235	16917	0,4	57	7,3	2,4
80610	1233	4177	0,4	57,4	29,5	12,9
870322	1221	51358	0,4	57,7	2,4	0,7
20712	1210	1727	0,4	58,1	70,1	72
720712	1204	10710	0,4	58,4	11,2	3,9
20329	1162	7104	0,4	58,8	16,4	6
200911	1140	1640	0,3	59,1	69,5	70,2
640399	1117	18923	0,3	59,5	5,9	1,9
440710	1112	24168	0,3	59,8	4,6	1,5
30613	1095	8146	0,3	60,2	13,4	4,8
880230	1088	14540	0,3	60,5	7,5	2,5
840999	1068	24905	0,3	60,8	4,3	1,4
281820	1038	10048	0,3	61,1	10,3	3,5
Subtotal	202099	2320771	61,1		8,7	
Total	330675	10466142			3,2	

Fuente: Elaboración propia en base a WITS.

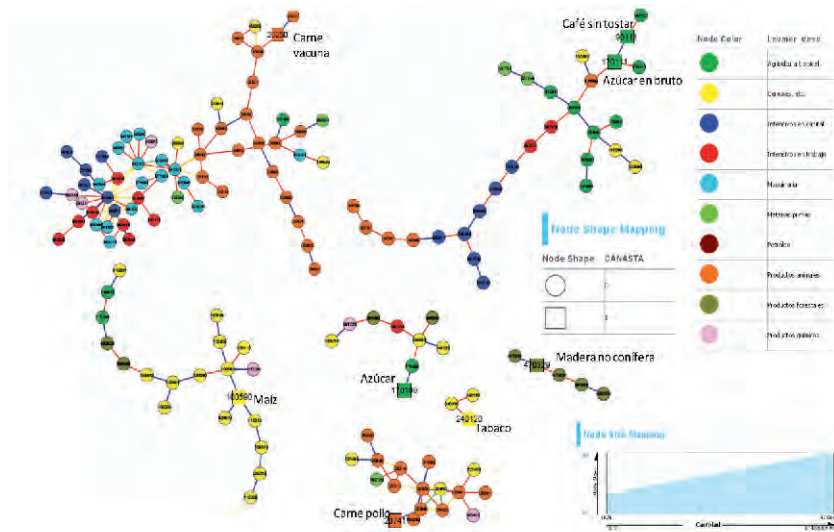
Cuadro A.2 Primer percentil de exportaciones del mundo 2005-2007

HS	Mundo (millones de US\$)	Sudamérica (millones de US\$)	Participación en exportaciones mundo (%)	Participación exportaciones mundo acumuladas (%)	Participación de SA en el comercio mundial (%)	VCR
270900	704894	39498	6,70%	6,70%	5,60%	2,1
271019	246654	6126	2,40%	9,10%	2,50%	0,8
870323	196930	4777	1,90%	11,00%	2,40%	0,8
300490	189764	823	1,80%	12,80%	0,40%	0,1
271011	166021	5487	1,60%	14,40%	3,30%	1,1
852520	144085	2537	1,40%	15,70%	1,80%	0,6
847330	135292	69	1,30%	17,00%	0,10%	0
870324	123988	113	1,20%	18,20%	0,10%	0
854229	119987	10	1,10%	19,40%	0,00%	0
870332	106612	242	1,00%	20,40%	0,20%	0,1
854221	98128	18	0,90%	21,30%	0,00%	0
271121	97325	2076	0,90%	22,30%	2,10%	0,7
870899	90325	1304	0,90%	23,10%	1,40%	0,5
880240	81182	2884	0,80%	23,90%	3,60%	1,1
847130	65965	28	0,60%	24,50%	0,00%	0
852990	63117	108	0,60%	25,10%	0,20%	0,1
847160	59604	166	0,60%	25,70%	0,30%	0,1
852812	56097	110	0,50%	26,20%	0,20%	0,1
870322	51358	1221	0,50%	26,70%	2,40%	0,7
847170	51214	44	0,50%	27,20%	0,10%	0
870829	43926	519	0,40%	27,60%	1,20%	0,4
710239	42551	2	0,40%	28,00%	0,00%	0
847989	42108	293	0,40%	28,40%	0,70%	0,2
880330	41385	245	0,40%	28,80%	0,60%	0,2
270112	38923	2908	0,40%	29,20%	7,50%	2,5
740311	37322	18377	0,40%	29,60%	49,20%	31,5
851790	35839	66	0,30%	29,90%	0,20%	0,1
271111	35828	0	0,30%	30,30%	0,00%	0

