

EL ESTADO DE LA CIENCIA

Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología
Iberoamericanos / Interamericanos
2010

El presente informe ha sido elaborado por el equipo técnico responsable de las actividades de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), con el apoyo de colaboradores especializados en las diferentes temáticas que se presentan. El volumen incluye resultados de las actividades del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS).

Para la edición de este libro se ha contado con recursos aportados por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), a través del Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos (CAEU/OEI).

Esta edición también cuenta con el apoyo de la Organización de Estados Americanos (OEA) e incorpora resultados de actividades desarrolladas en el marco de la Cátedra UNESCO de Indicadores de Ciencia y Tecnología

Director del informe:
Mario Albornoz

2

Coordinación editorial:
Rebeca Guber

Colaboradores:
Rodolfo Barrere (secretario técnico)
Agustina Roldán
Manuel Crespo

Colaboraron también en este informe:
Guillermo Anlló, Roberto Bisang, Valeria Berardi, Analía Erbes, Lilia Stubrin, María Guillermina D'Onofrio, María Victoria Tignino, Cristian Merlino, Lautaro Matas, María Cristina Añon, Estela N. Martínez, José Luis Martínez Vidal, Francisco Solís, Esther Cabrera, Carmelo Polino, Dolores Chiappe, Facundo Albornoz

Si desea obtener las publicaciones de la RICYT o solicitar información adicional diríjase a:

REDES - Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior
Mansilla 2698, piso 2, (C1425BPD) Buenos Aires, Argentina
Tel. / Fax: (+ 54 11) 4963 7878 / 4963 8811
Correo electrónico: ricyt@ricyt.org
Sitio web: <http://www.ricyt.org>

Las actualizaciones de la información contenida en este volumen pueden ser consultadas en www.ricyt.org

Quedan autorizadas las citas y la reproducción del contenido, con el expreso requerimiento de la mención de la fuente.

diseño y diagramación: Florencia Abot Glenz, Omar Baldo
obra de tapa y contratapa: Jorge Abot
impresión: Artes Gráficas Integradas (AGI)

En esta edición, *El Estado de la Ciencia 2010* presenta algunas novedades con respecto al contenido de años anteriores. En primer lugar, se ha incorporado un panorama de las principales variables de la economía latinoamericana, con el propósito de indagar si algunas señales dan cuenta de cambios en los perfiles de especialización de los países, atribuibles a los esfuerzos que en los últimos años vienen realizando en materia de I+D, o que puedan ser correlacionados con ellos.

La lectura de los datos conforma la relativa bonanza de las economías de la región, sin embargo no muestra todavía cambios significativos en los perfiles productivos y exportadores. Este tipo de análisis se irá repitiendo y profundizando en próximas ediciones, como parte de la exploración de nuevos modos de pensar articuladamente el esfuerzo que los países realizan en ciencia y tecnología, en el marco de sus políticas de desarrollo económico y equidad social.

En este sentido, este volumen da cuenta del mayor involucramiento de la RICYT con el Observatorio Iberoamericano de Ciencia, Tecnología e Innovación, perteneciente al Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, una de cuyas preocupaciones centrales es –precisamente- la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Por esta vía, El Estado de la Ciencia aspira a brindar no solamente un panorama cuantitativo y cualitativo de la situación en materia de ciencia, tecnología e innovación en los países de la región, sino también elementos para el análisis de tendencias en su evolución y de su articulación con el tejido social.

Para resaltar esta nueva orientación, a partir de esta edición el volumen contiene solamente una presentación gráfica de los principales indicadores, a modo de representación de las principales tendencias de ciencia y la tecnología iberoamericana, en el contexto global. Las tablas conteniendo los datos de los indicadores disponibles son presentadas en un volumen anexo al informe central.

Estos datos numéricos brindados por los organismos nacionales de ciencia y tecnología de los países que participan en la RICYT¹, que fueron obtenidos a partir del relevamiento llevado a cabo a lo largo de 2010² pueden ser consultados no solamente en el Anexo, sino también en el sitio de la RICYT (www.ricyt.org), que ha sido rediseñado para facilitar el análisis y la comparación.

El Estado de la Ciencia 2010 incluye además un minucioso informe sobre la investigación en ciencia y tecnología de alimentos en Iberoamérica -situación actual y tendencias- que fue elaborado en el Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad del Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, a pedido de la RICYT. El equipo responsable del informe estuvo coordinado por Rodolfo Barrere y contó con la colaboración de María Guillermina D'Onofrio, María Victoria Tignino, Cristian Merlino y Lautaro Matas. Participaron también, en el asesoramiento científico y el análisis de los resultados de este estudio, la Dra. María Cristina Añón (CIDCA UNLP-CONICET), la Dra. Estela N. Martínez (CIDCA UNLP-CONICET) y el Dr. José Luis Martínez Vidal (Universidad de Almería). La provisión de las bases de datos utilizadas estuvo a cargo del Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT-CONICET).

Un segundo informe contenido en este volumen se refiere a los problemas de medir innovación en las actividades primarias, como un dilema a resolver en los países de la región. Fue elaborado a pedido de la RICYT por un equipo coordinado por Guillermo Anlló (CEPAL) e integrado por Roberto Bisang (CEPAL), Valeria Berardi (Universidad

1. En el apartado "Organismos y personas de enlace" se brindan las referencias a las fuentes de información en cada país.

2. En algunos casos, a falta de información más reciente, se tomaron en consideración los datos provistos en Relevamientos anteriores o en otras fuentes de información.

Austral de Rosario), Analía Erbes (Universidad Nacional de General Sarmiento-CONICET) y Lilia Stubrin (UNU-MERIT).

Como expresión de una línea de trabajo permanente de la RICYT, fuertemente enlazado con las preocupaciones centrales del Observatorio CTS, el volumen incluye un informe sobre la percepción social de la ciencia y la tecnología. El texto está centrado en una cuestión de capital importancia para el logro de una cultura cívica de la ciencia, como son los indicadores de actitudes acerca del riesgo y la participación ciudadana. El informe fue elaborado por Carmelo Polino y Dolores Chiappe, del Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior (REDES).

El Estado de la Ciencia 2010 contiene además un informe sobre indicadores de trayectorias de los investigadores iberoamericanos, que da cuenta de los avances alcanzados en la elaboración del Manual de Buenos Aires y de los resultados de su validación técnica. Se trata de un informe elaborado por un equipo coordinado por María Guillermina D'Onofrio (MINCYT, Argentina) e integrado por Francisco Solís (Consejería de Economía, Innovación y

Ciencia de la Junta de Andalucía, España), María Victoria Tignino (MINCYT, Argentina) y Esther Cabrera (Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, España).

Hay un fuerte reclamo en la región por la aplicación de políticas más activas en la búsqueda de repercusiones sociales de los esfuerzos que los países realizan en materia de ciencia, tecnología e innovación. El sustento de tales políticas demanda a su vez una información que trascienda los tradicionales indicadores de I+D y brinden elementos que permitan identificar y valorar las tramas sociales, algunas de ellas propias de la conformación de las comunidades científicas y académicas, en general, y otras más referidas a cambios sociales relacionados con el avance del conocimiento. Es hacia la satisfacción de estos requerimientos informativos, que tanto la RICYT como el OCTS orientan sus acciones, de las que se da cuenta en la presente edición de *El Estado de la Ciencia*.

Mario Albornoz

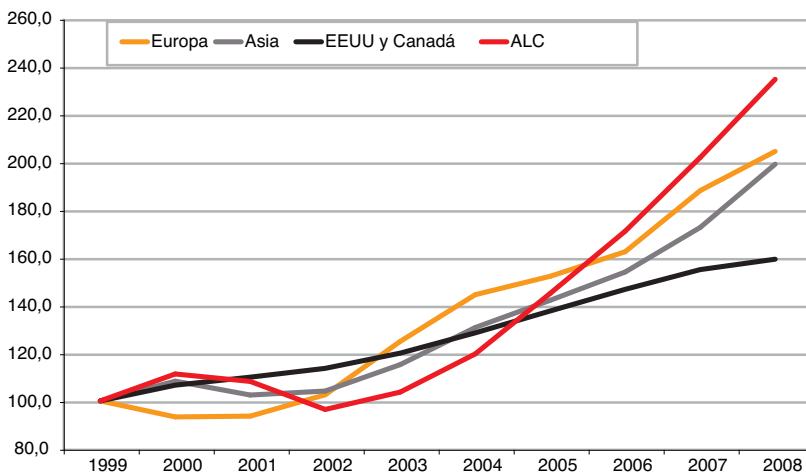
1.1 EL ESTADO DE LA CIENCIA EN IMÁGENES

Esta sección presenta un resumen gráfico de las principales tendencias de ciencia y la tecnología iberoamericana, en el contexto global. Los indicadores que dan origen a estos gráficos, entre otros, puede ser consultada en el anexo estadístico de este volumen.

Para facilitar la comparación, algunos de los gráficos están diseñados en base 1999=100. Para ello, se igualan los valores de las series y se trazan a partir del año base sus tasas de crecimiento, permitiendo comparar así las tendencias de elementos de volumen muy dispar. El detalle de las definiciones utilizadas puede encontrarse al final del anexo estadístico que acompaña este volumen.

1. INDICADORES DE CONTEXTO

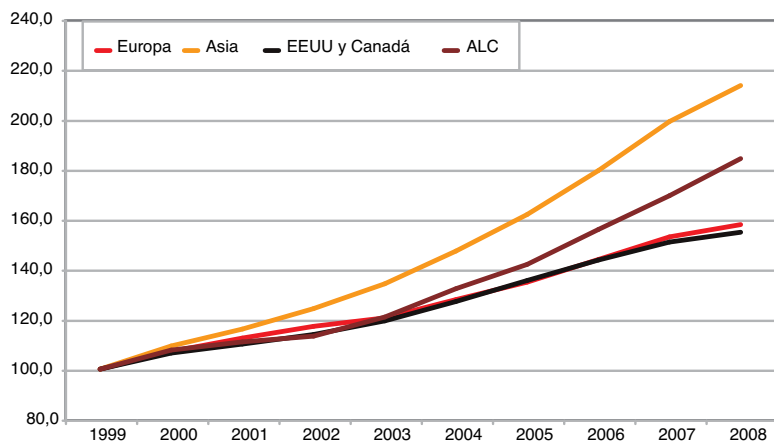
1.1. Evolución del Producto Bruto Interno en dólares corrientes. Bloques geográficos seleccionados. *



El producto bruto de América Latina y el Caribe, medido en dólares corrientes, es el que presenta el crecimiento más marcado entre los bloques geográficos seleccionados, llegando a duplicarse en los 10 años de esta serie.

* Base 1999 = 100

1.2. Evolución del PBI en Paridad de Poder de Compra. Bloques geográficos seleccionados. *



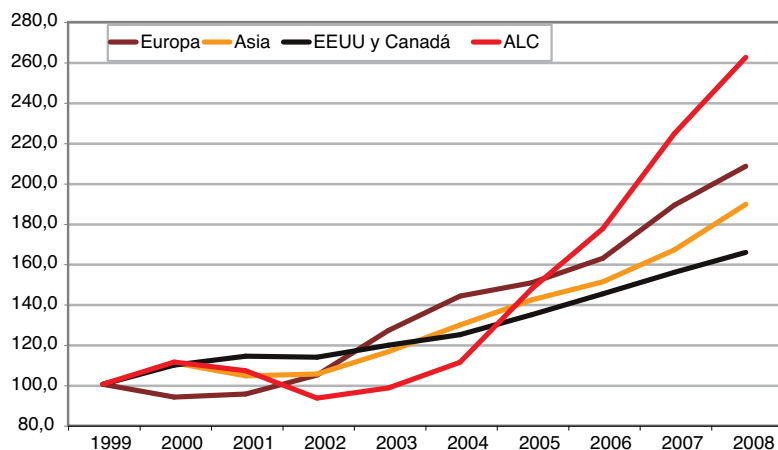
La evolución del PBI, medido en Paridad de Poder de Compra, muestra un crecimiento algo menor pero más estable que el medido en dólares corrientes, al evitar el efecto de la devaluación. Para el caso de América Latina y el Caribe el crecimiento supera el 60%.

* Base 1999 = 100

12

2. RECURSOS FINANCIEROS DEDICADOS A CIENCIA Y TECNOLOGÍA

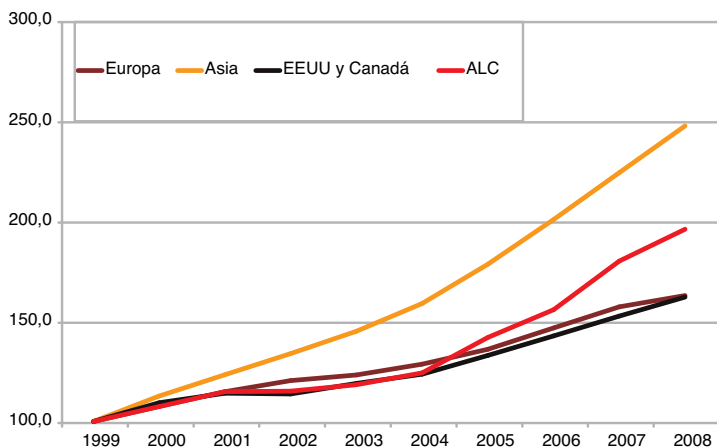
2.1. Evolución de la Inversión en I+D en dólares corrientes. Bloques geográficos seleccionados. *



La inversión en I+D para la región latinoamericana, en dólares corrientes, sostiene un crecimiento similar al del PBI incluso superándolo entre los años 2003 y 2008, llegando a duplicar la inversión realizada 10 años antes. América Latina y el Caribe es el bloque geográfico que más crece durante este período, aunque su participación en el total mundial continúe siendo porcentualmente poco significativa respecto de otros bloques.

* Base 1999 = 100

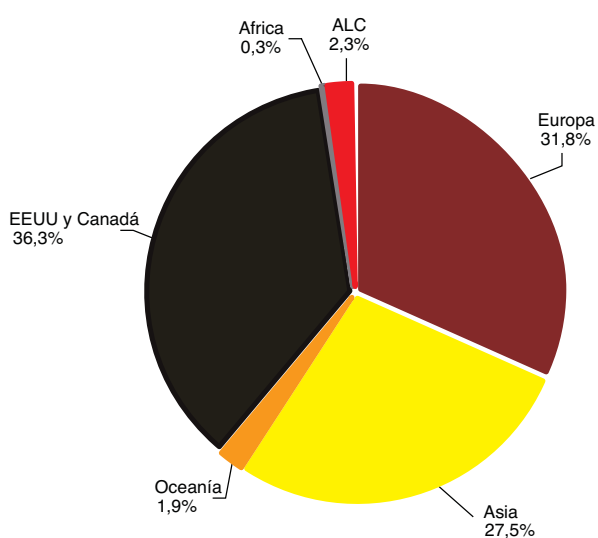
**2.2. Evolución de la Inversión en I+D en Paridad de Poder de Compra.
Bloques geográficos seleccionados. ***



La evolución de la inversión en I+D de América Latina y el Caribe, medida en Paridad de Poder de Compra, logra superar en más de un 90% la inversión de los primeros años de esta serie. Asimismo, la región Asiática es la que logra un mayor crecimiento de su inversión en I+D, alcanzando un crecimiento que ronda el 150% respecto del primer año considerado.

* Base 1999 = 100

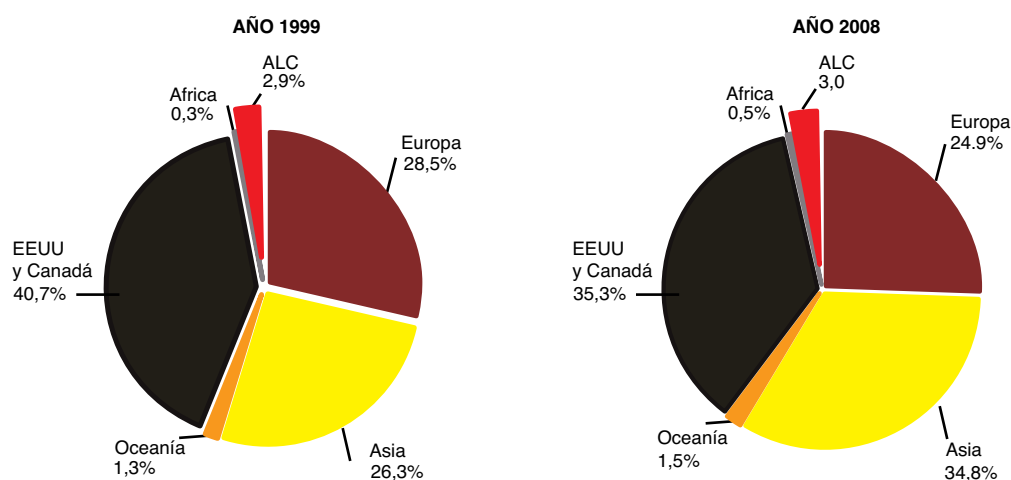
**2.3. Distribución de la Inversión en I+D en dólares corrientes.
Bloques geográficos seleccionados. Año 2008. ***



América Latina y el Caribe ha logrado aumentar en algunos puntos porcentuales su participación en la inversión mundial en I+D en los últimos 10 años, pasando de representar el 1.6% de la inversión total en el año 1999 al 2.3% en el año 2008. En estos mismos años, la preeminencia de EE.UU y Canadá en la inversión mundial de I+D fue dejando lugar a la participación de Europa en esta distribución, mientras Asia mantuvo durante los 10 últimos años una participación similar en esta distribución.

* O último dato disponible

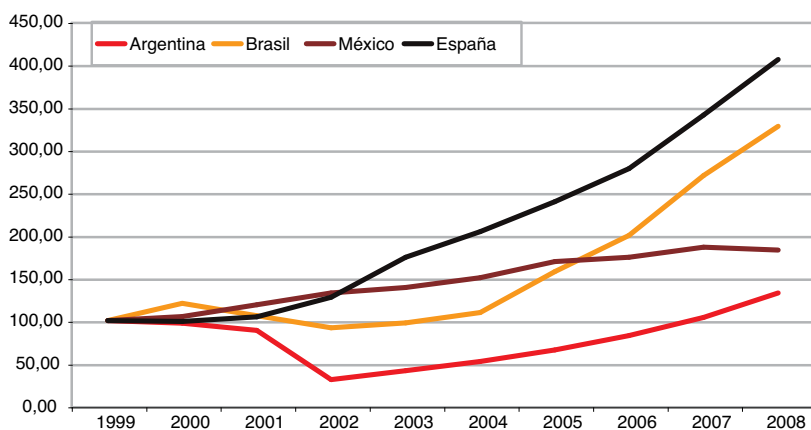
2.4. Distribución de la Inversión en I+D en Paridad de Poder de Compra. Bloques geográficos seleccionados. Años 1999 y 2008.*



En Paridad de Poder de Compra, la distribución de la inversión mundial en I+D guarda claras similitudes con la graficada en dólares corrientes. En este caso, vemos que la participación de América Latina y el Caribe en la inversión mundial ronda el 3% tanto en el año 1999 como en el 2008, con un crecimiento leve de 0,2 puntos porcentuales y el marcado aumento de la participación asiática en detrimento de la europea y de Canadá y Norteamérica

* O último año disponible

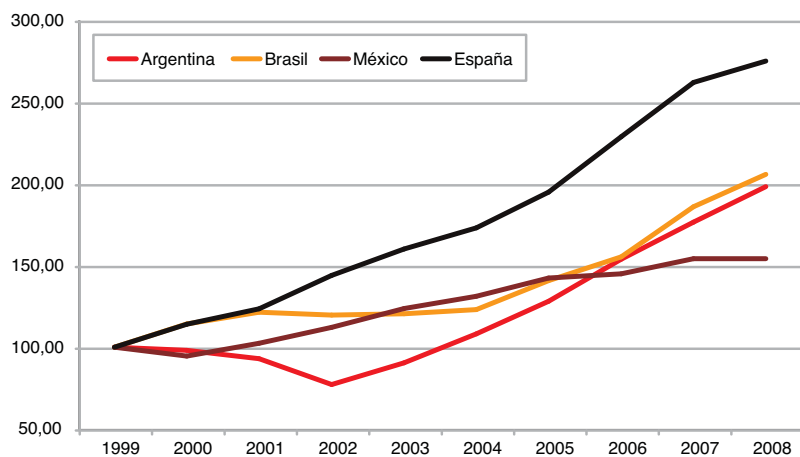
2.5. Evolución de la inversión en I+D en dólares corrientes. Países seleccionados.*



España y Brasil son los países de la región Iberoamericana que más han aumentado su inversión en I+D en los 10 años que comprende esta serie. El caso de México muestra un crecimiento sostenido pero muy leve durante toda la serie mientras que Argentina recién en el 2007 logra superar los niveles con los que da comienzo a la serie, luego de la crisis sufrida en el 2001.

* Base 1999 = 100

2.6. Evolución de la inversión en I+D en Paridad de Poder de Compra. Países seleccionados.*

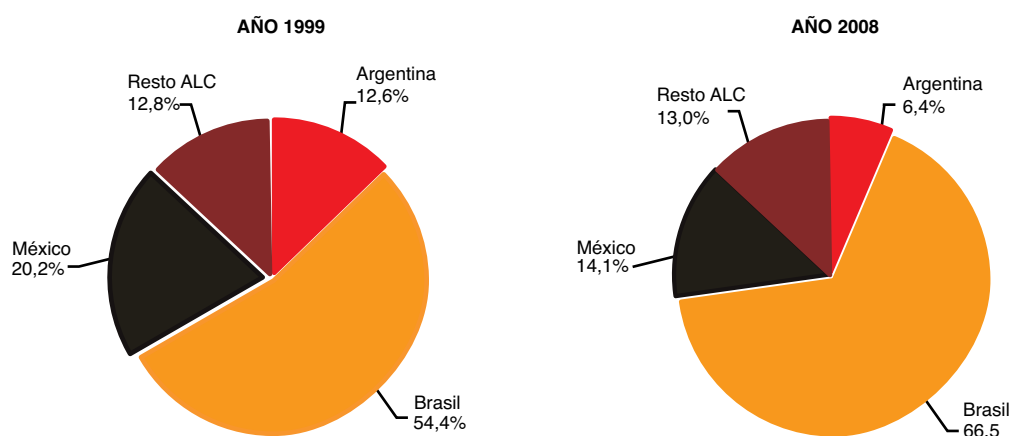


En la evolución de la inversión en I+D medida en Paridad de Poder de Compra, siguen siendo España y Brasil los países de la región que llevan la delantera. Lo significativo aquí es el hecho de que Argentina logra recuperar y duplicar los valores de la inversión en I+D que inician la serie, logrando sostener un crecimiento similar al presentado por Brasil.

* Base 1999 = 100

15

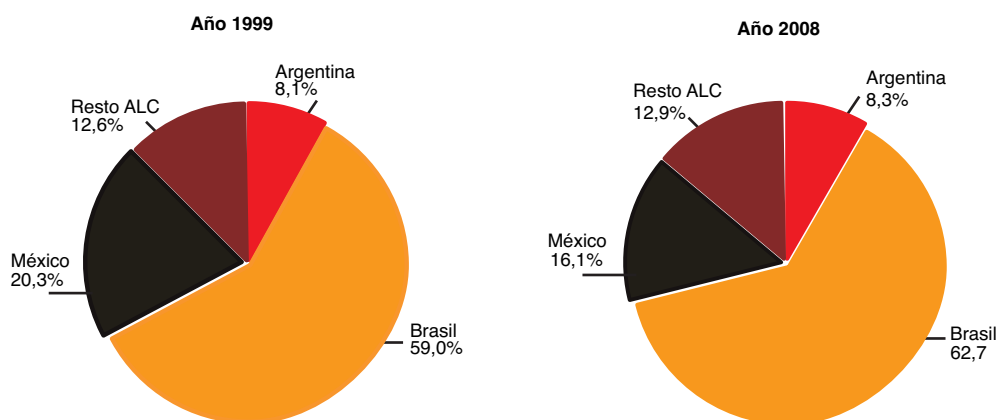
2.7. Distribución de la Inversión en I+D en dólares corrientes. Países de América Latina y el Caribe. Años 1999 y 2008.*



En el año 1999, Brasil representaba más de la mitad de la inversión regional en I+D. Junto con Argentina y México representan más del 85% de la inversión en I+D de toda la región. La inversión en I+D del resto de los países de ALC apenas superaba el esfuerzo realizado por Argentina. Para el año 2008 Brasil incrementó su participación en la inversión regional en I+D en detrimento de México y Argentina, mientras que el resto de la región mantuvo durante todos estos años una participación bastante constante que ronda el 13%.

*O último año disponible.

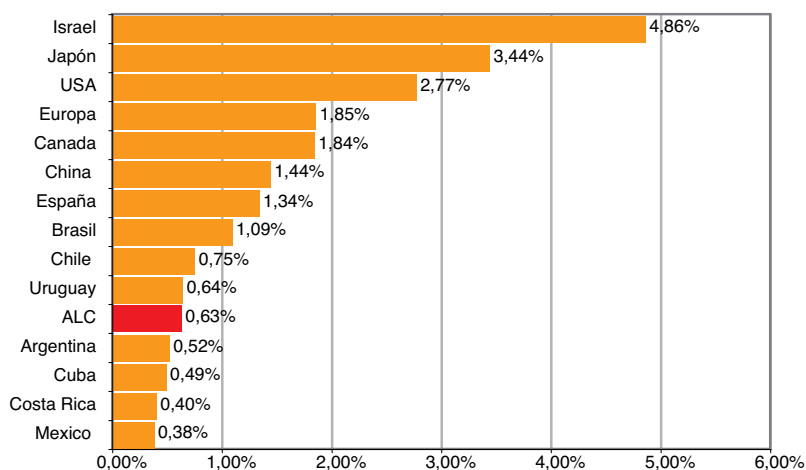
2.8. Distribución de la Inversión en I+D en Paridad de Poder de Compra. Países de América Latina y el Caribe. Años 1999 y 2008.*



La participación Argentina en el total de la inversión regional en I+D, medida en Paridad de Poder de Compra, es mucho menor que la presentada en dólares corrientes, mientras que la preeminencia de Brasil en el total regional es tan sustancial como en su expresión en dólares. El resto de los países de América Latina y el Caribe sostienen una participación que busca alcanzar el 13% durante los 10 años que aquí se contemplan.

* O último dato disponible.

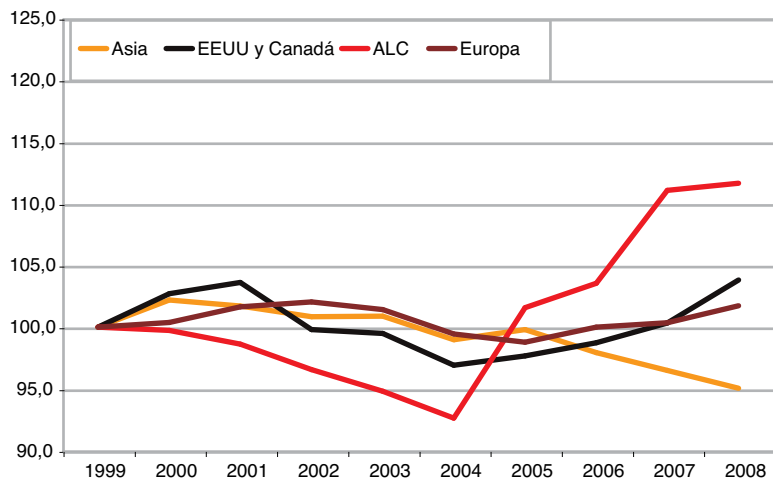
2.9. Inversión en I+D en relación al PBI. Regiones y países seleccionados. Año 2008.*



Para el año 2008, la relación entre inversión en I+D y PBI alcanzó su máximo nivel histórico, superando el 4% en el caso de Israel. En este año, América Latina y el Caribe logró superar el 0.60%, mientras que España y Brasil son los únicos países de Iberoamérica que consiguieron superar el umbral del 1% en esta relación.

* O último dato disponible.

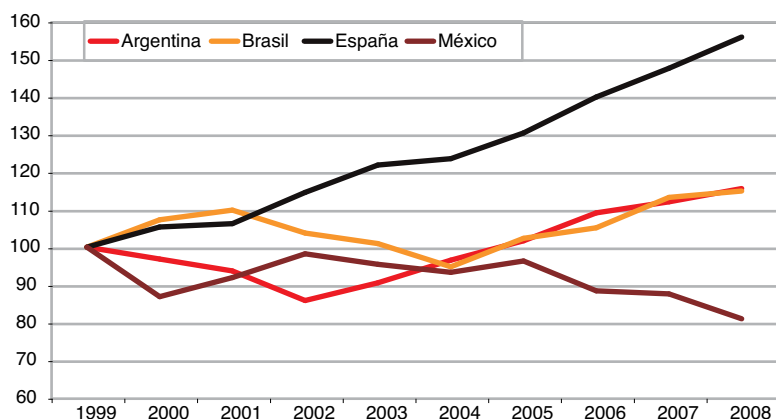
2.10. Evolución de la Inversión en I+D en relación al PBI. Bloques Geográficos seleccionados.*



La relación entre la inversión en I+D y el PBI de América Latina y el Caribe sufre un cierto decrecimiento desde el año 1999 hasta el 2004, año en el que comienza una recuperación muy acelerada. Gran parte de este decrecimiento puede explicarse por las caídas en esta relación sufridas por Brasil, pero también por México en el 2000 y Argentina a partir del año 2001.

* Base 1999 = 100

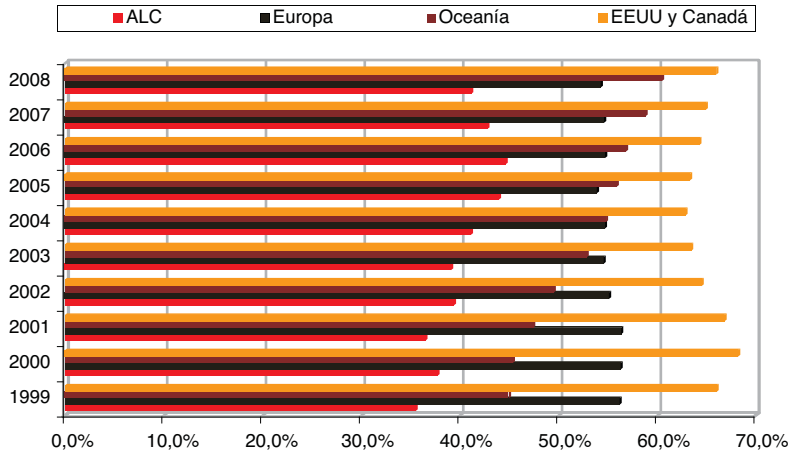
2.11. Evolución de la inversión en I+D en relación al PBI en algunos países de Iberoamérica.*



España es el país de la región iberoamericana que presenta el mayor crecimiento en la relación entre la inversión en I+D y su PBI. Argentina y Brasil luego de algunos vaivenes logran emprender un crecimiento sostenido durante los últimos 4 años.

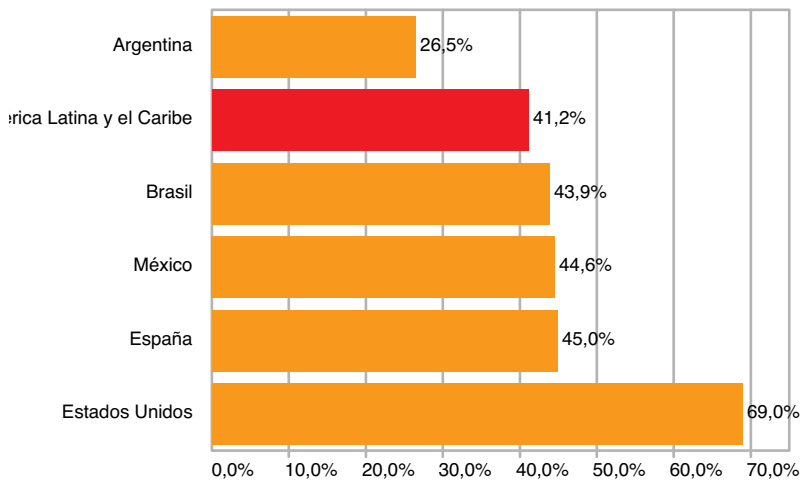
* Base 1999 = 100

2.12. Participación del sector Empresas en la inversión en I+D. Bloques geográficos seleccionados



El sector empresas en América Latina y el Caribe representa entre el 35% y el 45% del total de la inversión regional de la I+D. En Europa las empresas mantienen un financiamiento que supera siempre el 50% de la inversión total y, en el caso de EEUU y Canadá, este sector representa aún más del 65% de la inversión total en I+D.

2.13. Inversión en I+D financiada por el sector empresas. Regiones y países seleccionados. Año 2008.*

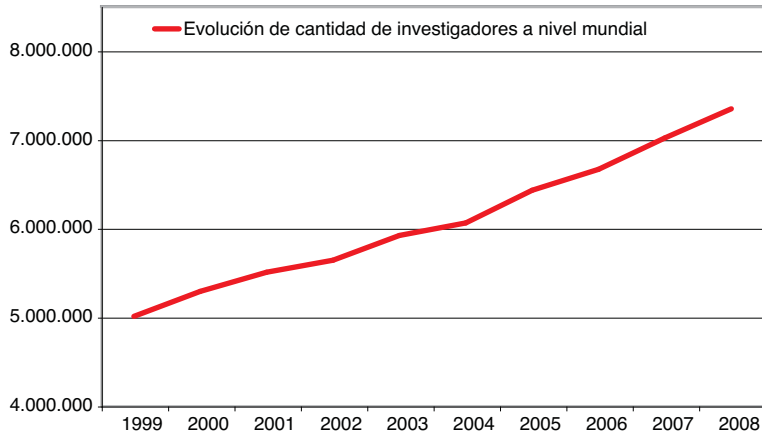


Para el año 2008, México y Brasil son los países de ALC con mayor participación del sector empresas en el financiamiento de la I+D. Argentina, en cambio, no logra superar el umbral del 30%. España cuenta con un 45% de financiamiento privado mientras que, a modo de ejemplo, en Estados Unidos la participación de las empresas es del 69%.

* O último dato disponible

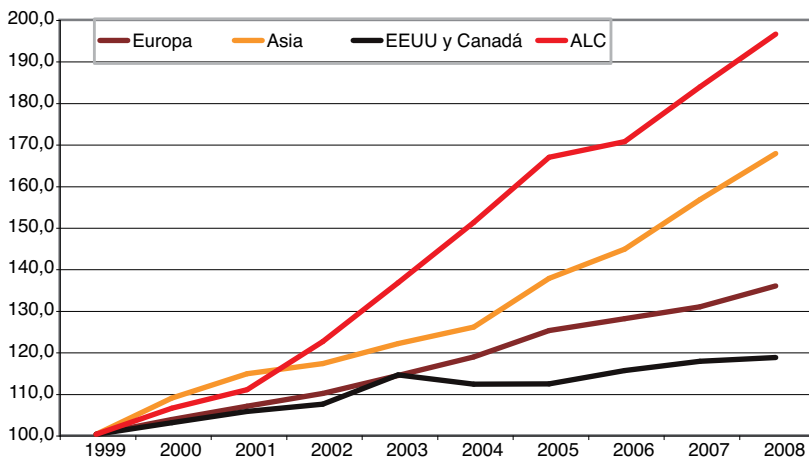
3. RECURSOS HUMANOS DEDICADOS A CIENCIA Y TECNOLOGÍA

3.1. Evolución del número total de Investigadores y tecnólogos EJC en el mundo



En el período considerado se observa un notable crecimiento del número total de investigadores en Equivalencia Jornada Completa a nivel mundial, arrancando el período con algo más de 5 millones de investigadores para terminar con un estimado de más de 7 millones de investigadores en el mundo.

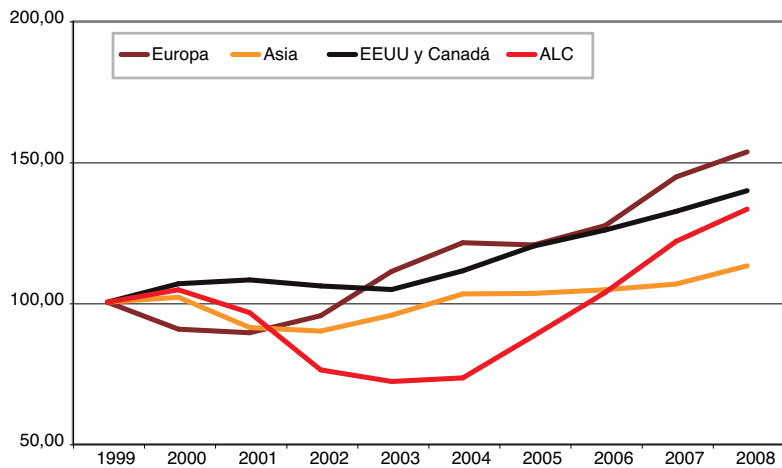
3.2. Evolución del número de investigadores en Equivalencia Jornada Completa. Bloques geográficos seleccionados.*



América Latina y el Caribe es la región que presenta el mayor crecimiento en el número de investigadores EJC, llegando casi duplicar su número inicial en los 10 años que corresponden a esta serie. De todas maneras, vale recalcar que aún a pesar del crecimiento exponencial del número de investigadores en la región, éste representa un porcentaje muy bajo en el total mundial de investigadores EJC.

* Base 1999 = 100

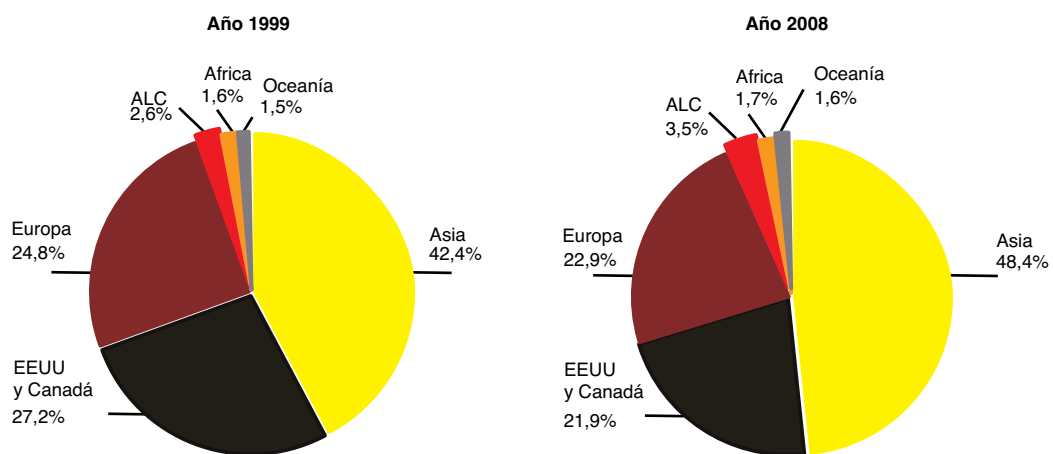
3.3. Evolución de la inversión en I+D por investigador en Equivalencia Jornada Completa. Bloques geográficos seleccionados.*



Los bloques geográficos de Europa y EE.UU y Canadá muestran un crecimiento sostenido desde el año 2003. América Latina y el Caribe muestran el mismo crecimiento, luego de la fuerte caída sucedida entre los años 2002 y 2004.

* Base 1999 = 100

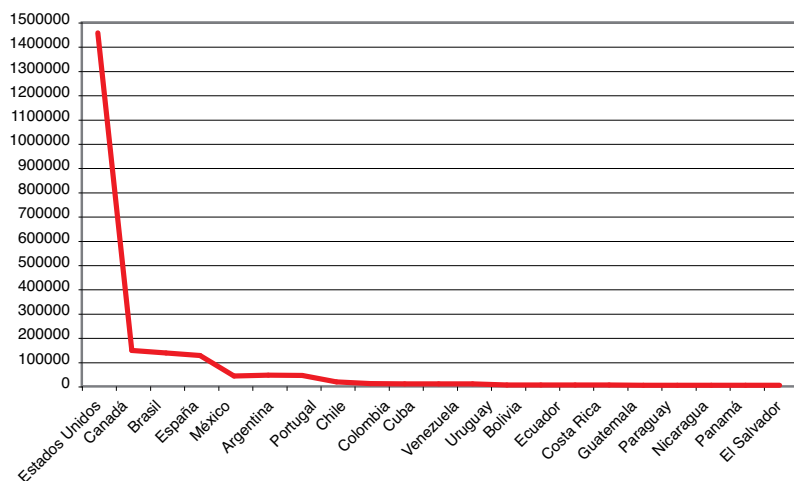
3.4. Distribución de los investigadores en Equivalencia Jornada Completa. Bloques geográficos seleccionados. Años 1999 y 2008. *



En el año 1999 cerca del 95% de los investigadores EJC del mundo se encontraban en Asia, EE.UU y Canadá y Europa, representando los investigadores de América Latina y el Caribe, África y Oceanía menos del 6% restante. Para el año 2008, a la región asiática le corresponden cerca de la mitad de los investigadores y tecnólogos del mundo. Los investigadores EJC de América Latina y el Caribe aumentan su participación considerablemente en estos años.

* O último dato disponible.

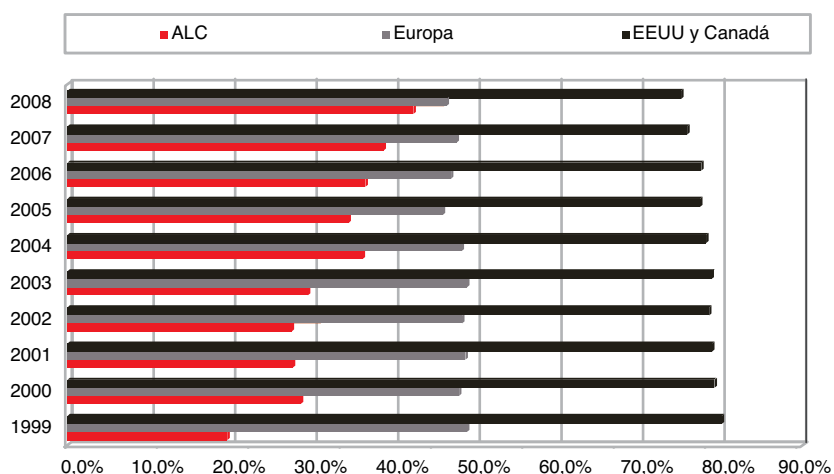
3.5. Distribución de los investigadores y tecnólogos en Equivalencia Jornada Completa. Países seleccionados. Año 2008.*



A EE.UU le corresponde la enorme mayoría de los investigadores y tecnólogos del mundo. De la región Iberoamericana, los países con mayor número de investigadores EJC son Brasil, España, México y Argentina.

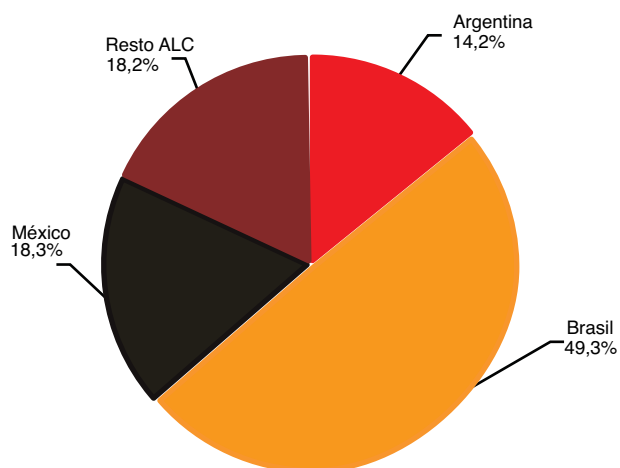
* O último dato disponible.

3.6. Participación de los investigadores y tecnólogos en Equivalencia Jornada Completa en el Sector Empresas. Bloques geográficos seleccionados



El número de investigadores que desarrollan sus actividades de I+D en el sector empresas de América Latina y el Caribe ha crecido notablemente en este período, algo más de un 20% en los últimos 10 años, mientras que la participación de estos investigadores en Europa y EEUU y Canadá ha tendido a mantenerse constante.

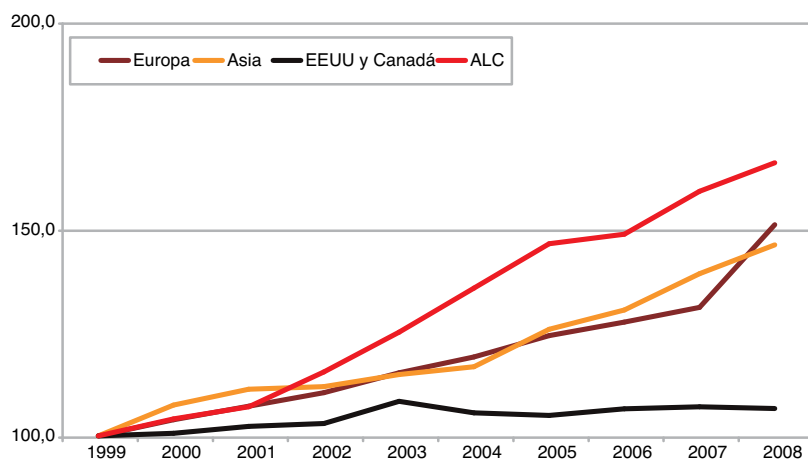
3.7. Distribución de los investigadores en Equivalencia Jornada Completa. Países seleccionados. Año 2008.*



Brasil concentra cerca de la mitad de los investigadores y tecnólogos EJC de la región Latinoamericana. De esta manera, son 3 países los que concentran a más del 80% del total de los investigadores de la región.