870421	35688	1535	0,30%	30,60%	4,30%	1,4
847150	33484	91	0,30%	30,90%	0,30%	0,1
890190	32517	103	0,30%	31,20%	0,30%	0,1
710812	30898	5288	0,30%	31,50%	17,10%	6,4
711319	30299	229	0,30%	31,80%	0,80%	0,2
392690	29960	154	0,30%	32,10%	0,50%	0,2
901380	29689	11	0,30%	32,40%	0,00%	0
870840	29234	774	0,30%	32,70%	2,60%	0,8
840820	28789	671	0,30%	32,90%	2,30%	0,7
870333	28480	219	0,30%	33,20%	0,80%	0,2
848180	28433	259	0,30%	33,50%	0,90%	0,3
852540	28326	2	0,30%	33,70%	0,00%	0
841191	27897	37	0,30%	34,00%	0,10%	0
840734	26875	569	0,30%	34,30%	2,10%	0,7
271600	26736	275	0,30%	34,50%	1,00%	0,3
300210	26510	22	0,30%	34,80%	0,10%	0
710231	25998	9	0,20%	35,00%	0,00%	0
840999	24905	1068	0,20%	35,30%	4,30%	1,4
901890	24824	57	0,20%	35,50%	0,20%	0,1
440710	24168	1112	0,20%	35,70%	4,60%	1,5
870120	24022	886	0,20%	36,00%	3,70%	1,2
382490	24013	171	0,20%	36,20%	0,70%	0,2
847180	23817	19	0,20%	36,40%	0,10%	0
260300	23656	16347	0,20%	36,60%	69,10%	72,1
Sub total	3835639	119961	36,60%		3,10%	
Total	10466142	330675				

Fuente: Elaboración propia en base a WITS.

Gráfico A1 Cluster de productos agroalimentarios sudamericanos



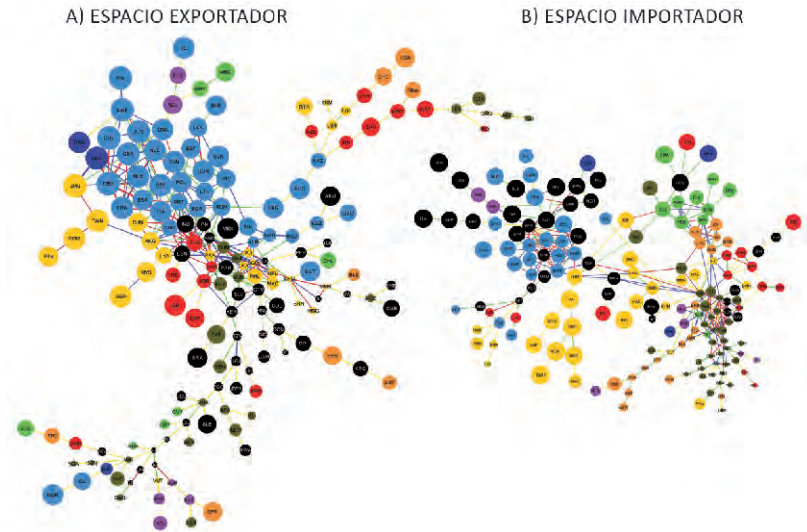
Fuente: Elaboración propia usando el espacio de productos exportados.

Gráfico A2 Proyección de la soja en el espacio de países exportadores e importadores



Fuente: Elaboración propia en base a COMTRADE.
 Nota: El tamaño de los nodos es creciente con la sofisticación de las exportaciones e importaciones de cada país. El color negro muestra que el país tiene especialización en el producto.

Gráfico A3 Proyección del café en el espacio de países exportadores e importadores



Fuente: Elaboración propia en base a COMTRADE.
 Nota: Las referencias de colores y tamaños es igual a la del gráfico A2.

Gráfico A4 Proyección de carne bovina congelada en el espacio de países exportadores e importadores



Fuente: Elaboración propia en base a COMTRADE.
 Nota: Las referencias de colores y tamaños es igual a la del gráfico A2.