* O último dato disponible.

3.8. Evolución del número de Investigadores en Equivalencia Jornada Completa en relación a la Población Económicamente Activa. Bloques geográficos seleccionados. *

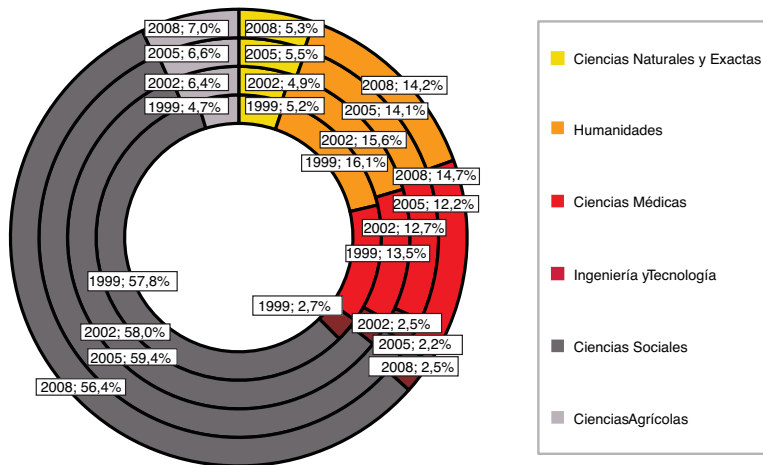


América Latina y el Caribe ha logrado un crecimiento sostenido durante todo el período considerado, convirtiéndose ésta en la región que más ha aumentado su número de investigadores en relación a la PEA.

* Base 1999 = 100

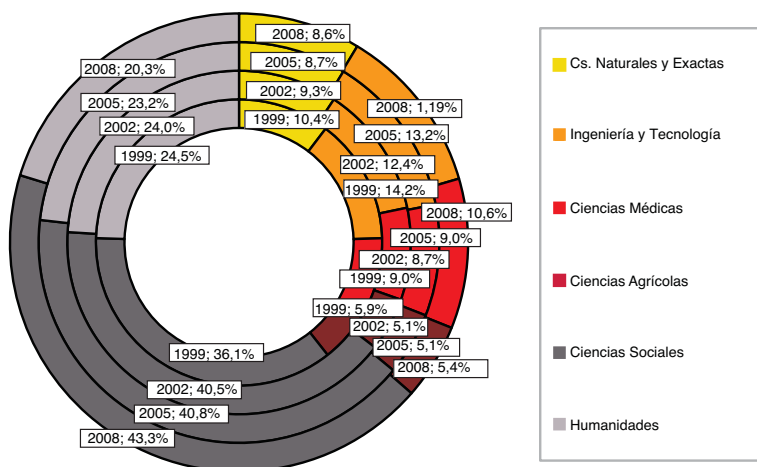
4. FLUJO DE GRADUADOS

4.1. Titulados de grado en América Latina y el Caribe



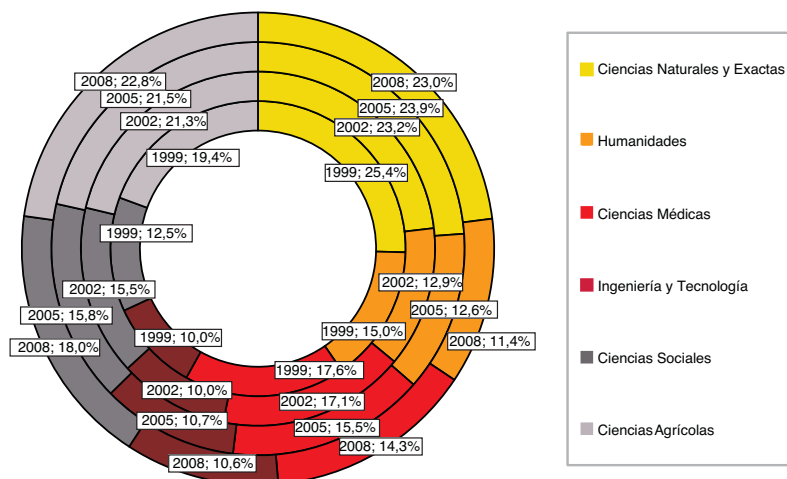
Durante el período considerado, el número total de titulados de grado en América Latina y el Caribe se ha duplicado, estando a la cabeza de este aumento el crecimiento exponencial del número de graduados en Ciencias Sociales.

4.2. Titulados de maestrías en América Latina y el Caribe



En el caso de los graduados de maestrías, la tendencia hegemonizada por las Ciencias Sociales va dejando lugar a un aumento en los graduados de Humanidades e Ingeniería y Tecnología.

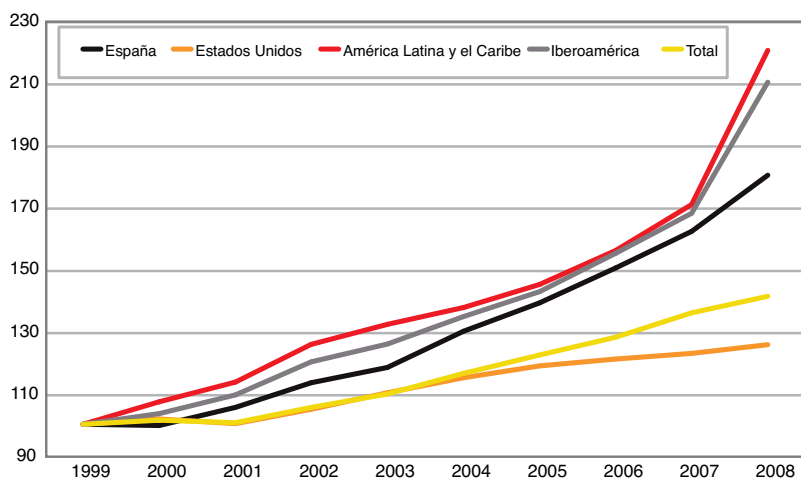
4.3. Titulados de doctorados en América Latina y el Caribe



En los últimos 10 años, el número total de graduados de doctorados de América Latina y el Caribe ha llegado a triplicarse. A diferencia del caso de los titulados de grado, la mayor cantidad de graduados de doctorado corresponde a Ciencias Naturales y Exactas, seguida por las Ciencias Agrícolas.

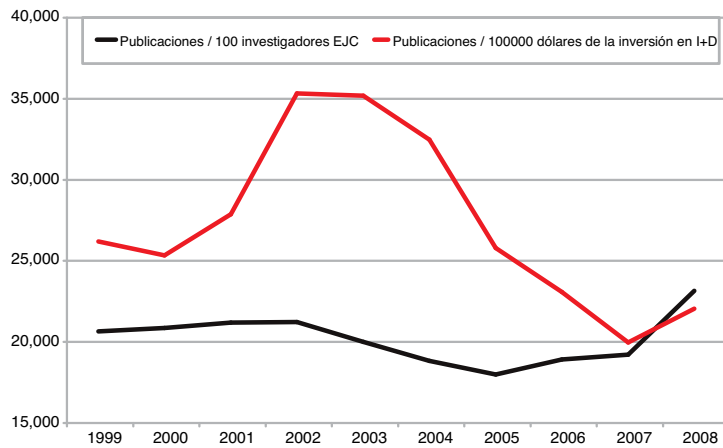
5. INDICADORES DE PRODUCTO

5.1. Evolución del número de publicaciones en Science Citation Index. *



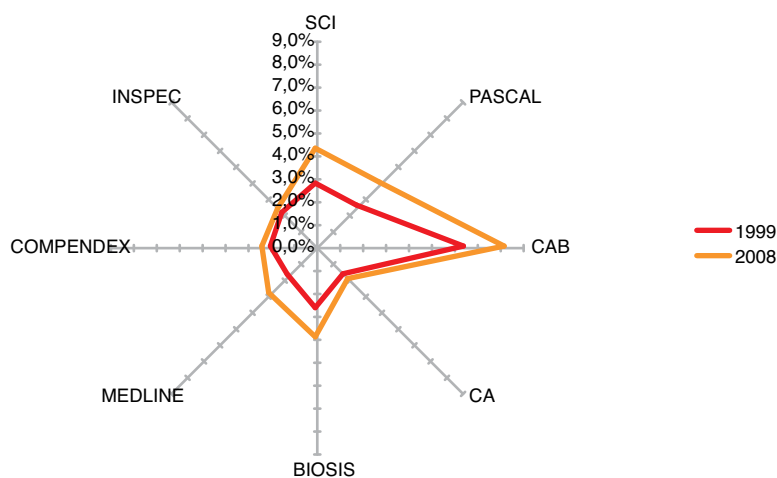
En los años comprendidos en esta serie las publicaciones de América Latina y el Caribe se han duplicado, siendo ésta la región cuya participación más ha crecido en esta base de datos

5.2. Publicaciones de América Latina y el Caribe en la base SCI SEARCH en relación al número de investigadores EJC y la inversión en I+D.



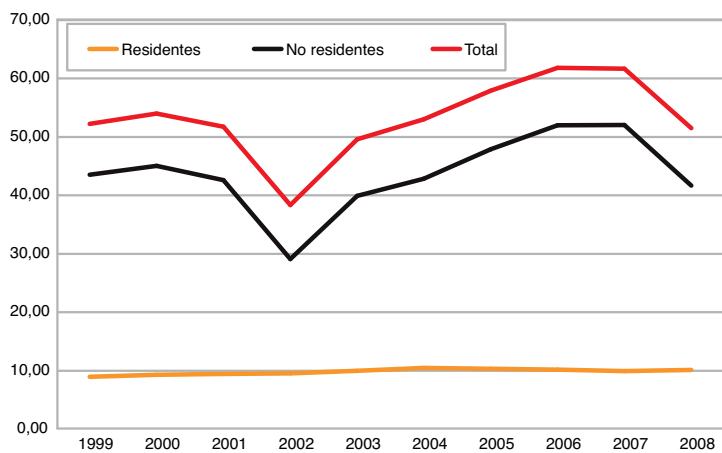
En el caso de América Latina y el Caribe la relación entre las publicaciones y el número de investigadores se ha mantenido relativamente constante durante los años de esta serie. La relación entre publicaciones e inversión en I+D no resulta tan constante ya que durante los años 2001 y 2005, debido al crecimiento de la inversión en I+D en dólares corrientes en la región, esta relación ha sufrido un desfasaje.

5.3. Participación de América Latina y el Caribe en las bases de datos



La participación de América Latina y el Caribe en las diferentes bases de datos ha aumentado considerablemente en los últimos 10 años, fundamentalmente en las bases CAB (Ciencias Agrícolas), SCI (Multidisciplinaria), BIOSIS (Biología) y PASCAL (Multidisciplinaria).

5.4. Solicitudes de patentes en América Latina y el Caribe.*



El número de patentes solicitadas por residentes de la región América Latina y el Caribe se mantuvo relativamente constante durante estos años, observando una leve pero clara tendencia al crecimiento. Muy por encima del número de patentes solicitadas por residentes se ubican las solicitudes realizadas por no residentes de la región, factor que explica la tendencia del número total de patentes solicitadas.

* En miles

1.2 ESTRUCTURA SOCIAL E INSERCIÓN INTERNACIONAL EN LATINOAMÉRICA, 2000-2008

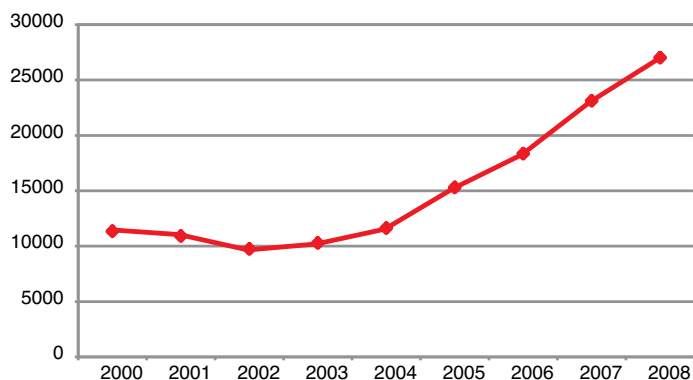
El presente informe ha sido elaborado a pedido de la RICYT por el Dr. Facundo Albornoz (Centro de Investigación y Docencia en Economía para el Desarrollo -CIDED-, Universidad Nacional de Tres de Febrero; y Universidad de Buenos Aires).

INTRODUCCIÓN

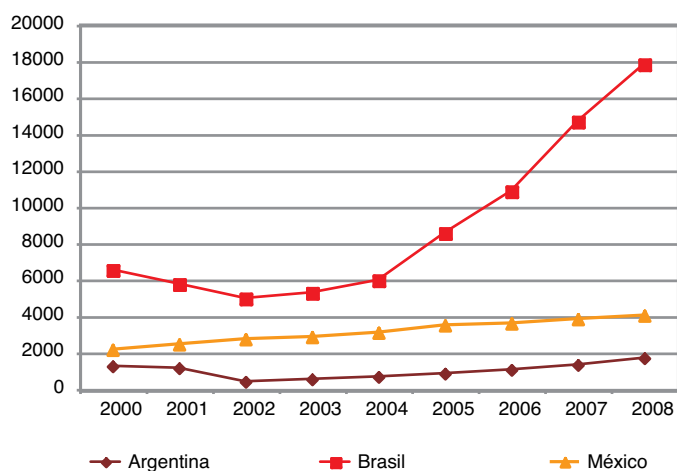
La última década ha sido de inusual bonanza para la mayoría de los países de América Latina. El PBI per cápita de la región creció alrededor de 20% entre 2000 y 2008.¹ Este dato cobra mayor relevancia al ser comparado con el producto bruto per cápita mundial, el cual se incrementó en un 12% para el mismo período. En otras palabras, mientras que el producto bruto de la región creció a un ritmo de 3,7% anual, el resto del mundo lo hizo a una tasa del 2,6%. Más aun, la particularidad latinoamericana en cuanto a la dinámica del producto bruto se manifestó también durante la crisis global que azotó a gran parte de los países, especialmente a los centrales, pero cuyo impacto fue más bien tenue en la región, evitando así un escenario de recesión económica (Cepal, 2009; Fanelli y Jiménez, 2010).

27

**Gráfico 1. Gasto en I+D de América Latina y el Caribe
(millones U\$S corrientes)**



**Gráfico 2. Gasto en I+D en algunos países de la región
(millones u\$s corrientes)**



Este trabajo muestra que tal crecimiento ha sido acompañado por un mayor esfuerzo y mejor desempeño en I+D. Por ejemplo, tal cual puede verse en el **Gráfico 1**, el gasto en I+D de los países de América Latina y el Caribe ha tenido un fuerte crecimiento en términos nominales luego de la crisis regional, pasando de alrededor de 9.500 millones de dólares en 2002 a poco más de 26.800 en 2008. De esta forma, el gasto estuvo cerca de triplicarse en seis años.

En el **Gráfico 2** se indica que el principal motor del crecimiento fue Brasil, pasando de invertir 4.900 millones de dólares en 2002 a cerca de 18.000 en 2008 (más de 358% durante este período). México y Argentina también han aumentado sus gasto en I+D durante los mismos años, aunque su ritmo fue más lento y a niveles que representan un menor peso sobre el total regional. Sin embargo, gran parte de este crecimiento se explica directamente

1. World Development Indicators (WDI).

por la expansión económica de la región. Por ende, el gasto en I+D relativo al PBI permite una mejor aproximación al esfuerzo realizado en estas actividades. En este trabajo se muestra que la región efectivamente ha hecho el esfuerzo en I+D. Sin embargo, las trayectorias a nivel nacional han sido dispares. Como puede verse en el **Gráfico 3**, Brasil ha tenido una evolución dispar, con una caída sostenida hasta el 2004 pero con un fuerte crecimiento desde entonces, alcanzando en 2008 el 1,09% del PBI. Este dato cobra mayor interés al notar que este país es el único de la región que invierte más del 1% del PBI en I+D. Argentina también ha acentuado su esfuerzo aunque a niveles sustancialmente más modestos, alcanzando el 0,52% del PBI invertido en I+D en 2008. México, en cambio, presenta una trayectoria opuesta al mostrar un retroceso en su esfuerzo relativo dedicado a I+D (este indicador pasar del 0,41% en 2005 a cerca del 0,37% al final del periodo).

Más allá de algunas experiencias nacionales particulares, los datos elaborados en esta ocasión permiten un relato consistente con un mayor esfuerzo de la región en I+D. Queda, sin embargo, por saber si esta década de crecimiento inusitado y de mayor peso de las actividades de I+D ha transformado la estructura social y el tipo de inserción internacional de las economías de la región. O de otra manera, si la región ha aprovechado estos años para disminuir los niveles de desigualdad y pobreza, y si ha complejizado su estructura productiva de manera tal que sus exportaciones hayan reducido la preponderancia de los productos primarios y de las *commodities*.

28

La importancia de esta pregunta reside en evaluar las condiciones de sustentabilidad de este proceso de crecimiento y verificar si la región va removiendo rasgos estructurales que limitaban su desarrollo sometiéndola, a su vez, a vaivenes exógenos que aceleraban o frenaban su crecimiento y a los conflictos sociales que tales dinámicas conllevan.

En esta nota introductoria se presenta evidencia que permite tan sólo esbozar una respuesta preliminar. Si bien los indicadores sociales han mejorado, especialmente aquellos asociados al nivel de pobreza, América Latina mantiene (y profundiza) sus rasgos característicos en cuanto a su inserción internacional. Más allá de presentar comportamientos dispares a nivel nacional, la región ha acentuado su especialización en *commodities* y productos primarios. Al mismo tiempo, la caída de la pobreza y la mejora en otras dimensiones de la calidad de vida no han alcanzado a redefinir la estructura social de los países de América Latina, ya que sus sociedades siguen caracterizadas por niveles de pobreza muy altos y un nivel de desigualdad social que mantiene a la región como la más inequitativa a nivel mundial.

Los temas a discutir están organizados de la siguiente manera: en la sección 2, se discuten diversos indicadores sociales que dan cuenta de la distribución de ingresos, la pobreza y algunos aspectos sociales de carácter no monetario. En la sección 3, se analiza la evolución de la composición de las exportaciones y se enfatizan indicadores que permiten evaluar si el tipo de inserción internacional ha devenido más sofisticada o si, por el

contrario, se ha acentuado la especialización primaria de las exportaciones latinoamericanas durante esta década.

1. CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA SOCIAL

Diversas son las maneras de medir los cambios en la estructura social; todas ellas insatisfactorias por sí solas pero útiles al ser tomadas en conjunto. Este análisis se concentra en la desigualdad de ingresos y en la pobreza por ingresos pues, además de la relevancia de estas dimensiones para entender la situación social, son los indicadores más consistentes y, por ende, más comparables entre los países de la región. Se mencionarán también algunas mediciones que capturan aspectos más estructurales de la calidad de vida y la desigualdad de oportunidades como la informalidad laboral, características de las viviendas y el alcance del gasto público.

1.1. Desigualdad de ingresos

La desigualdad de ingresos se mide usualmente mediante el coeficiente de Gini. Éste otorga un número (coeficiente) entre 0 y 1. El coeficiente 0 corresponde a una situación de perfecta igualdad en la que todos los miembros del conjunto poblacional, un país en este caso, tienen los mismos ingresos. El coeficiente 1 corresponde a una situación de desigualdad absoluta en la que un individuo recibe todos los ingresos mientras que el resto de la población carece de ingresos. Entonces un (una) crecimiento (disminución) del indicador de Gini refleja un (una) aumento (caída) en la desigualdad.²

De acuerdo a esta medida, se puede ver en el **Gráfico 4** una caída generalizada en la desigualdad para América Latina desde 2002. A esta caída sigue un aumento arrastrado desde el 2000, que no obstante no estaba presente en todos los países, como puede verse en los casos de México y Brasil.

Las trayectorias nacionales, si bien comparten la tendencia de una caída en la desigualdad, difieren en su tendencia. Así puede verse, por ejemplo, que las caídas han sido más drásticas para el caso de Brasil y la Argentina que para el de México, cuyo descenso en la desigualdad ha sido más bien suave.

Otra manera de dar cuenta de la desigualdad y su evolución es calcular la proporción del ingreso apropiada por el 10% (decil) más rico de la sociedad. Así, por ejemplo, pueden verse resultados dispares que muestran, sin embargo, que el crecimiento durante esta década no ha favorecido particularmente al sector más rico de las distintas sociedades latinoamericanas.

En algunos países, incluso, se observan caídas relativamente importantes en la porción de ingresos apropiada por el conjunto más favorecido de la población. Por ejemplo, la participación en el ingreso del decil más rico

2. Para una discusión detallada sobre los indicadores empleados ver SEDLAC (Base de Datos Socioeconómicos para América Latina y el Caribe) generado conjuntamente por la Universidad Nacional de La Plata y el Banco Mundial (<http://sedlac.econo.unlp.edu.ar/esp/index.php>).

Gráfico 3. Gasto en I+D en relación al PBI en algunos países de la región

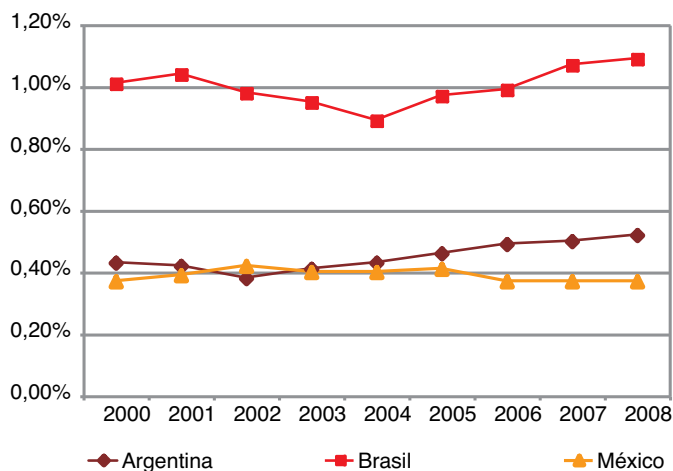


Gráfico 4. Evolución del Índice de Gini

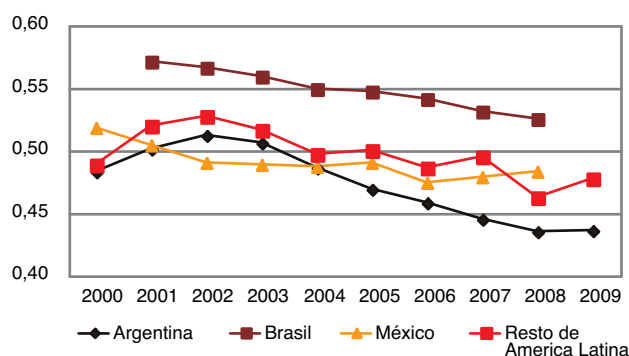
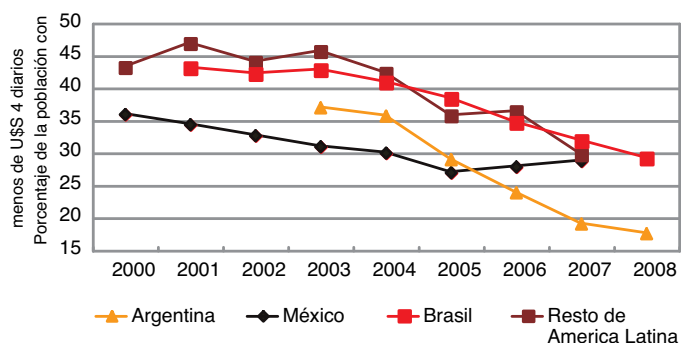


Gráfico 5. Evolución de la Pobreza



en Argentina pasa del 36% en el a2000 al 31% en el 2009. En Chile, esta medida pasa del 45% al 41% entre el 2000 y el 2006. En Ecuador, el peso de los ingresos de los más ricos cae de 42% en el 2003 a 36% en el 2009. En Paraguay, este número pasa del 42% al 38%, entre los años 2000 y 2009. Otros países, también, generaron caídas, aunque más modestas. En este grupo se encuentran países como Brasil, Colombia, México y Perú (aunque este último verifica pronunciadas variaciones). No se observan, sin embargo, cambios significativos en este indicador en los casos de Venezuela, Bolivia y Uruguay.³ Incluso, hay casos como los de Costa Rica y Honduras, en los que el decil de más altos ingresos ha acrecentado su participación del 33% al 38%, o del 40% al 45, respectivamente.

En general, es posible afirmar que esta década de crecimiento ha sido relativamente inclusiva permitiendo reducir los niveles de desigualdad de manera significativa, a pesar de mantenerse en rangos que siguen haciendo de la región un territorio de alta desigualdad de ingresos comparado con otras regiones del mundo (Gasparini et. al, 2009).

1.2. Pobreza por ingresos

Si bien la distribución de ingresos se ha convertido en un eje central del discurso político en algunos de los países latinoamericanos, la reducción de la pobreza se ha convertido en un objetivo central para todos los gobiernos de la región. La centralidad de este objetivo tiene que ver con el consenso que suscita en la comunidad internacional y como éste toma forma en canalizar la ayuda internacional.⁴ Sin duda contribuye también al consenso sobre la reducción de la pobreza su carácter relativamente menos conflictivo en comparación con políticas de gobierno orientadas a reducir la desigualdad. En todo caso, tal cual mostraremos, la reducción de la pobreza ha sido sustancial. Quedará por identificar, sin embargo, cuánto de esta tendencia es específico a América Latina.

Múltiples son los indicadores de pobreza por ingresos. El principal desafío conceptual es determinar un umbral de ingresos que distinga al pobre del no pobre. Muchos países construyen este umbral calculando el valor de una canasta de alimentos de un cierto

3. Todos estos datos provienen del SEDLAC.

4. Los objetivos de desarrollo del milenio acordados por las Naciones Unidas constituyen una manifestación de este consenso en la comunidad internacional. Ver <http://www.un.org/millenniumgoals/>. Estos objetivos han sido apoyados por el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional y la OCDE, entre otras organizaciones internacionales. Ver Pogge (2010) para una crítica de estos objetivos.

contenido calórico para evitar la indigencia y multiplicándolo por algún coeficiente que dé cuenta de los gastos no alimentarios de un hogar/individuo tipo. Uno de los problemas de este tipo de medidas es el grado de arbitrariedad que implica y que su medida sea específica a cada país, limitando así su uso para comparaciones internacionales. Una solución, posiblemente más arbitraria aun, que permite una medida más comparable del umbral de pobreza es ofrecida por el Banco Mundial al determinar que pobre es aquel que no alcanza un ingreso equivalente a los 4 dólares diarios.⁵ Dado que, de todos modos, la pobreza ha sido reducida en esta década, independientemente de la manera en que se mida, nos concentramos entonces en esta medida de 4 dólares diarios.

Como puede verse en el **Gráfico 5**, la pobreza ha caído en toda la región de manera drástica; alrededor de 40% entre el 2000 y 2008 y, salvo para el caso de México, esta tendencia no parece desacelerarse.

Concluimos entonces que esta década de crecimiento ha generado las condiciones para una fuerte caída de la pobreza y que es posible que este efecto perdure más allá de los años considerados.

1.3. Otros indicadores de la calidad de vida

Otro rasgo fundamental del retraso social de las sociedades latinoamericanas es el nivel de informalidad laboral. Una característica general de la informalidad laboral es que su impacto varía según el nivel de educación formal alcanzado por el trabajador. Entonces distinguimos entre calificación alta, media y baja, y comparamos su incidencia, según lo permita la información disponible, entre algún año al principio de la década y otro que esté lo más actualizado posible. Seleccionamos también algunos países pues la agregación a nivel de la región conllevaría múltiples problemas metodológicos y de omisión de datos de acuerdo al año y el país considerados.

De todas maneras, un panorama regional emerge al describirse casos puntuales. Por ejemplo, en Argentina, el porcentaje de trabajadores informales entre aquellos de calificación alta cae del 17% al 15% entre 2003 y 2009. Esta caída es aun mayor entre los trabajadores de baja calificación que pasan de representar el 64% al 60% en los mismos años. Más fuerte aun es la caída entre los trabajadores de calificación media ya que la informalidad pierde 8 puntos porcentuales (del 50% en 2003 a 42% en 2009).

Caídas similares se observan en Costa Rica, por ejemplo, en donde el peso del trabajo informal entre los trabajadores no calificados pasa del 55% al 51% mientras que entre los más calificados la caída es menor (13% al 11%), entre 2000 y 2009.

Pocos cambios se observan en Brasil. Este país muestra niveles de informalidad entre sus trabajadores de poca

calificación del 67%, tanto en 2001 como en 2008. Incluso se observa un leve crecimiento entre los trabajadores de calificación alta (pasa del 7% al 8%). Tampoco se observan cambios en Chile, aunque sólo hay datos disponibles para el periodo 2000 y 2003, que mantiene un porcentaje de 55% de trabajadores poco calificados. México, en cambio, mantiene un nivel muy alto de informalidad entre los de calificación baja (alrededor del 66% en 2000 y 2008), pero crece en cambio la informalidad de los trabajadores de calificación media (pasa del 39% al 41%) y alta (del 9% al 13%). Otros países en los que la situación laboral no se modifica son Uruguay, Venezuela, Perú, Colombia. Básicamente es posible afirmar que no se ven progresos en esta dimensión de la calidad de vida, salvo para casos aislados.

Hay otros aspectos que pueden dar cuenta de condiciones más estructurales como las características de las viviendas y el acceso a servicios básicos. Dadas las características de este tipo de indicadores se observan mejoras leves en el tipo de vivienda. De hecho, todos los países de la región aumentaron la proporción de la población con acceso a viviendas con electricidad, cloacas y gas. Esta tendencia es consistente y lenta en la mayoría de los países, excepto para los casos de Bolivia y Venezuela, que muestran mejoras sustanciales en estos indicadores.⁶

En cuanto al acceso a servicios públicos, el panorama general tan sólo ha mejorado levemente. Más aun, tal cual muestran Marchionni y Glutzmann (2010), tanto el uso de los servicios públicos más elementales (salud, educación, el transporte público, acceso a agua, electricidad y gas) como el uso de las telecomunicaciones se mantiene altamente desigual en la región.

2. INSERCIÓN INTERNACIONAL

Más allá de la desigualdad social y de la presencia generalizada de la pobreza, la especialización primaria de la producción latinoamericana es otro de los rasgos característicos de la región. Más aún, este tipo de especialización ha sido señalado como uno de los impedimentos estructurales para el desarrollo y el crecimiento sostenido de las economías latinoamericanas. Tal es así que las corrientes intelectuales del desarrollo originadas en la región, como la Escuela de la CEPAL y, en alguna medida, la Escuela de la Dependencia, han construido sus aportes teóricos enfatizando esta premisa. La necesidad de remover las restricciones impuestas por este tipo de especialización cobró forma de estrategia de desarrollo en las políticas asociadas a la sustitución de importaciones.

En las últimas décadas, sin embargo, se han destacado otros problemas de desarrollo y la dependencia primaria ha dejado de ser considerada como un elemento central de la estrategia de desarrollo. Este cambio en el énfasis es más característico, quizás, de los años 80 y 90 que de la última década, en la que la problemática parece haber re-emergido aunque levemente. De hecho, ciertos niveles de promoción industrial caracterizan varias de las políticas implementadas por los países de la región (ver, por ejemplo, CEPAL, 2009). Sin embargo, los altos precios de los productos primarios y

5. Ver Pogge y Reddy (2010) para una crítica de estos indicadores.

6. Ver datos en SEDLAC.

Gráfico 6. Composición de las exportaciones de América Latina (año 2000)



Gráfico 7. Composición de las exportaciones de América Latina (año 2008)

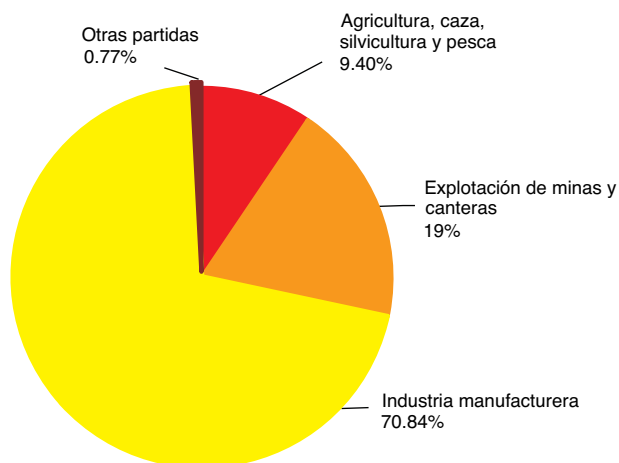
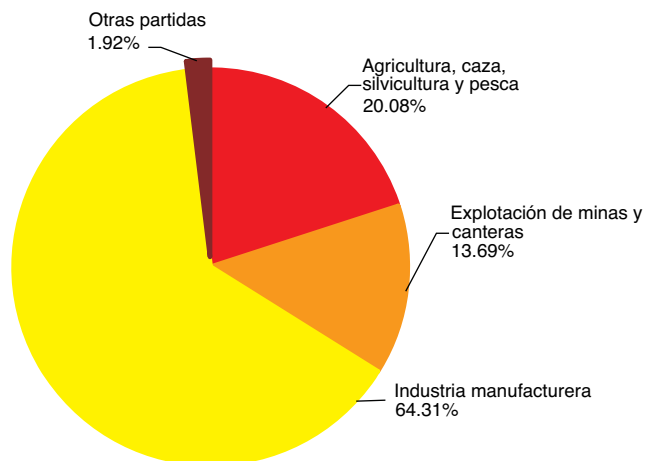


Gráfico 8. Composición de las exportaciones de Argentina (año 2000)



de las *commodities* han favorecido el crecimiento de Latinoamérica y queda entonces cierta ambigüedad sobre la prioridad otorgada a vencer las potenciales restricciones externas generadas por el rol latinoamericano como proveedores de alimentos y materias primas.

En todo caso, es interesante explorar si en estos años se ha modificado el tipo de inserción de los productos latinoamericanos. Para establecer la especialización de la región dividimos las exportaciones e importaciones en tres grandes grupos de productos: primarios (agricultura, caza, silvicultura y pesca), industrias manufactureras (incluyen tanto las de origen industrial como las de origen agropecuario) y la explotación de minas y canteras. Dado el alto nivel de agregación, la especialización se revela no tanto en el valor o cantidad de las exportaciones sino en el saldo comercial para cada grupo de bienes. De esta manera, es posible calcular el saldo comercial del sector primario y mostrar que es positivo y que aumenta de 15 mil millones de dólares, aproximadamente, en el 2000 a 28 mil millones de dólares en 2009. Por otro lado, el saldo comercial de la industria manufacturera pasa de un déficit comercial de 56 mil millones en 2000 a uno mayor de 145 mil en 2009.⁷ Estos datos revelan entonces que América Latina ha profundizado su especialización primaria durante estos años.

En un mundo en que la producción ha devenido más interdependiente, especialmente en la producción de manufacturas, es posible argumentar que el saldo comercial no es un indicador definitivo de la especialización de los países. Es interesante entonces analizar la composición de las exportaciones y ver si ésta ha cambiado en los últimos años. En los **Gráficos 6 y 7**, se muestran la composición de las exportaciones de América Latina en los años 2000 y 2008. Dado que en la agregación sectorial la elaboración sobre productos primarios ha sido integrada a la industria manufacturera, no es sorprendente que este sector sea el componente más importante de las exportaciones; lo mismo ocurre si la especialización es en productos primarios. De esta manera, la industria manufacturera explica casi el 79% de las exportaciones de la región en el 2000. Este dato resulta más ilustrativo si se lo compara con su valor de 71% en 2008. Entonces, los sectores de bajo valor agregado han crecido en importancia en los últimos años. Esto sugiere, de otra manera, que América Latina ha profundizado

7. Estos datos han sido calculados sobre la base de la información suministrada por CEPAL (BADECEL, Base de Datos Estadísticos de Comercio Exterior, <http://websie.eclac.cl/badecel/alcances.asp>).

una inserción internacional basada en la producción de baja sofisticación.

Existen, sin embargo, historias a nivel de país que difieren de la tendencia regional como un todo. Por ello, en los **Gráficos 8, 9, 10, 11, 12 y 13** pueden verse la composición de las exportaciones en los años 2000 y 2008 para Argentina (**Gráficos 8 y 9**), Brasil (**Gráficos 10 y 11**) y México (**Gráficos 12 y 13**). Una rápida conclusión es que el fenómeno de “primarización” latinoamericana viene potenciada por transformaciones ocurridas en la inserción internacional de Brasil ya que, como puede verse, mientras que el peso de las exportaciones industriales crece en Argentina y se mantiene en México, se reduce fuertemente en Brasil (pasa del 81% al 72% en solo 8 años). Puede notarse también que esta caída relativa se explica por el crecimiento de las exportaciones de *commodities* en un contexto que combina altos precios del petróleo con los nuevos descubrimientos de yacimientos petrolíferos.

Una manera más precisa de ver si la región ha avanzado en la sofisticación de los productos exportados es analizar la evolución de las exportaciones de productos diferenciados, aquellos que requieren mayor valor agregado, a países de la OCDE, aquellos que demandan productos de mayor calidad y complejidad (Hallak, 2006). Artopoulos, Friel y Hallak (2010) comparan el desempeño de los países de América del Sur con otros grupos de países. En el **Gráfico 14**, los autores muestran la evolución para distintas regiones de la proporción de las exportaciones de bienes diferenciados a la OCDE entre 1980 y 2006 respecto del total de las exportaciones. Como se ve, hay mucha heterogeneidad entre regiones. En la mayoría de ellas, el peso relativo de estas exportaciones ha aumentado más de 5 puntos porcentuales y dan cuenta de, al menos, 20% de las exportaciones totales. El Sur de Asia es el caso más representativo para el cual las exportaciones de bienes diferenciados a la OCDE crecen hasta explicar casi la mitad de las exportaciones en 2006. Pero otras regiones también muestran aumentos sustanciales, como los casos de África del Norte, Europa del Este y Medio Oriente. Otras regiones como el Este de Asia y el Pacífico y los países de la OCDE con ingresos altos no tuvieron aumentos relevantes aunque ya mostraban niveles relativamente altos.

En cambio, América Latina muestra comportamientos dispares. En los países de América Central y el Caribe se observa un crecimiento relativo de las exportaciones de bienes diferenciados a la OCDE. Por otro lado,

Gráfico 9. Composición de las exportaciones de Argentina (año 2008)

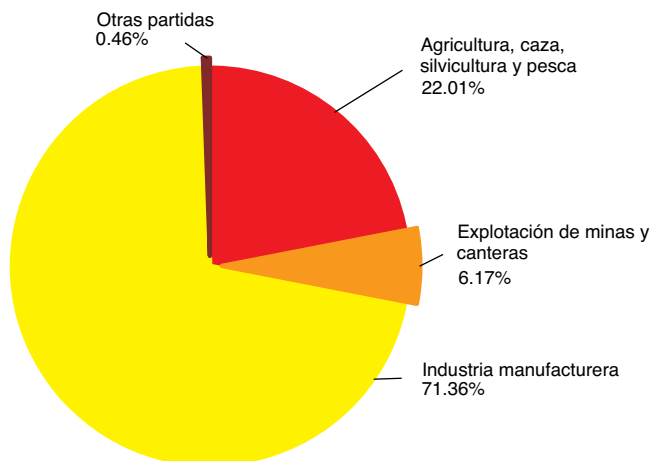


Gráfico 10. Composición de las exportaciones de Brasil (año 2000)

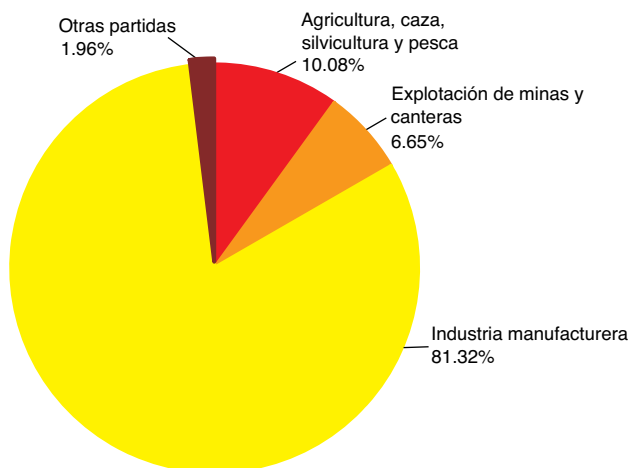


Gráfico 11. Composición de las exportaciones de Brasil (año 2008)

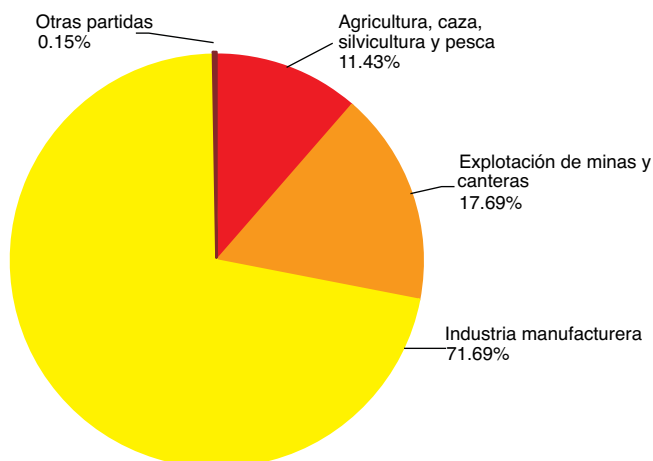


Gráfico 12. Composición de las exportaciones de México (año 2000)

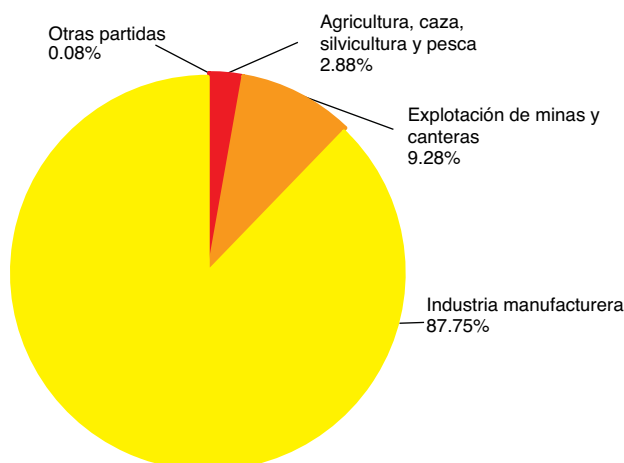


Gráfico 13. Composición de las exportaciones de México (año 2008)

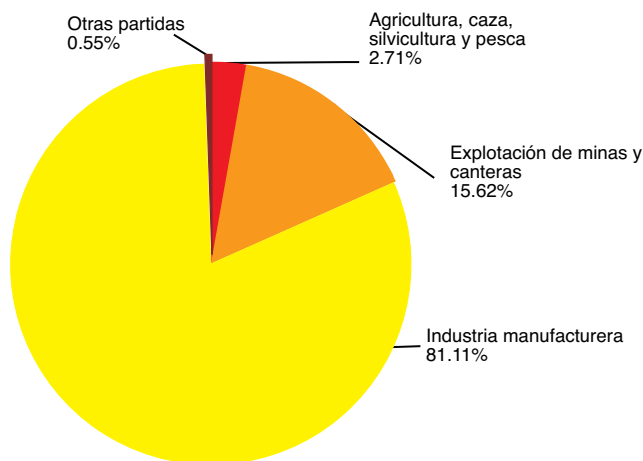
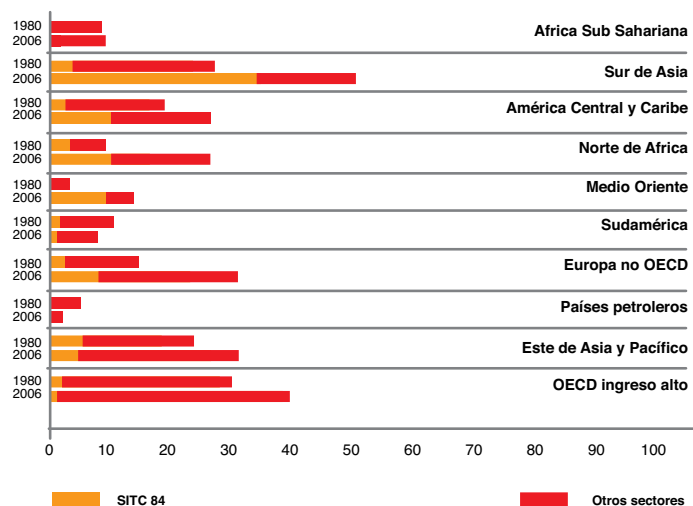


Gráfico 14.º Porcentaje de Exportaciones de Productos Diferenciados a la OCDE (1980-2006)



Nota: Los productos son clasificados como diferenciados de acuerdo a la clasificación de Rauch en su versión liberal
Fuentes: COMTRADE, Stats Canada

este tipo de exportaciones se mantiene estable y bajo en América del Sur, al igual de lo que sucede en el África Sub-sahariana.

Toda esta información permite concluir que la inserción internacional de América Latina ha profundizado su especialización primaria durante esta década. Muchas determinaciones explican tal desempeño y es posible que la caída relativa de la industria en su capacidad de generar exportaciones se deba más a aumentos de precios internacionales de los alimentos y los combustibles, que a un proceso de desindustrialización, aunque comprobar esta especulación va más allá del los objetivos de esta nota.

BIBLIOGRAFÍA

Artopoulos, Alejandro; Friel, Daniel y Hallak, Juan Carlos (2010); "Lifting the Domestic Veil: The Challenges of Exporting Differentiated Goods across the Development Divide", mimeo.

CEPAL (2009); Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2008-2009, CEPAL

Fanelli, José María y Jiménez, Juan Pablo (2009); "Crisis, Volatilidad, Ciclo y Política Fiscal en América Latina", CEPAL.

Gasparini, Leonardo; Cruces, Guillermo; Tornarolli, Leopoldo y Marchionni, Mariana, (2009); "A Turning Point? Recent Developments on Inequality in Latin America and the Caribbean," Working Papers 0081, CEDLAS, Universidad Nacional de La Plata

Hallak, Juan Carlos (2006); "Product Quality and the Direction of Trade", Journal of International Economics, 68(1), pp. 238-265.

Marchionni, Mariana y Glüzmann, Pablo, (2010); "Distributional Incidence of Social, Infrastructure and Telecommunication Services in Latin America"; Anales de la XLIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política, Mendoza, Argentina.

Pogge, Thomas (2010); Politics as Usual: What Lies behind the Pro-Poor Rhetoric, Cambridge: Polity Press.

Pogge, Thomas y Reddy, Sanjay (2010); "How Not to Count the Poor" en Sudhir Anand, Paul Segal and Joseph Stiglitz, eds.: Debates on the Measurement of Global Poverty, Oxford University Press, 42-85,

8. Esta figura aparece en Artopoulos, Friel y Hallak (2010).

2.1 LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS EN IBEROAMÉRICA SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS

El presente informe ha sido elaborado a pedido de la RICYT por un equipo coordinado por el Lic. Rodolfo Barrere y contó con la colaboración de la Lic. María Guillermina D'Onofrio, la Lic. María Victoria Tignino, el Mg. Cristian Merlino y Lautaro Matas. Participaron también, en el asesoramiento científico y el análisis de los resultados de este estudio, la Dra. María Cristina Añón (CIDCA UNLP-CONICET), Dra Estela N. Martínez (CIDCA UNLP-CONICET) y el Dr. José Luis Martínez Vidal (Universidad de Almería). La provisión de las bases de datos utilizadas estuvo a cargo del Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT-CONICET). Para el desarrollo del informe se ha contado con el apoyo del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad del Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

RESUMEN

Este informe, elaborado a requerimiento del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad del Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, presenta un panorama detallado de la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el área de ciencia y tecnología de alimentos en Iberoamérica. Se ha buscado también dar cuenta de las principales tendencias registradas a nivel mundial en esta temática y su impacto y correlato con lo observado a nivel regional.

Las fuentes de información utilizadas a tal fin han sido las publicaciones científicas registradas en la base de datos bibliométrica *Science Citation Index* y las patentes de invención tramitadas a través del convenio PCT. La identificación de estos registros se realizó bajo la supervisión de expertos regionales en este campo. Se trata de la misma metodología utilizada en estudios previos sobre la nanotecnología y la biotecnología, publicados en 2008 y 2009, respectivamente.

Este trabajo presenta un panorama general de la producción científica en ciencia y tecnología de alimentos a nivel mundial y regional, con un detallado acercamiento a los patrones de colaboración entre países. Se han aplicado para ello herramientas de análisis de redes que muestran patrones mundiales y particularidades regionales en la investigación colaborativa. Se abordan

también los principales temas estudiadas por los grupos de investigación de la región.

Posteriormente, se ofrecen detalles sobre la evolución de la producción de conocimiento de aplicación industrial a través de las patentes de invención. Este estudio incluye las tendencias a nivel mundial y regional, tanto en la titularidad como en la participación de inventores iberoamericanos. Dada la complejidad de este campo, el estudio incluye también un análisis detallado de los campos de aplicación de las patentes de la región y de los principales países que la integran.

Entre las evidencias obtenidas se destaca el importante nivel de especialización de algunos países de la región en esta temática. Ese fenómeno es muy claro en el caso español, que alcanza el segundo lugar en cuanto a volumen de publicaciones en 2009. A nivel latinoamericano, Argentina también presenta una marcada especialización en este tema, acorde a la importancia del sector a nivel nacional.

El panorama resulta muy diferente en el análisis de las patentes, donde los países iberoamericanos tienen una presencia mucho menor. En este trabajo se pueden ver varios indicios de la falta de consolidación del sistema productivo de alimentos a nivel regional, que no acompaña el creciente desarrollo de la investigación científica.

PRINCIPALES AFIRMACIONES

1. A nivel iberoamericano, la producción de alimentos ocupa un lugar clave en el desarrollo socioeconómico, con un peso notable en el PBI del conjunto de los países. Sin embargo, al igual que en tantos otros ámbitos del desarrollo en la región, existen fuertes desequilibrios.
2. La presencia de Iberoamérica en el SCI fue, para el período 2005-2009, de 12.106 documentos. Se trata del 2,7% del total de las publicaciones iberoamericanas registradas en esa base de datos, una proporción que duplica la observada para el total de la producción mundial en SCI.
3. A esta mayor presencia relativa de la temática se agrega que el crecimiento fue más fuerte en Iberoamérica que en el mundo: un aumento del 49%, el doble del crecimiento de la producción científica en el campo de los alimentos a nivel mundial. Se pone así de manifiesto el interés en la investigación en ciencia y tecnología de alimentos en Iberoamérica, en consonancia con la indudable importancia estratégica de este sector en la zona.
4. El segundo país del mundo en volumen de producción científica es España, luego de Estados Unidos. Se trata de una posición particularmente relevante para ese país iberoamericano, que en el total de la base de datos aparece varios puestos más abajo. La investigación en ciencia y tecnología de alimentos aparece entonces como un campo de fuerte especialización española, con un crecimiento marcado en este lapso.
5. En el periodo analizado se registra un virtual estancamiento del número de documentos científicos publicados por las potencias tradicionalmente centrales en esta temática: Estados Unidos y Japón. Por el contrario, se observan fuertes crecimientos porcentuales, además de España, de China e Italia.
6. A nivel Iberoamericano, se evidencia también una marcada especialización de Portugal y Argentina en el área.
7. Los países iberoamericanos con sistemas de ciencia y tecnología pequeños o medianos muestran elevadas tasas de colaboración intrarregional. También es de cierta importancia este tipo de copublicación para naciones de desarrollo medio y de mayor volumen productivo como Venezuela y Chile, lo que ofrece pautas sobre la importancia del intercambio de conocimiento científico para consolidar las capacidades de los países.
8. En términos del desarrollo tecnológico medido a través de las patentes registradas mediante el tratado PCT, hay una tendencia a la baja a nivel mundial en los últimos cinco años.
9. La producción tecnológica iberoamericana en ciencia y tecnología de alimentos alcanzó las 415 patentes entre 2005 y 2009, lo que representa el 4% de las patentes publicadas en la base de datos de la WIPO.
10. Resulta llamativo que España, China e Italia ocupen, respectivamente, los puestos 13, 14 y 11 en las patentes del campo de la ciencia y la tecnología de alimentos, muy lejos de las posiciones líderes que desempeñan en el ranking de publicaciones.
11. Entre los catorce mayores titulares a nivel iberoamericano, diez son personas físicas. Se trata de un fenómeno llamativo, en la medida en que muchos de ellos tienen cinco patentes obtenidas en el periodo. En algunos casos, esto puede ser parte de una estrategia empresarial sobre propiedad intelectual, aunque en otros puede evidenciar una debilidad del sector empresarial en la región. Si no se cuenta con capacidad adecuada para la producción y comercialización, la titularidad de patentes por parte de personas físicas puede poner en duda la explotación industrial del invento registrado.
12. Iberoamérica tiene ante sí la posibilidad de convertirse en una de las fuentes más importantes de generación de nuevos alimentos, basada particularmente en su biodiversidad animal y vegetal. En ese sentido, es preciso intensificar la relación entre quienes producen y quienes aplican el conocimiento para propiciar la generación y la transferencia del conocimiento.
13. Para alcanzar un cierto impacto en la sociedad, no es suficiente un buen nivel de producción científica sino que ese conocimiento debe transformarse en motor de innovación y de desarrollo tecnológico. Sin embargo, en el contexto iberoamericano, el entramado productivo presenta una debilidad marcada en relación a países desarrollados.
14. Los países iberoamericanos tienen ante sí un gran desafío en este terreno: la articulación de sus ventajas comparativas con sus necesidades estructurales en la producción de alimentos. Es un problema en el cual los aportes de un espacio iberoamericano de conocimiento pueden ser de gran valor.

1. LA IMPORTANCIA DE LA I+D EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS EN IBEROAMÉRICA

La ciencia y tecnología de alimentos es un área de difícil definición debido a su amplitud y carácter netamente interdisciplinario. Por esa razón, con el correr del tiempo se han incorporado a este terreno temáticas más abarcativas como agroalimentación y agroindustria. Visto de esa manera, es innegable la importancia macroeconómica de este sector, así como su relevancia social y política. Sin embargo, y a pesar de ello, es un área relativamente pequeña en el contexto internacional de I+D.

Los comienzos de la investigación en agroalimentación tuvieron lugar en el Reino Unido con la creación de la Estación Experimental de Rothamsted (1843), en Japón con la "Hokkaido Experimental Station" (1871) y en Estados Unidos con una serie de actuaciones en universidades, creación de estaciones experimentales y del Servicio de Extensión Agraria (entre 1862 y 1914).

Desde el punto de vista disciplinar la ciencia y tecnología de alimentos tuvo su origen en la Química, más específicamente en el área de Química Analítica; incorporándose posteriormente otras disciplinas como la Biología, la Bioquímica, la Ingeniería Química, la Nutrición, las Ciencias de la Salud, entre otras. Más recientemente la Biología Molecular, la Biotecnología, la Nanotecnología y las nuevas disciplinas ómicas, como la Proteómica, Metabolómica o Nutrigenómica, han adquirido un peso creciente en este terreno.

Específicamente a nivel iberoamericano, el sector agroalimentario ocupa un lugar clave en el desarrollo socioeconómico, con un peso notable en el PBI del conjunto de los países que integran este ámbito. Sin embargo, al igual que en tantas otras áreas del desarrollo en la región, existen fuertes desequilibrios entre zonas geográficas. Esos desequilibrios pueden ir modificándose, en el tiempo, con la contribución de la investigación, la innovación y la transferencia tecnológica.

En la actualidad, la globalización de la economía ha favorecido la exportación de productos agroalimentarios desde Iberoamérica hacia Europa y Estados Unidos, entre otros destinos, basando la productividad fundamentalmente en unas condiciones ambientales favorables (suelo y clima) y mano de obra barata. Sin embargo, el mantenimiento de la competitividad deberá sustentarse en el futuro cada vez más en el aumento del grado de innovación y desarrollo tecnológico, así como en la incorporación de mejores normas de calidad y de gestión y comercialización de los productos agroalimentarios. La producción científica, generadora de nuevos conocimientos y su transferencia al sector público y privado, es un elemento muy importante en este contexto.

Pero no sólo en ese ámbito el papel de la I+D se vuelve central. Dadas las necesidades de la población mundial de contar con alimentos más saludables que ayuden a mejorar su calidad de vida, la exigencia de mayores y más estrictos estándares de calidad e inocuidad, así como el

requerimiento de alimentos más frescos que conserven sus propiedades características y las exigencias con respecto a la disminución de la contaminación ambiental, los avances tecnológicos en ciencia y tecnología de alimentos se vuelven una demanda indispensable. Resultan así una prioridad los desarrollos de carácter multidisciplinar que propicien nuevos conocimientos e innovación en campos como biotecnología agroalimentaria, biomedicina, calidad y seguridad alimentaria o nutrición, y que aporten mejoras en la infraestructura para la producción de alimentos.

2. LAS HUELLAS DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

La capacidad de dar cuenta del estado del arte y de las tendencias en la investigación científica y el desarrollo tecnológico se enriquece cuando combina información cuantitativa y cualitativa. Si bien el conocimiento resultante de estas actividades es de carácter intangible, su producción deja huellas que pueden ser medidas y analizadas para obtener un panorama detallado. Con la asistencia de expertos en el tema estudiado es posible configurar un mapa de tendencias y relaciones, configurando un insumo de utilidad para la toma de decisiones y la prospectiva.

Esas huellas de la producción de conocimiento son, por ejemplo, las publicaciones científicas y las patentes industriales. En ese sentido, el análisis de la información contenida en las bases de datos bibliográficas y de patentes de invención resulta de particular importancia, ofreciendo un enfoque más orientado a la investigación las primeras y a la aplicación industrial las segundas. Este trabajo incluye un abordaje complementario de ambos dominios de información, habiéndose utilizado por un lado la principal base de datos bibliográfica internacional, el *Science Citation Index* (SCI), y por el otro, la base de patentes del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT, según la sigla en inglés), que reúne al selecto conjunto de documentos que son presentados de manera simultánea en varios países a través de este acuerdo.

La dificultad inicial en un estudio que aborde la I+D en ciencia y tecnología de alimentos recae en la dificultad de delimitar con claridad un área transversal como esta. Ese proceso fue llevado adelante a partir de una interacción iterativa con los expertos en la temática, participantes en este estudio, en la que se ponían en práctica diferentes estrategias de búsqueda que se perfeccionaron a partir de la revisión de los documentos obtenidos.

En el caso de las publicaciones, la búsqueda de documentos fue realizada sobre la base de datos SCI, en su versión *Web of Science*. El SCI cuenta con una colección de casi siete mil revistas científicas de primer nivel, recopiladas con estrictos criterios de calidad y cobertura, que dan cuenta de la investigación en la frontera científica internacional. La colección que integra esta fuente de información está organizada en base a

áreas temáticas que son asignadas a las revistas. Una de estas áreas es *Food Science and Technology*, que agrupa un total de 120 revistas internacionales, y que fue tomada como criterio inicial de recorte.

La revisión de los expertos, sin embargo, detectó que ciertas áreas aparecían subrepresentadas en esta categoría, como por ejemplo aspectos ligados a compuestos alimentarios bioactivos o a alimentos funcionales. Algo semejante ocurría con aspectos fisicoquímicos ligados a interfaces de importancia en el campo de propiedades funcionales, espumas y emulsiones, así como en la línea de investigación correspondiente a seguridad alimentaria y a mejora genética. Por esa razón, se sumaron documentos de revistas clasificadas en otras categorías (*Microbiology, Biotechnology & Applied Microbiology, Biophysics, Nutrition*), que tuvieran en su título o resumen las palabras clave *food, food processing, interfaces, oils, dairy products, meat products o cereals*.

Esto ha generado un *corpus* de información que contiene un amplio abanico de documentos, algunos de los cuales corresponden tangencialmente al tema de ciencia y tecnología de alimentos, pero que pueden resultar de mucho interés para los investigadores, dada la superposición disciplinaria que caracteriza a la investigación actual.

Por otra parte, las patentes de invención son una fuente valiosa de información sobre el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Cada una de las partes que las componen (título, resumen, descripción, reivindicaciones, titular, inventor, fecha de presentación de la solicitud, fecha de concesión de la patente, país de otorgamiento y citas del arte previo) nos permite conocer un aspecto en particular de ese resultado de investigación protegido jurídicamente, ya sea éste un producto, un proceso o un uso nuevo en el caso de los países que así lo contemplan en su régimen de propiedad intelectual.

Al igual que las publicaciones, las patentes tienen dos usos diferentes, más allá de la protección a la propiedad intelectual que brindan. Por un lado, al tratarse de un cúmulo tan enorme de información (actualmente hay más de cuarenta y siete millones de patentes en el mundo), la extracción de información puntual de los documentos sirve para favorecer la transferencia de tecnología y para facilitar la innovación en el sector productivo. Por otro lado, la construcción de indicadores a partir de los documentos de patentes permite observar las tendencias en el desarrollo tecnológico de diferentes campos, aprovechando la información estructurada en esos documentos, permitiendo poner el foco en distintos aspectos que van desde los campos de aplicación hasta la distribución geográfica de los titulares e inventores.

Existen distintas fuentes de información utilizadas habitualmente para la construcción de indicadores de patentes. De acuerdo a los intereses de cada estudio pueden seleccionarse las oficinas de propiedad industrial de uno o varios países simultáneamente. En este caso, el estudio se elaboró sobre la base de datos de la

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, según su sigla en inglés), que contiene los documentos registrados mediante el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT).

El tratado PCT permite solicitar la patente por una invención de manera simultánea en distintos países miembros del tratado y que el inventor selecciona de acuerdo a su criterio. Si bien la decisión de otorgar o no la patente recae en cada uno de los países, este mecanismo facilita enormemente la tramitación del registro en oficinas múltiples ya que las solicitudes que llegan mediante el convenio PCT no pueden ser rechazadas por cuestiones de forma en los países miembros. Asimismo, antes de ser enviada la solicitud a cada país se elabora una "búsqueda internacional" similar a la que realizan los examinadores de cada oficina. Este documento sirve tanto al titular para evaluar la patentabilidad de su invento como a los examinadores nacionales que ven así disminuido su trabajo.

La solicitud y el mantenimiento de patentes internacionales registradas mediante el tratado PCT son costosos en términos económicos y de gestión, por lo que sólo suelen registrarse allí los inventos con un potencial económico o estratégico importante. La selección de esta fuente se basó en ese criterio de calidad, apuntando a relevar con precisión los avances tecnológicos de punta a nivel mundial. Por otra parte, con la utilización de una base de datos de estas características se facilita la comparabilidad internacional, que se vería seriamente dificultada en el caso de tomar alguna fuente nacional.

Para la selección del conjunto de patentes a analizar, se recurrió a la Clasificación Internacional de Patentes (IPC, según la sigla en inglés). Se trata de una serie de códigos, asignados por las oficinas de propiedad intelectual a cada documento, y que se basan en los campos de aplicación de la invención patentada. En este estudio se han incluido las patentes clasificadas bajo los códigos A21 (*Human Necessities - Baking; Edible dough*), A22 (*Human Necessities - Butchering; Meat Treatment; Processing poultry or fish*) y A23 (*Human Necessities - Food or foodstuffs; Their treatment not covered by other classes*).

La extracción de datos se realizó mediante el sistema *Open Patent Services* de la Oficina Europea de Patentes y los registros obtenidos fueron descargados y migrados a una base de datos local diseñada para su posterior procesamiento.

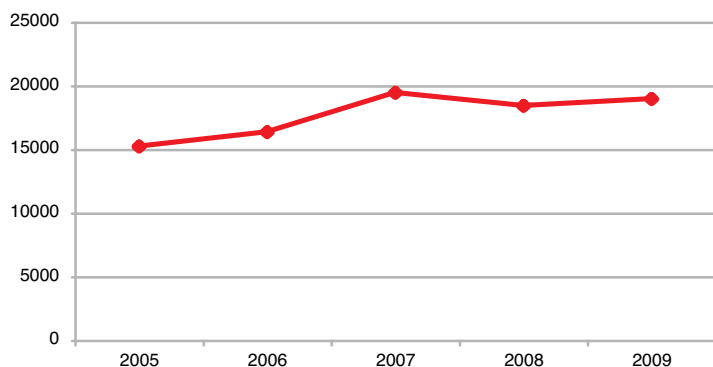
3. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Las bases de datos bibliográficas permiten dar cuenta de la producción científica, medida a través de los artículos publicados en revistas científicas. Las principales bases de datos de este tipo, como en este caso el SCI, por sus criterios de conformación de la colección, son una fuente privilegiada para analizar las tendencias de la producción científica integrada a la corriente principal de la investigación a nivel mundial.

Este informe presenta un panorama de los cambios en los volúmenes de producción, los patrones de colaboración internacional, las redes de interacción y los recortes disciplinarios predominantes en la región iberoamericana y en el resto del mundo.

3.1. La evolución de la producción científica

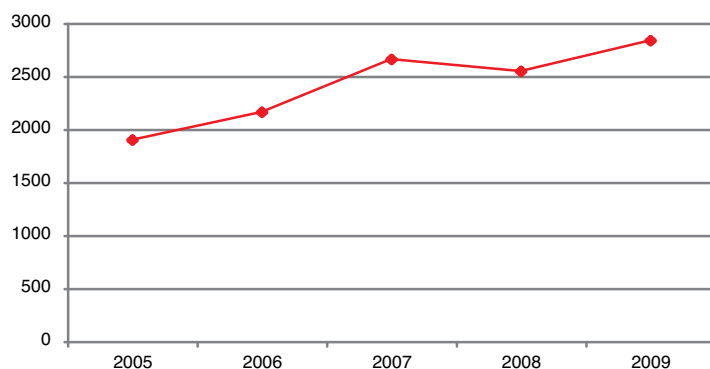
Gráfico 1. Producción total en ciencia y tecnología de alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

La búsqueda bibliográfica realizada en el *Science Citation Index* (SCI) permitió recuperar un total de 88.480 publicaciones en ciencia y tecnología de alimentos incluidas en esa base de datos entre los años 2005 y 2009. Estos documentos representan el 1,3% del conjunto total de la producción científica registrada en el SCI en ese mismo período, proporción que refleja un campo de estudios de tamaño ciertamente pequeño. En particular, se observa un notorio crecimiento durante los primeros tres años del período bajo análisis y que en 2007 alcanza su volumen más alto, para decrecer luego levemente en los años 2008 y 2009 (**Gráfico 1**). En 2005 se contaron 15.237 documentos y en 2009 se registraron 18.979 publicaciones en esta temática, lo que representa un aumento del 24,5% a lo largo del período.

Gráfico 2. Producción iberoamericana en ciencia y tecnología de alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

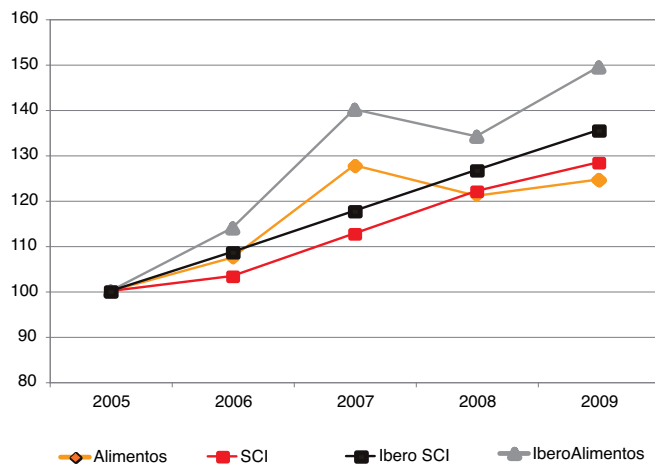
La presencia de Iberoamérica en el SCI fue, para el período 2005-2009, de 12.106 documentos. Se trata del 2,7% del total de las publicaciones iberoamericanas registradas en esa base de datos internacional durante el período considerado, una proporción de poco más del doble a la observada para el total mundial. A esta mayor presencia relativa del tema se agrega que, como muestra el **Gráfico 2**, el crecimiento fue, en términos relativos, más fuerte en Iberoamérica que en el mundo: de 1.899 documentos registrados en 2005, pasó a 2.837 publicaciones en 2009 (un aumento del 49%, el doble del crecimiento de la producción científica en el campo de los alimentos a nivel mundial). Se pone así de manifiesto el interés en la investigación en ciencia y tecnología de alimentos en Iberoamérica, en consonancia con la indudable importancia estratégica de este sector en la zona.

La producción mundial en el campo de la ciencia y la tecnología de alimentos creció, incluso, a un ritmo levemente inferior al de la producción científica total registrada en el SCI para el período 2005-2009 (**Gráfico 3**). Mientras que el total de la base de datos creció un 28%, en el mismo período los artículos sobre ciencia y tecnología de alimentos alcanzaron un incremento del 24,5%.

En cambio, en la región iberoamericana considerada como conjunto y durante igual lapso, el total de la base de datos creció un 35,5%, mientras sus documentos en ciencia y tecnología de alimentos aumentaron un 49%. Es posible notar también en este gráfico que, si bien se trata de un campo de investigación dinámico en la región, los patrones generales de su desarrollo comparten las características de la tendencia general de la producción mundial, que presenta un crecimiento muy marcado en 2007 y una posterior desaceleración. Este fenómeno está ligado a cambios en la colección del SCI, que pasó a incluir un número mayor de revistas latinoamericanas.

En el **Gráfico 3** se presenta la evolución de las publicaciones científicas de los cinco países del mundo más productivos en el campo de la ciencia y la tecnología de los alimentos durante 2005-2009. Se ha utilizado la metodología de contabilización por enteros, esto es, se ha contado un registro completo para cada uno de los países participantes. Debido a las repeticiones generadas por las coautorías en colaboración internacional, la suma de la producción de los países es superior al total mundial.

Gráfico 3. Total de publicaciones mundiales e iberoamericanas en ciencia y tecnología de alimentos



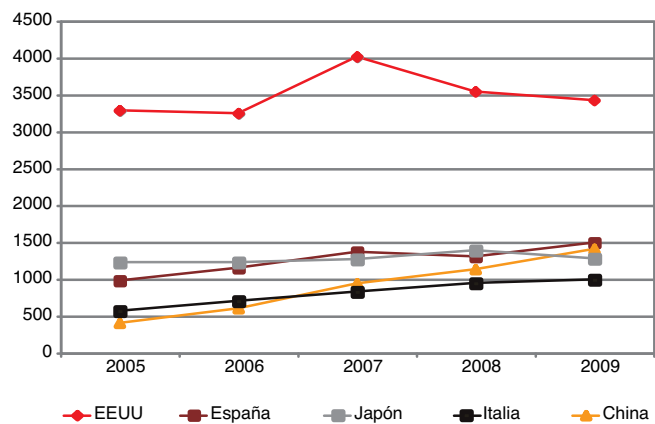
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Base 2005=100

42

Los resultados obtenidos muestran un claro liderazgo de Estados Unidos, que con 3.287 artículos en 2005 y 3.425 en 2009, mantiene una presencia cercana al 20% del total en todo el periodo. Sin embargo, presenta algunos altibajos, con un crecimiento alrededor de 2007 que luego no se mantiene. Los cambios en la producción de Estados Unidos en este terreno se imprimen también en el total de la producción científica de la disciplina.

En segundo lugar en 2009 aparece España, que asciende desde el tercer lugar en 2005 y pasa de 980 a 1.495 registros en 2009. Se trata de una posición particularmente relevante para ese país, que en el total de la base de datos aparece varios puestos más abajo. La investigación en ciencia y tecnología de alimentos aparece entonces como un campo de fuerte especialización española, con un crecimiento marcado en este periodo y relegando a Japón al tercer puesto.

Gráfico 4. Publicaciones de los principales países del mundo en ciencia y tecnología de alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

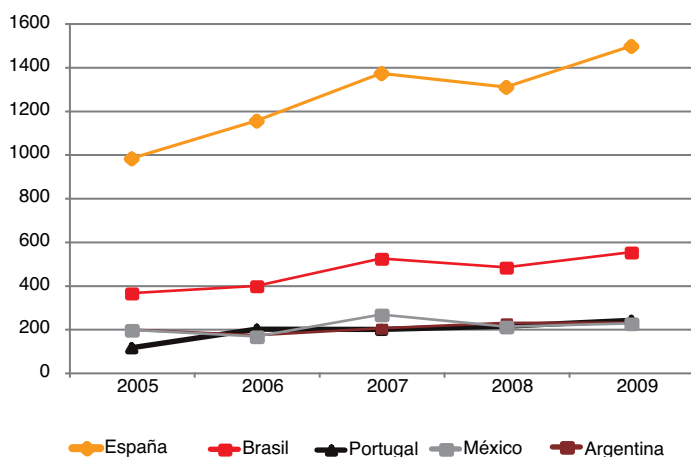
Ascendiendo del quinto lugar al tercero hacia el fin del periodo se encuentra China, país que se destaca especialmente por su crecimiento del 248% a lo largo de ese lapso (muy superior al del resto de los países, pasando de 405 a 1.408 documentos). A diferencia del caso español, el explosivo crecimiento chino en publicaciones científicas puede ser verificado en todas las disciplinas científicas.

Completan el listado de los líderes mundiales en este campo Italia y Japón. Italia presenta un crecimiento del 75% a lo largo del período, mientras que Japón registra un 4% de crecimiento a lo largo de estos años descendiendo desde el segundo lugar entre puntas.

En resumen, es interesante destacar que en el periodo analizado se registra un virtual estancamiento del número de documentos científicos publicados por las potencias tradicionalmente centrales en esta temática: Estados Unidos, en torno a los 3500 documentos, y Japón, con unas 1.250 publicaciones. Por el contrario, se observa en el terreno de la ciencia y la tecnología de alimentos, fuertes crecimientos porcentuales de España, China e Italia, que se configuran como protagonistas de la investigación en ciencia y tecnología de alimentos.

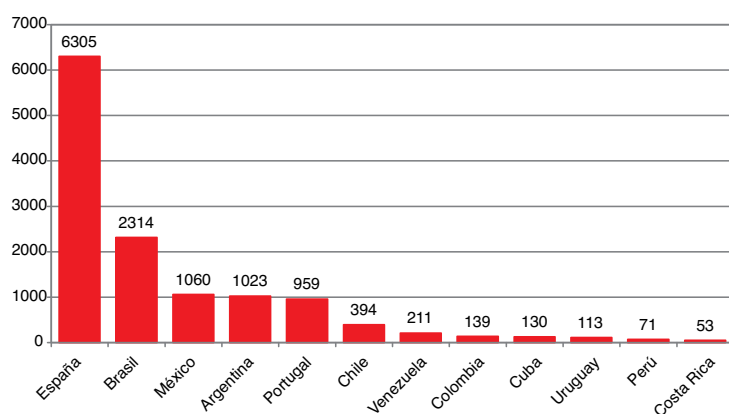
El **Gráfico 5** muestra la evolución de la producción científica de los países con mayor presencia en la producción en el campo de la ciencia y la tecnología de los alimentos a nivel iberoamericano durante 2005-2009. En orden decreciente, los cinco países líderes a escala regional son: España, Brasil, Portugal, Argentina y México. Este ordenamiento no coincide por completo con el de la producción total en SCI de los países iberoamericanos. En ese caso, México aparece en el tercer lugar, seguido de Portugal y luego de Argentina. Se evidencia, entonces, una cierta especialización de Portugal y de Argentina en esta temática, que será analizada en profundidad más adelante.

Gráfico 5. Publicaciones de los principales países iberoamericanos en ciencia y tecnología de alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 6. Publicaciones de países iberoamericanos en ciencia y tecnología de alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

El desempeño de España se destaca especialmente por su fuerte presencia: participa en el 52,1% de la producción científica en ciencia y tecnología de alimentos iberoamericana de todo el período. En segundo lugar y también durante todo el intervalo analizado aparece Brasil, país latinoamericano que es responsable de cerca del 20% de la producción científica regional en el tema. Su crecimiento es prácticamente continuo, aumentando su producción en poco más del 50% a lo largo del período.

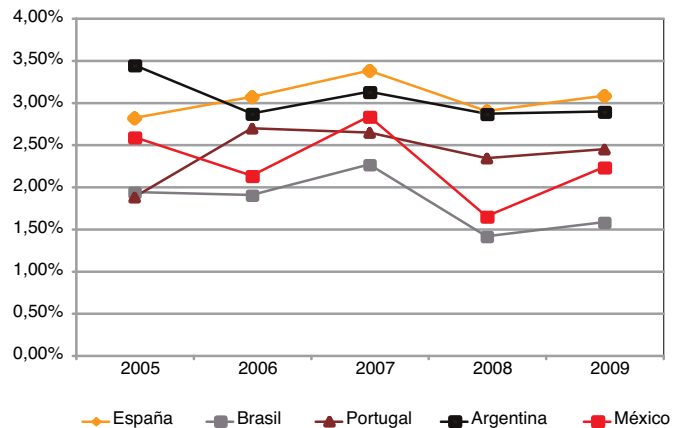
Portugal se destaca por su crecimiento sostenido, a partir del cual asciende de 113 artículos en 2005 a 239 en 2009 (un aumento del 111%) pasando del quinto lugar al tercero. Crecimientos relativos un poco menores registraron, para igual período, Argentina y México (que ocupan el cuarto y el quinto lugar en la región en el año 2009, con aumentos de su producción científica en ciencia y tecnología de alimentos de un 16% y un 15% respectivamente), aunque hacia el final del período analizado ninguno de ellos alcanza

quiera a la mitad del volumen de artículos generados por Brasil. Sin embargo, es importante aclarar que la producción de estos tres países adquiere valores prácticamente idénticos en 2009, habiendo sólo 15 documentos de diferencia entre el tercero, Portugal, y el quinto, México.

El **Gráfico 6** presenta la producción científica de cada país iberoamericano en ciencia y tecnología de alimentos, acumulada durante el periodo 2005-2009.

España sobresale notablemente por su gran volumen de artículos publicados en la temática durante el periodo considerado, con 6.305 documentos. Su peso es tal, que su producción científica equivale prácticamente a la suma de los documentos científicos publicados por todo el resto de los países iberoamericanos. En segundo lugar y con menos de la mitad de la producción española en la temática, se encuentra Brasil, con 2.314 publicaciones especializadas en este campo. En tercer lugar se ubica México, que registra 1.060 artículos en alimentos en el SCI. Argentina, en el cuarto lugar, presenta una producción de 1.023 documentos y Portugal, en el quinto, una producción total de 959 artículos en materia de ciencia y tecnología de alimentos.

Gráfico 7. Publicaciones de los principales países iberoamericanos en ciencia y tecnología de alimentos en relación a su producción total en SCI



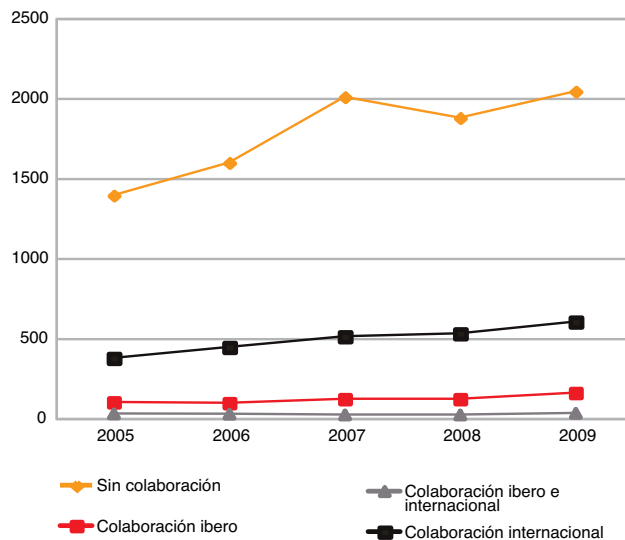
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

44

A los cinco principales países iberoamericanos siguen, en orden decreciente, Chile (con 394 publicaciones), Venezuela (con 211), Colombia (con 139), Cuba (con 130), Uruguay (con 113), Perú (con 71) y Costa Rica (con 53). Por último, pero con una escasa cantidad de artículos (por debajo de las 40 publicaciones durante todo el periodo), se encuentran otros ocho países: Ecuador, Guatemala, Bolivia, Panamá, Honduras, El Salvador, República Dominicana y Nicaragua.

Estas tendencias no ofrecen un panorama completo si no se tiene en cuenta la especialización que presenta cada uno de los países en la temática analizada. Según la evolución del porcentaje de la producción científica en ciencia y tecnología de alimentos durante 2005-2009 en relación al total de la producción registrada en el SCI, los cinco principales países iberoamericanos en la materia según sus volúmenes de publicaciones (España, Brasil, México, Argentina y Portugal) se ordenan de modo diferente.

Gráfico 8. Colaboración internacional iberoamericana en ciencia y tecnología de alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Como muestra el **Gráfico 7**, España es el primer país iberoamericano en cuanto a proporción de producción científica en ciencia y tecnología de alimentos en el SCI durante

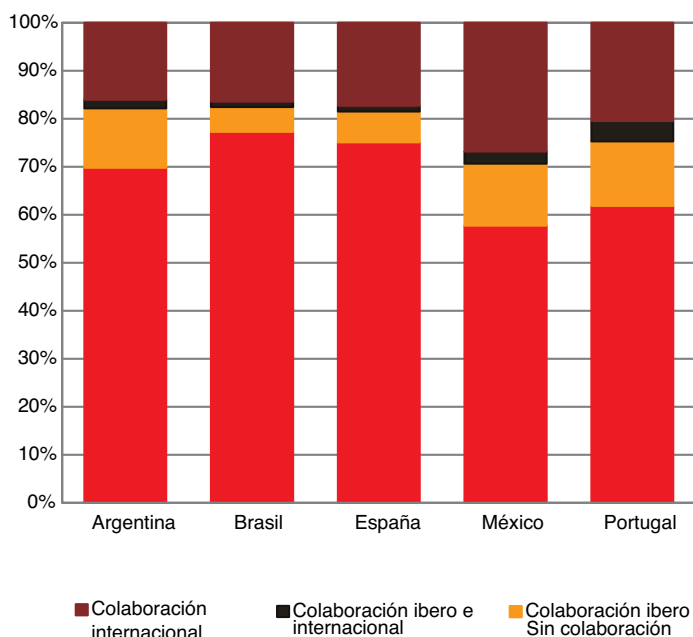
todo el período: es el que tiene el segundo lugar en 2005 (2,8%) y en 2009 representa el mayor valor de la región (3,1%). Argentina experimenta el proceso inverso: era el más especializado de la región en esta temática hacia 2005 (con el 3,4% de la producción registrada en el SCI en este campo), pero pasa a ocupar el segundo lugar en 2009 con el 2,9%. Portugal, que se ubicaba en el último lugar en el grupo hacia 2005, pasa a ocupar el tercer lugar hacia 2009, subiendo del 1,9% al 2,4%. México desciende al cuarto lugar del grupo hacia el final del período, presentando un comportamiento muy irregular a lo largo del período y pasando del 2,6% en 2005 al 2,2% en 2009. Algo similar sucede con Brasil, que pasa no sin intermitencias del cuarto al quinto lugar en el grupo de los cinco principales países de Iberoamérica (con el 1,9% en 2005 y el 1,9% en 2009).

3.2. Colaboración internacional

La colaboración científica puede cobrar diversas manifestaciones, sin embargo una de las evidencias empíricas más claras que representa la interacción exitosa entre investigadores, es la coautoría de publicaciones, interacción que es vista por sus protagonistas como una sinergia que propicia la productividad científica a través de un importante intercambio de conocimiento.

En el **Gráfico 8** se presenta la distribución de los documentos de Iberoamérica en ciencia y tecnología de alimentos según el tipo de colaboración. Aparecen tres tendencias bien marcadas en la producción científica registrada en el SCI. En primer lugar, los documentos no colaborados, que suponen el 74% de los trabajos de autores iberoamericanos, muestran una trayectoria fundamentalmente ascendente, matizada por un acelerado crecimiento durante el trienio 2005-2007 y una leve caída en 2008.

Gráfico 9. Patrones de colaboración en ciencia y tecnología de alimentos según país



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

En segundo lugar, también se ha ido acrecentando a nivel iberoamericano la presencia de la colaboración internacional, es decir, la copublicación generada entre una nación de Iberoamérica y una o más naciones no iberoamericanas, dando cuenta así del creciente proceso de internacionalización de la región en ciencia y tecnología de alimentos. La colaboración internacional, vista de esta manera, representa el 20% de los documentos totales, registrando un alza del 60,4% entre 2005 y 2009.

Por último, una tercera tendencia destacable es la débil presencia tanto de la colaboración iberoamericana (aquella producida entre autores pertenecientes a dos o más países iberoamericanos), como de la colaboración ibero-internacional (aquella registrada entre dos o más naciones de la región y una o más naciones extra-regionales). La colaboración estrictamente iberoamericana, sin embargo, tiene un volumen mayor que la colaboración ibero-internacional y crece, además, un 57,4% en el quinquenio. Aparece así, si bien en un volumen pequeño, una tendencia marcada hacia la consolidación de un espacio iberoamericano del conocimiento, que sin duda es preciso potenciar con políticas que acentúen la colaboración científica y tecnológica y, específicamente, su relación con el sector productivo.

Por el contrario, la colaboración ibero-internacional es la que presenta un menor aumento durante el período analizado (10%), además de presentar un bajo número de publicaciones en valor absoluto. Las tres trayectorias señaladas quedarán mejor explicadas a partir de las composiciones relativas de los documentos colaborados de España y Brasil, los grandes motores del crecimiento de Iberoamérica en el campo analizado.

En ese sentido, el **Gráfico 9** muestra la distribución de los documentos según el patrón de colaboración científica en ciencia y tecnología de alimentos de los cinco principales países iberoamericanos para el período 2005-2008. Como suele observarse en todos los campos de la ciencia en la actualidad, la investigación en colaboración juega un papel relevante en la forma de producción de conocimiento. Principalmente, es el caso de México, Portugal y Argentina, con porcentajes que oscilan entre el 30% y el 42%, y más moderado en Brasil y España, con porcentajes en torno al 24%.

Es clara la simetría existente entre las cinco naciones en cuanto al perfil de colaboración y la preeminencia de la copublicación internacional

por sobre la regional e ibero-internacional. México, liderando la tasa de copublicación internacional, y Portugal, liderando las tasas de copublicación regional e ibero-internacional, son los países con mayores porcentajes de documentos en los tres tipos de colaboración científica analizada.

Argentina es el país de este grupo que tiene la menor proporción de publicaciones científicas en colaboración internacional (fuera de Iberoamérica). Brasil y España, los países con mayor desarrollo científico de la región, presentan tasas de colaboración relativamente menores, a pesar de que el valor absoluto de sus documentos científicos publicados en colaboración es elevado.

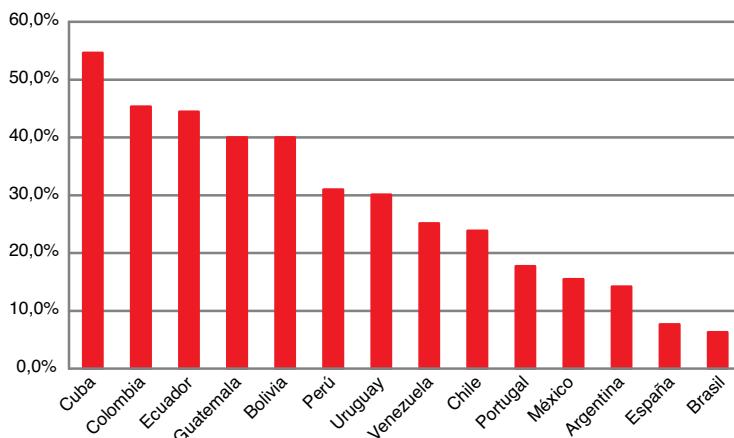
El **Gráfico 10** permite comparar el peso relativo que tiene la colaboración iberoamericana en la producción científica en ciencia y tecnología de alimentos en las naciones de la región durante 2005-2009. Los países iberoamericanos con sistemas de ciencia y tecnología pequeños o medianos y con baja producción científica en ciencia y tecnología de alimentos recogida en el SCI (Cuba, Colombia, Ecuador, Guatemala, Bolivia, Perú y Uruguay) muestran tener elevadas tasas de colaboración intraregional (por encima del 30%). También es de cierta importancia este tipo de copublicación para naciones de desarrollo medio y de mayor volumen productivo como Venezuela (25%) y Chile (24%), lo que ofrece pautas sobre la importancia del intercambio de conocimiento científico para consolidar las capacidades de los países. En este marco, las políticas de movilidad son vistas como de gran impacto potencial para el trabajo de investigación.

A continuación se presenta la evolución anual de los documentos en ciencia y tecnología de alimentos, según patrones de colaboración, para los cinco principales países de Iberoamérica en esta temática.

La contribución científica española (**Gráfico 11**), dada su magnitud, refleja tendencias muy similares a las descritas anteriormente para el bloque regional, de crecimiento constante, y especialmente fuerte en el trienio 2005-2007, de los documentos sin colaboración y, fundamentalmente, de la copublicación internacional, que se duplica entre puntas. Por otra parte, los documentos generados en colaboración iberoamericana e ibero-internacional no resultan muy significativos para el país que ejerce el liderazgo regional en la producción científica en ciencia y tecnología de alimentos, representando sólo el 7,6% de la producción total de España en esta temática.

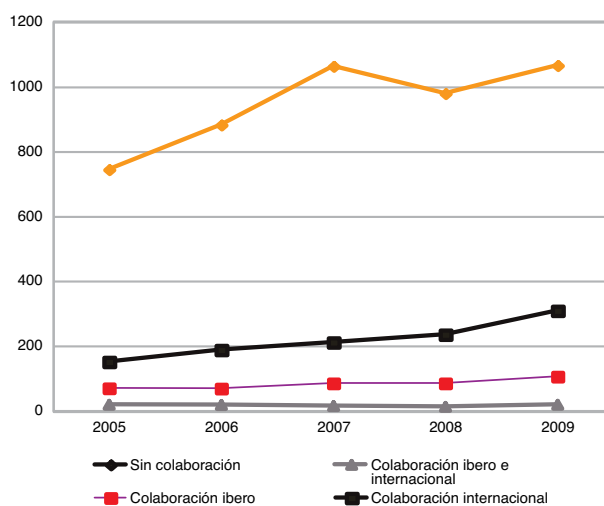
Sin embargo, y no obstante su volumen relativamente menor, la colaboración

Gráfico 10. Porcentaje de colaboración iberoamericana en ciencia y tecnología de alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Acumulado 2005-2009.

Gráfico 11. Publicaciones españolas en ciencia y tecnología de alimentos según colaboración



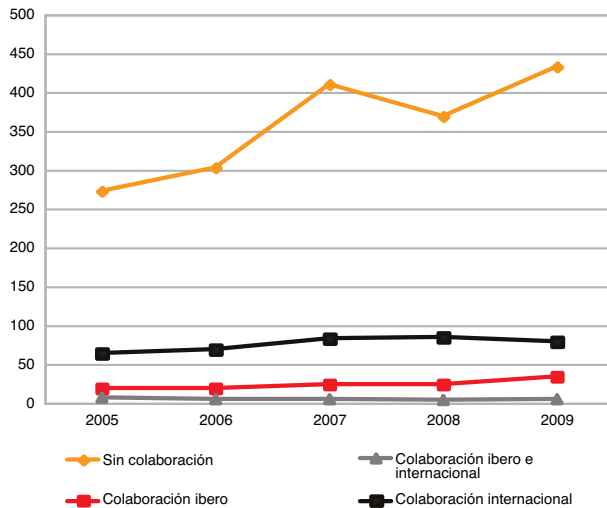
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

iberoamericana crece un 53% en el quinquenio. De esta manera, parece consolidarse una cierta capacidad española para aglutinar en torno a sí la investigación en colaboración de los países iberoamericanos.

En el caso brasileño (**Gráfico 12**), el segundo gran productor de la región iberoamericana en ciencia y tecnología de alimentos, con participación en el 18% de las publicaciones regionales en la temática, se destaca una trayectoria marcadamente ascendente en la producción de documentos sin ningún tipo de colaboración internacional, patrón que puede derivarse del creciente desarrollo de su sistema de ciencia y tecnología.

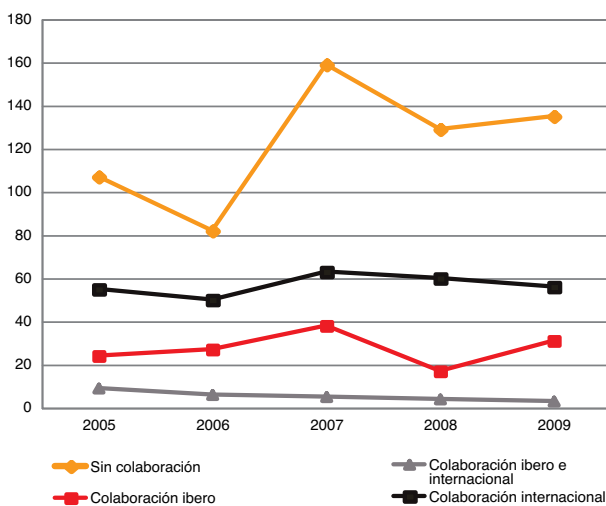
La colaboración internacional muestra un lento crecimiento durante el espacio temporal analizado con una leve caída al final del mismo. Sin embargo este crecimiento no evita que, debido al mayor crecimiento de los documentos no colaborados, este tipo de colaboración pierda 3,3 puntos porcentuales de su peso entre puntas, pasando del 17,6% al 14,3%. Los dos patrones de colaboración restantes, el iberoamericano y el ibero-internacional, resultan poco significativos, sobre todo este último con valores absolutos de publicaciones muy bajos.

Gráfico 12. Publicaciones brasileñas en ciencia y tecnología de alimentos según colaboración



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 13. Publicaciones mexicanas en ciencia y tecnología de alimentos según colaboración



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

La producción científica mexicana (**Gráfico 13**) muestra un crecimiento, aunque de marcados altibajos, en la producción de documentos sin colaboración, su principal forma de publicación en ciencia y tecnología de alimentos. Los documentos en colaboración presentan trayectorias con oscilaciones tendientes a la baja. Tanto la colaboración internacional como la ibero-internacional, aunque esta última con valores absolutos de publicación muy bajos, pierden peso porcentual en la composición de la producción entre puntas.

El caso portugués (**Gráfico 14**) muestra un marcado ascenso, aunque con un leve altibajo en 2007, de los documentos sin colaboración. Es el único país de los cinco mayores productores de Iberoamérica donde la participación porcentual de la producción no colaborada se incrementa 7 puntos entre 2005-2009, pasando de 56% a 63%.

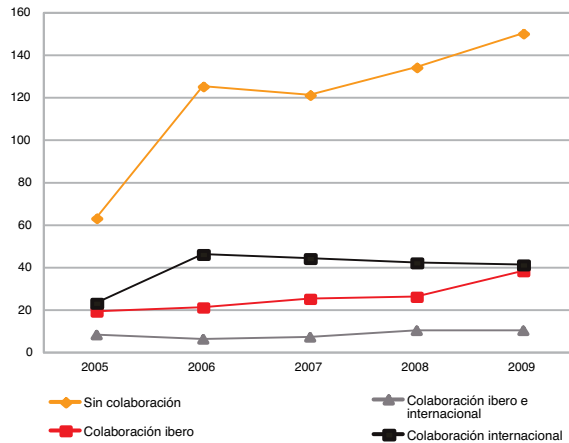
La colaboración internacional presenta una tendencia en baja constante desde 2007, mientras que la colaboración iberoamericana muestra una tendencia opuesta, terminando con valores similares en 2009, una característica única entre los principales países de la región. Como se verá más adelante, la intensa cooperación con su vecino ibérico, España, explica este fenómeno. Mientras tanto, la copublicación

ibero-internacional es muy pequeña y manifiesta muchas fluctuaciones durante todo el período analizado.

Por último, la contribución científica argentina (**Gráfico 15**) muestra una curva positiva de los documentos sin colaboración, exceptuando una interrupción en 2006. Su trayectoria de copublicación internacional aparece prácticamente sin variación significativa en el quinquenio. Por una parte, una fluctuante evolución de la colaboración iberoamericana, que al final del periodo se empareja a la colaboración internacional. Una vez más, los vínculos con España tendrán un peso central. Por último, se presenta una oscilante y extremadamente baja copublicación ibero-internacional.

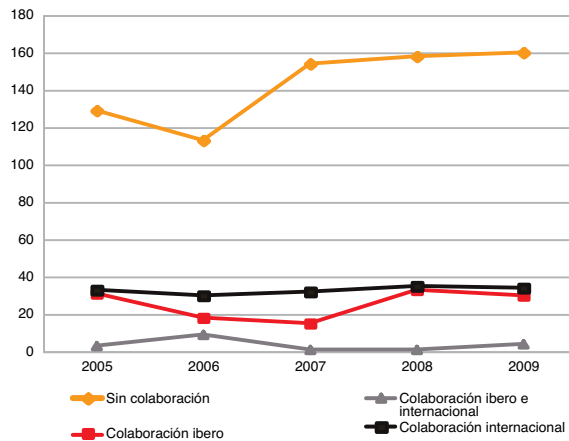
En el **Gráfico 16** se presentan los principales socios científicos de España en ciencia y tecnología de alimentos, siendo todos ellos países no iberoamericanos. Se aprecia que los mayores vínculos se establecen con países de la Unión Europea de los 15: Italia, Inglaterra, Francia y Alemania. Es de destacar también la relativamente escasa colaboración con Estados Unidos, el principal país a nivel mundial en la temática, que aparece por debajo de Italia y apenas por encima de Inglaterra.

Gráfico 14. Publicaciones portuguesas en ciencia y tecnología de alimentos según colaboración



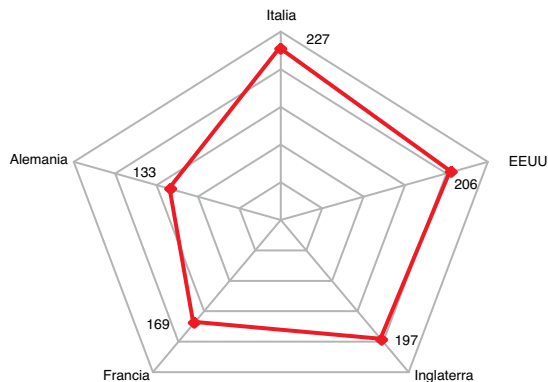
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 15. Publicaciones argentinas en ciencia y tecnología de alimentos según colaboración



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 16. Colaboración en publicaciones españolas en ciencia y tecnología de alimentos



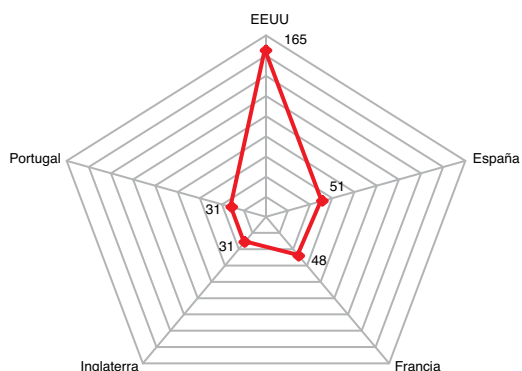
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Acumulado 2005-2009.

El caso de Brasil (**Gráfico 17**) muestra, en esta temática, una colaboración fuertemente concentrada en Estados Unidos. En segundo lugar y a distancia, con menos de un tercio de los documentos en colaboración publicados con investigadores estadounidenses, se encuentra España. En el tercer lugar aparece Francia y luego, compartiendo el cuarto lugar, Inglaterra y Portugal.

La investigación mexicana (**Gráfico 18**), al igual que la investigación brasileña, está básicamente concentrada en Estados Unidos, pero de manera aún más acusada. En un segundo lugar, nuevamente distante, se ubica España. En tercer lugar Francia. Es significativo, en el caso de México, la aparición de Venezuela entre sus cinco principales socios internacionales, aunque el volumen total de documentos no es demasiado significativo.

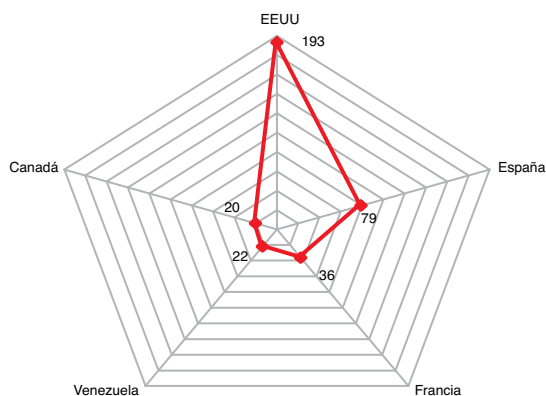
Portugal (**Gráfico 19**), a diferencia de los otros cuatro países de mayor producción científica iberoamericana, no presenta a Estados Unidos como uno de sus más importantes socios científicos. Su producción en colaboración está aglutinada con investigadores españoles. En un alejado segundo lugar se encuentra Inglaterra, en tercer lugar Francia y en cuarto lugar Italia, todas estas naciones se caracterizan por estar muy próximas geográficamente.

Gráfico 17. Colaboración en publicaciones brasileñas en ciencia y tecnología de alimentos



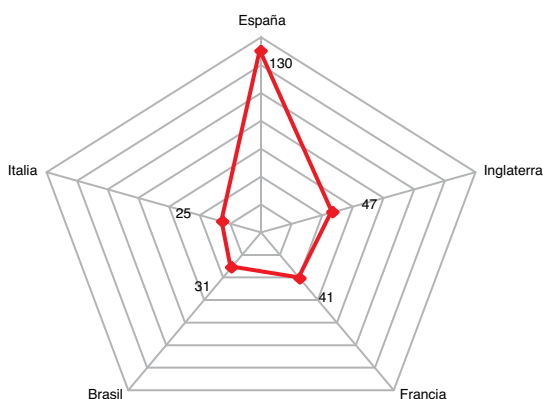
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Acumulado 2005-2009.

Gráfico 18. Colaboración en publicaciones mexicanas en ciencia y tecnología de alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Acumulado 2005-2009.

Gráfico 19. Colaboración en publicaciones portuguesas en ciencia y tecnología de alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Acumulado 2005-2009.

La presencia de Brasil (y, a la inversa, de Portugal entre los países con los que Brasil tiene un mayor vínculo científico) pone en evidencia que ambas naciones, además de compartir objetivos científicos comunes, están unidas por cuestiones idiomáticas y culturales, factores que suelen moldear también la cooperación en ciencia y tecnología.

Finalmente, Argentina (**Gráfico 20**) presenta los ejes más fuertes de colaboración en ciencia y tecnología de alimentos con España, Estados Unidos y, en menor medida, Italia. Completan sus cinco principales socios científicos Brasil, único país latinoamericano, y Francia.

A la vista de esta comparación entre países, es de destacar la presencia española como socio destacado en este campo. Si bien en el total de la producción de todos los países latinoamericanos suele ser un colaborador muy importante, su presencia tiene un volumen bastante menor a la de Estados Unidos, tendencia que se invierte en varios casos dentro de la investigación en ciencia y tecnología de alimentos.

3.3 Iberoamérica en las redes internacionales de colaboración

La firma en colaboración de artículos científicos es una de las características inherentes de la ciencia y un reflejo de la interacción entre redes de científicos, y éstas a su vez, son un reflejo de las redes institucionales y globales. En las últimas décadas, el trabajo colaborativo se ha incrementado notablemente, bien como consecuencia de la creciente especialización e interdisciplinariedad, como de la internacionalización del intercambio de conocimiento entre los miembros de la comunidad científica. Asimismo, la formación de redes de colaboración también se ha visto moldeada, en mayor o menor medida, por factores extra-científicos: cercanía geográfica, razones políticas, afinidad idiomática o cultural.

El grado de integración de la región iberoamericana, vista como un espacio de circulación de conocimiento, puede ser analizado a través de la copublicación de documentos entre las naciones que la constituyen. La creciente, aunque aún moderada, tendencia hacia la colaboración intrarregional da cuenta de una posible consolidación del bloque iberoamericano como un área de mayor flujo de información. Observando la diversidad de las relaciones de cooperación establecidas es posible determinar el mayor o menor nivel de integración de la red.

Los cambios en el grado global de relación entre los países de la red de copublicación de documentos científicos pueden ser descritos mediante el indicador de densidad. Este indicador mide la proporción de colaboraciones distintas existentes sobre el total de colaboraciones distintas posibles, es decir, cuantifica la intensidad de la colaboración en el conjunto de la red.

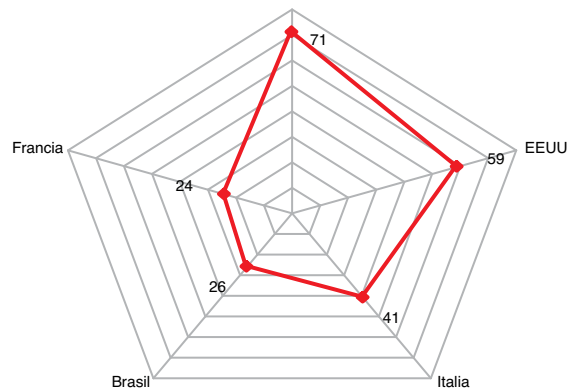
En el **Gráfico 21** se presenta la evolución de las densidades de la red mundial y la red iberoamericana de producción científica en ciencia y tecnología de alimentos, que son mensuradas en el eje derecho. Las barras dan cuenta de la cantidad de nodos participantes de la red de Iberoamérica en esta temática en cada año, que es cuantificada en el eje izquierdo.

Se observa que mientras la densidad de la producción total mundial en ciencia y tecnología de alimentos se mantiene relativamente estable en el quinquenio, la integración dentro de la región iberoamericana se mantuvo en un nivel superior y registró un fuerte crecimiento en el último tramo del período. En el año 2005 la red de países iberoamericanos presentaba un índice de densidad de 0,2, ampliamente superior al que presentaba la red total mundial (0,1), que crece a 0,23 en 2006, desciende a 0,21 en 2007 y a partir de allí aumenta pronunciadamente hasta el año 2009, año en que alcanza una densidad de 0,34, es decir, que se establecen el 34% de las relaciones de colaboración posibles. Esta cifra triplica la densidad del total mundial en ese mismo año.

El comportamiento descrito da cuenta de que la región iberoamericana funciona, efectivamente, como un espacio de conocimiento altamente colaborativo, con un nivel de relacionamiento mayor que el promedio general de la red.

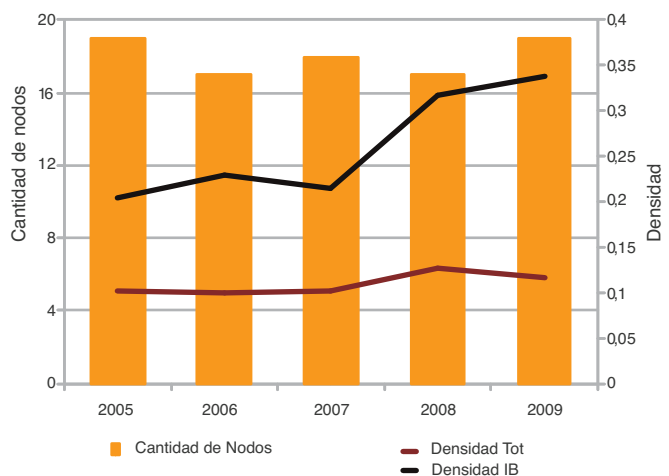
En tal contexto, resulta de interés analizar más pormenorizadamente el lugar que ocupan las naciones de Iberoamérica en la investigación internacional en ciencia y tecnología de alimentos. El **Gráfico 22** presenta la red mundial generada por la copublicación de documentos en ciencia y tecnología de alimentos en el año 2005. Se han incluido todas las naciones con al menos un documento colaborado en ese año y se han resaltando en color verde las pertenecientes a la región iberoamericana.

Gráfico 20. Colaboración en publicaciones argentinas en ciencia y tecnología de alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
Nota: Acumulado 2005-2009.

Gráfico 21. Cantidad de nodos y densidad de las redes en ciencia y tecnología de alimentos



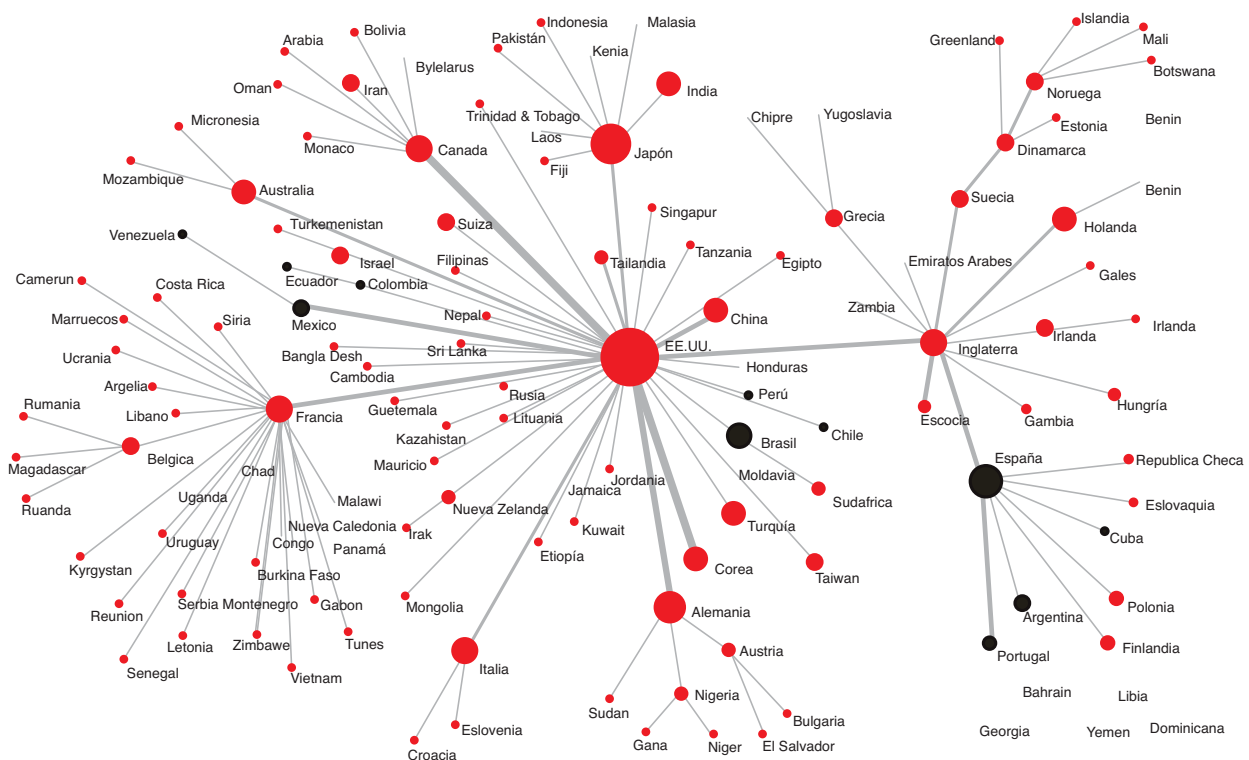
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Para representar la red de forma inteligible, dado que la multiplicidad de nodos y relaciones existentes imposibilita la visualización y el análisis de los actores y enlaces principales, se recurrió a técnicas de poda. Éstas consisten en la aplicación de algoritmos que eliminan los lazos menos significativos de la red, dejando tan sólo la cantidad mínima necesaria para no desconectar ningún nodo. El criterio para esto es que el peso de los caminos totales resultantes (en nuestro caso la cantidad de documentos en colaboración) sea el mayor posible. De esta manera se obtiene la estructura básica que subyace en una red de mucha mayor complejidad. El resultado de estas técnicas de poda es un árbol de caminos mínimos (minimum

producción importante en este campo: Alemania, Canadá, Inglaterra, Italia, Francia y Japón. La principal conexión, por la cantidad de nodos que articula (29 países) y por la capacidad de intermediación que presenta, se daba entre Estados Unidos e Inglaterra. También es significativa la conexión entre Estados Unidos y Francia, articulando 28 países, aunque con un volumen productivo menos sustantivo.

Circunscribiendo el análisis a los países de Iberoamérica, es posible observar que la mayoría de ellos aparecían vinculándose en forma directa con Estados Unidos. Siendo las naciones más representativas por su volumen

Gráfico 22. Red de países con producción científica en ciencia y tecnología de alimentos (2005)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

spanning tree, MST) de un grafo. En este caso se ha utilizado una implementación del algoritmo de Prim. En la representación gráfica, el grosor de los enlaces se ha hecho proporcional a la intensidad de copublicación de los países a los que unen, así como el tamaño de los nodos lo es a la producción.

En 2005, Estados Unidos era el país central y el que más intervenía en el desarrollo del campo analizado por diferentes razones. En primer lugar, por ser el país que contaba con más documentos científicos en la temática. En segundo lugar, por ser el principal eje articulador de las relaciones con los otros países intermediarios y con una

de copublicación Brasil, México y Chile. Otra articulación importante es la de España (en el tercer lugar en 2005 en cantidad de publicaciones), conectada con Estados Unidos a través de Inglaterra, vinculando a otros 3 países de la región: Argentina, Portugal y Cuba. Las intensas relaciones entre México y Venezuela en este campo ya estaban presentes en ese año, haciendo que fueran los únicos países latinoamericanos articulados entre sí.

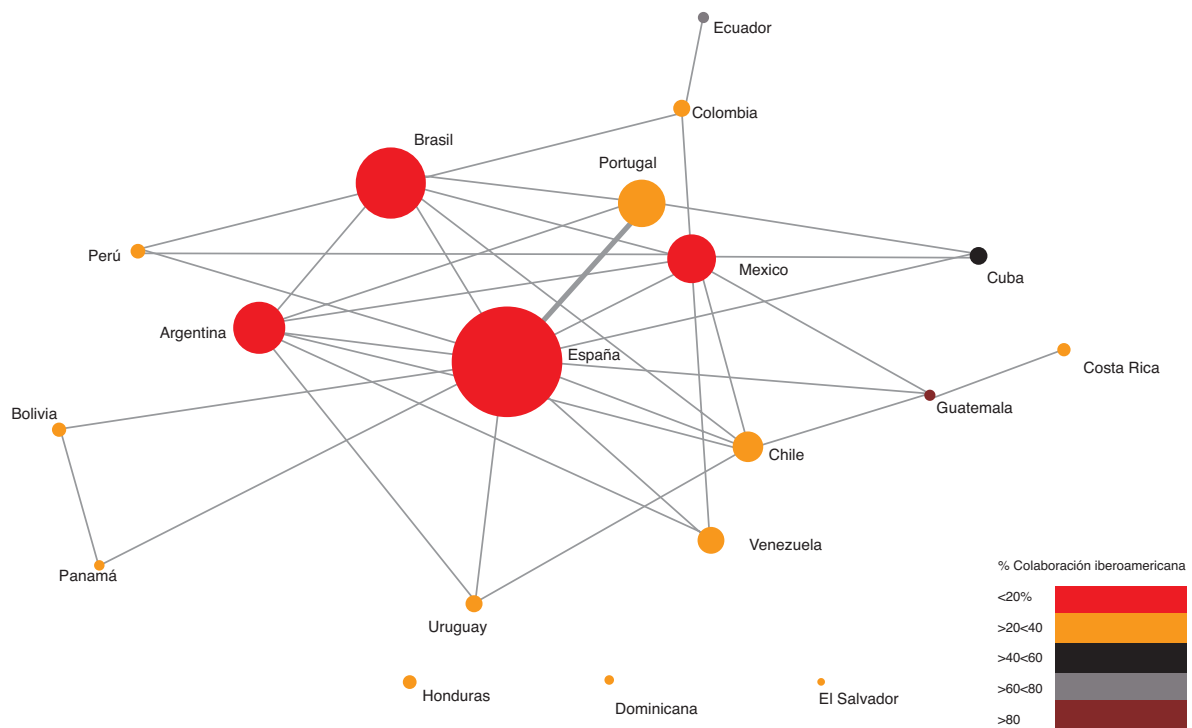
El **Gráfico 23** muestra cómo ha evolucionado la red de colaboración científica internacional en ciencia y tecnología alimentaria para el año 2009. El entramado conectivo entre las distintas naciones del mundo ha

producción que se ubican en la periferia del gráfico. Asimismo, aparecen otros 3 países (Honduras, República Dominicana y El Salvador) con volúmenes de producción menores y que además no poseen conexión con otros países iberoamericanos. Los dos países con mayor producción en ciencia y tecnología de alimentos en ese año, España y Brasil, se presentan como articuladores de la red aunque la relación entre ambos es relativamente débil en relación al volumen de su producción y, particularmente en el caso del líder español, a la colaboración con el otro país de la península ibérica: Portugal.

En 2009 (**Gráfico 25**), España consolida aún más su papel central, superando ampliamente a Brasil en cantidad de publicaciones y en diversidad de relaciones con el resto de los países de la región. Se observa, en este sentido, un incremento en la intensidad de las interacciones de España con México y con Portugal, reflejando un cierto proceso de integración entre esos países.

La densidad general de la red iberoamericana es superior a la de 2005, aunque la composición de los países se mantiene con características muy similares: sólo aparece Nicaragua y desaparece El Salvador, y solamente 2 países (Guatemala y, como en 2005, Honduras) se ubican en la periferia sin ninguna conexión con el resto de la región.

Gráfico 24. Red de países iberoamericanos en alimentos (2005)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Los países de mayor producción en ciencia y tecnología de alimentos en Iberoamérica son a su vez aquellos para los que la colaboración con el resto de la región representa un porcentaje menor de su producción: España, Brasil, México y Argentina poseen valores inferiores al 20%. Exceptuando a los países de menor producción en la región (aquellos con participación menor al 1% de la producción del total de Iberoamérica en este campo) que carecen de masa crítica para este análisis, los países de desarrollo intermedio son los que mayor presencia en cooperación iberoamericana tienen: Portugal, Chile, Venezuela y Cuba, con valores que van del 23,9% al 42,3%.

Para el último año del período estudiado, la colaboración iberoamericana ha aumentado en forma significativa fundamentalmente en algunos países de desarrollo intermedio, como es el caso de Uruguay (que ascendió de un 25% en 2005 a un 51,7% en 2009), Colombia (que creció de un 38,5% en 2005 a un 50% en 2009) y Chile (que subió de un 24,5% en 2005 a un 28,8% en 2009). Aunque con volúmenes de producción menores, un fenómeno igualmente significativo se dio en Cuba que ascendió del 42,3% al 78,3% de colaboración iberoamericana. Este panorama contrasta, sin embargo, con la situación de los principales países de la región en ciencia y tecnología de alimentos: entre los años 2005 y 2009, España y Brasil mantuvieron estables sus

sensiblemente bajos porcentajes de colaboración intraregional (en torno al 8% y al 7% respectivamente) y México y Argentina registraron incluso un descenso del 17% al 15%.

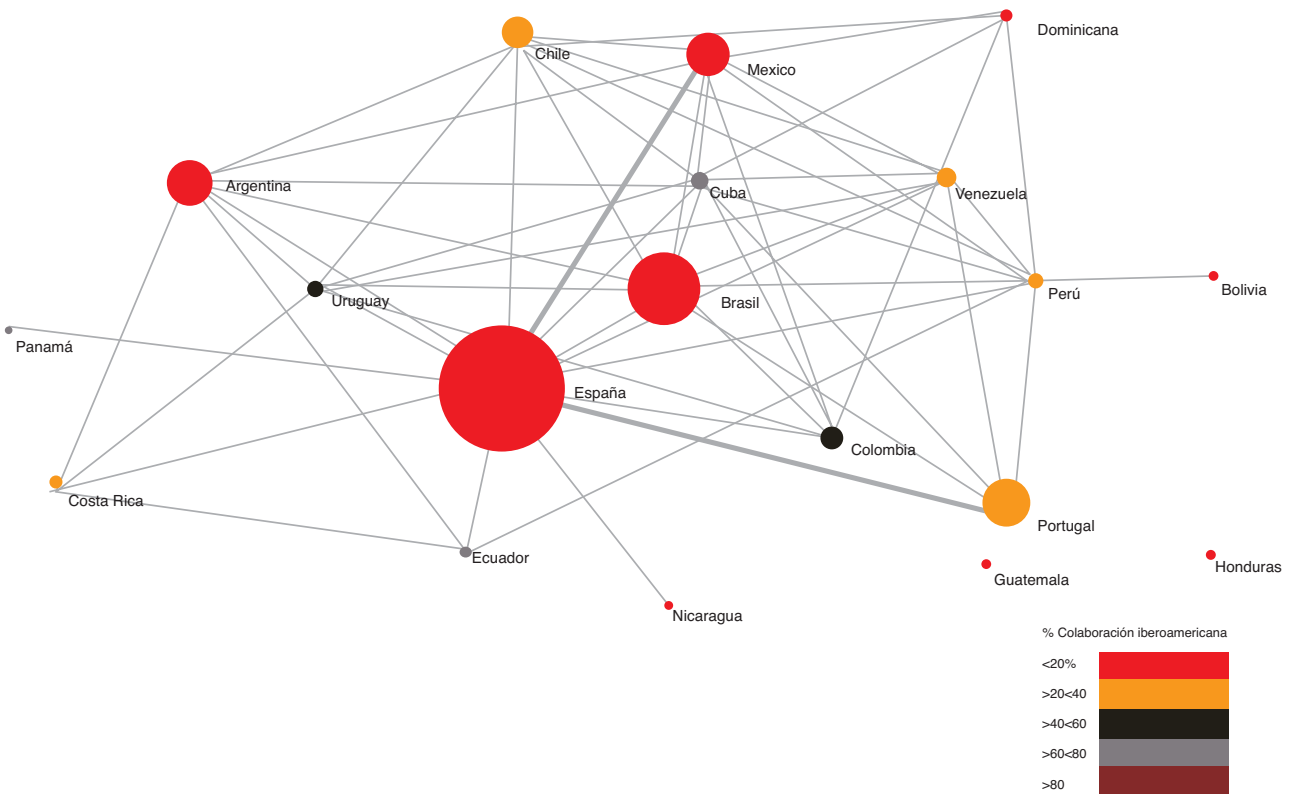
Con el propósito de cuantificar con más detalle tanto la posición de los países iberoamericanos en las redes de colaboración como sus cambios a lo largo del período estudiado, es posible recurrir a distintos indicadores propios del análisis de redes. El más simple de esos indicadores se denomina grado normalizado y está conformado por el número de otros nodos al que uno está directamente vinculado, normalizado por la cantidad total de relaciones posibles. Esta medida da cuenta del nivel de exposición directa de cada nodo a la información que se encuentra en circulación por la red.

El **Gráfico 26** presenta la distribución de los principales países iberoamericanos en materia de publicaciones en ciencia y tecnología de alimentos en un plano definido por la participación porcentual en el total de la producción

regional en el eje x y el grado normalizado de cada nodo en el eje y. Para observar la evolución de cada país en el contexto de la red, los datos correspondientes a 2005 se presentan en azul y los correspondientes a 2009 en rojo. En ambos casos, se ha trazado en el gráfico una línea de regresión para poder observar la posición relativa de cada país con respecto al conjunto. Los datos completos que dan origen al gráfico, pero para la totalidad de los países iberoamericanos con producción en este campo temático en ambos años, se presentan en la **Tabla 1**.

Se destaca la evolución de España y Brasil, que si bien mantienen estables los porcentajes de su participación en el campo de la investigación en alimentos de la región (pasan, respectivamente, de participar del 51,6% y 19,1% de la producción iberoamericana en 2005 al 52,7% y 19,2% en 2009), manifiestan un crecimiento significativo de su centralidad en la red regional, que asciende tanto en términos absolutos (pasando de 0,63 a 0,74 en el caso español y de 0,37 a 0,53 en el caso brasileño) como en relación a los demás países (pasando de ubicarse

Gráfico 25. Red de países iberoamericanos en alimentos (2009)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

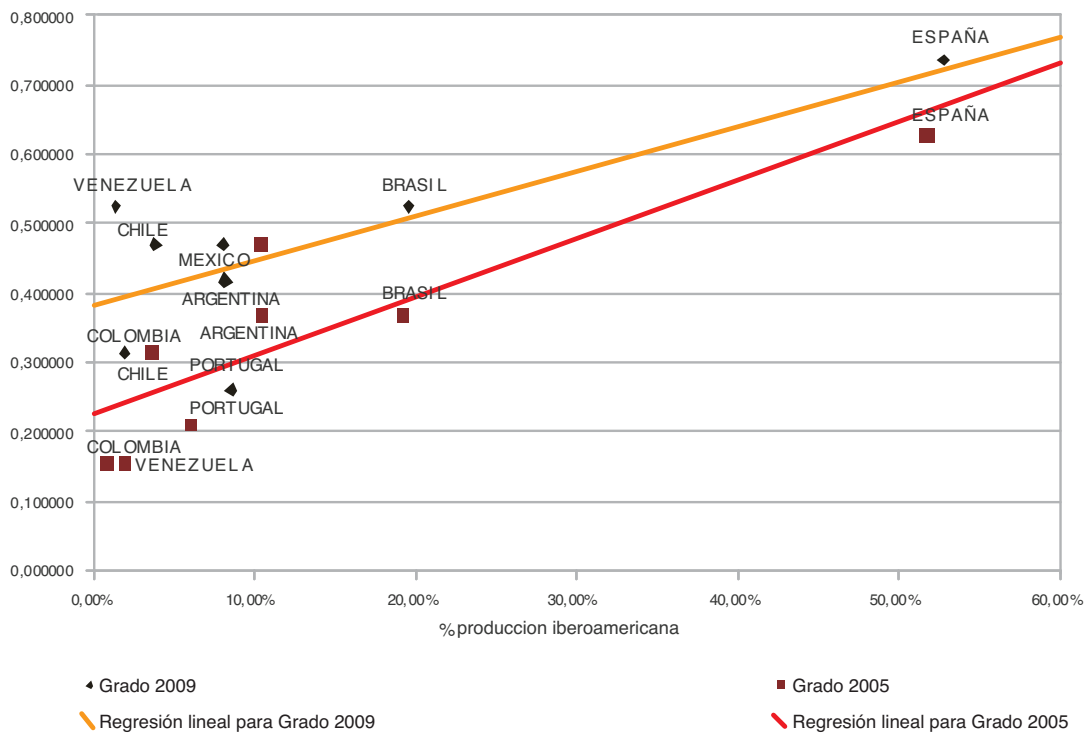
levemente por debajo de la línea de regresión a posicionarse levemente por arriba de la misma recta).

Los siguientes tres países iberoamericanos en cuanto a volumen de producción científica en alimentos presentan crecimientos moderados (Portugal) o incluso disminuciones (Argentina y México) en su participación relativa en la producción iberoamericana. En los casos de Portugal y Argentina, esa evolución diferencial se acompañó de un leve incremento de la centralidad en la conformación de redes iberoamericanas de producción científica en la temática (de 0,21 a 0,26 en el caso portugués y de 0,37 a 0,42 en el caso argentino) que, en el contexto global de crecimiento de las relaciones en la red, las posicionó por debajo de la recta de regresión hacia el final del período bajo análisis. México, en cambio, acompañó la disminución de su participación relativa en el volumen de la producción regional sin variaciones en los valores de su indicador de grado normalizado de interacciones (0,47).

Finalmente, Chile mantiene una posición similar en cuanto a la participación en la producción regional en los dos momentos analizados, pero aumenta su centralidad relativa en el contexto de creciente densidad de la red; Colombia aumenta su participación y su centralidad relativa; y Venezuela disminuye su participación en la producción iberoamericana pero incrementando su centralidad con mucha mayor intensidad que el resto de los países, como lo muestra su posición con respecto a la línea de regresión trazada en el gráfico.

Otra forma de conocer la centralidad de los países en la red de colaboración es en términos de su intermediación en las sendas por las que transita la información. El indicador de intermediación da cuenta específicamente de la frecuencia con que un nodo aparece en el camino más corto entre otros dos, medida que puede ser interpretada como indicador de la capacidad de controlar el flujo de información por parte de ese nodo, en este caso cada uno de los países de la región que publican en ciencia y tecnología de alimentos.

Gráfico 26. Grado normalizado y participación en la producción iberoamericana en ciencia y tecnología de alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
 Nota: Se incluyen sólo aquellos países con más de 30 artículos en 2009.

El **Gráfico 27** presenta la distribución de los países iberoamericanos con mejor desempeño en esta materia en un plano definido por la participación porcentual en la producción regional total en el eje x y su intermediación en el eje y. Como en el gráfico anterior, es posible observar comparativamente la evolución de cada país en el contexto de la red, dado que los datos correspondientes al año 2005 se presentan en azul y los del año 2009 en rojo, trazándose en cada caso la línea de regresión para poder visualizar la posición relativa de cada país con respecto al conjunto. La **Tabla 2** presenta los datos que dan origen al

patrón de producción menos iberoamericano que nacional e, inclusive, extra-regional).

Entre el resto de los países que tienen mayor volumen de producción se observan en tal sentido situaciones diversas: mientras Portugal mantiene su baja capacidad de intermediación relativa en la red regional durante el período analizado, Argentina adquiere hacia 2009 una posición de articulación más importante que la que tenía hacia 2005 y México presenta un descenso fuerte de su intermediación en la red iberoamericana.

Tabla 1. Grado normalizado y participación en la producción en ciencia y tecnología de alimentos

PAÍS	Participación en la producción iberoamericana 2005	Grado 2005	Participación en la producción iberoamericana 2009	Grado 2009
ESPAÑA	51,61%	0,63	52,70%	0,74
BRASIL	19,12%	0,37	19,42%	0,53
PORTUGAL	5,95%	0,21	8,42%	0,26
ARGENTINA	10,32%	0,37	8,04%	0,42
MÉXICO	10,27%	0,47	7,93%	0,47
CHILE	3,53%	0,32	3,67%	0,47
COLOMBIA	0,68%	0,16	1,76%	0,32
VENEZUELA	1,74%	0,16	1,27%	0,53
URUGUAY	0,84%	0,16	1,02%	0,42
CUBA	1,37%	0,16	0,81%	0,58
PERÚ	0,32%	0,16	0,78%	0,53
COSTA RICA	0,58%	0,05	0,46%	0,21
ECUADOR	0,16%	0,05	0,35%	0,21
BOLIVIA	0,16%	0,10	0,21%	0,05
GUATEMALA	0,32%	0,21	0,21%	0,00
PANAMÁ	0,05%	0,10	0,11%	0,05
REPÚBLICA DOMINICANA	0,05%	0,00	0,04%	0,26
HONDURAS	0,05%	0,00	0,04%	0,00
NICARAGUA	0,00%	0,00	0,04%	0,05
EL SALVADOR	0,05%	0,00	0,00%	0,00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

56

gráfico, pero para la totalidad de los países iberoamericanos con producción científica en alimentos en los dos años considerados.

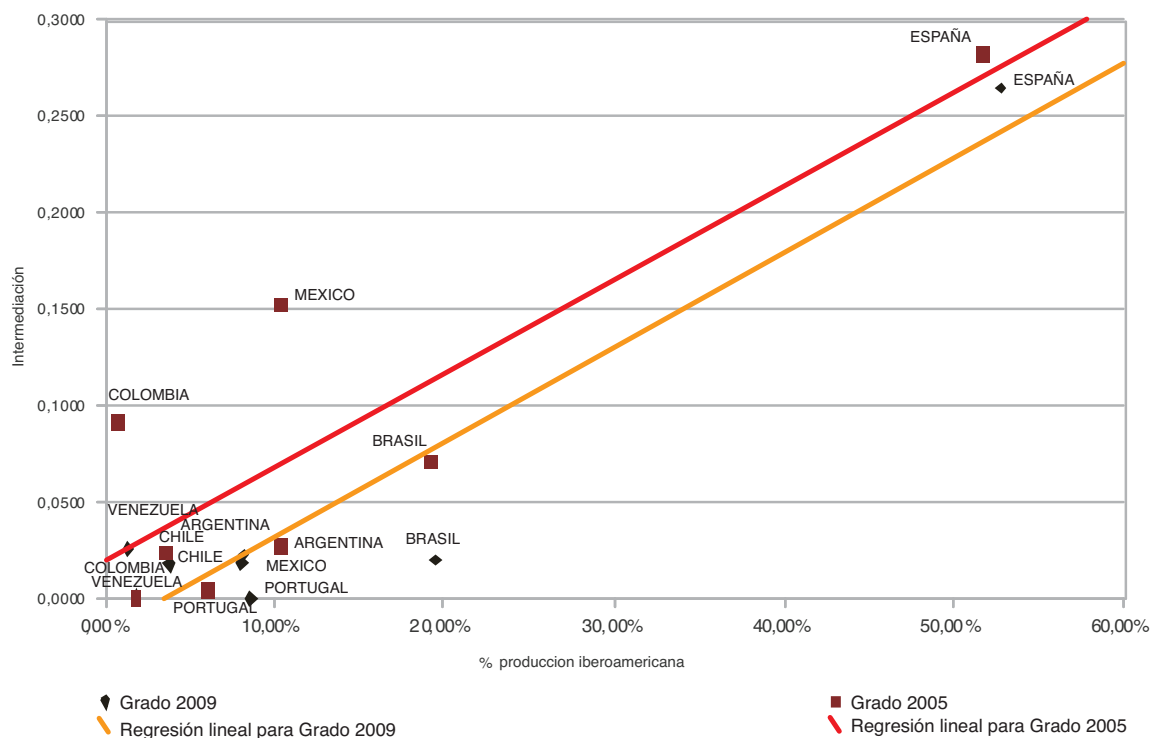
La primera evidencia a destacar es que, complementariamente a lo observado en el indicador de grado, la intermediación de España, a pesar del mantenimiento de su participación en la producción regional entre 2005 y 2009, se ha incrementado fuertemente. En este sentido, su papel como articulador de la red se vuelve más crítico.

Su seguidor, Brasil, muestra en cambio una estabilidad de su participación y de su intermediación, muy baja con relación al volumen de su producción. De esta manera, la posición de España en la red se ha vuelto más crítica al tiempo que la del líder latinoamericano ha disminuido (podría pensarse que como resultado de consolidar un

3.5. El entramado institucional de la ciencia y la tecnología de alimentos iberoamericana

El crecimiento de las publicaciones científicas firmadas conjuntamente por instituciones de más de un país, que se viene registrando en todo el mundo en las últimas décadas, da cuenta de la gran importancia que ha cobrado la cooperación internacional en ciencia y tecnología. Una de las posibles causas que contribuyen a explicar este fenómeno es la creciente especialización de numerosos campos científicos -que hace muchas veces necesario contar con infraestructuras de gran escala, lo que requiere una vinculación cada vez mayor entre diversas instituciones a nivel internacional- y el aumento del financiamiento público a la I+D, siguiendo fundamentalmente patrones geográficos preexistentes (de proximidad geográfica o cultural) y dinámicas de acceso a la “corriente principal de la ciencia” ligadas a tales patrones.

Gráfico 27. Intermediación y participación en la producción en ciencia y tecnología de alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
 Nota: Se incluyen sólo aquellos países con más de 30 artículos en 2009.

Tabla 2. Intermediación normalizada y participación en la producción en ciencia y tecnología de alimentos

PAÍS	Participación en la producción iberoamericana - 2005	Intermediación 2005	Participación en la producción iberoamericana - 2009	Intermediación 2009
ESPAÑA	51,61%	0,28	52,70%	0,27
BRASIL	19,12%	0,07	19,42%	0,07
PORTUGAL	5,95%	0,00	8,42%	0,00
ARGENTINA	10,32%	0,03	8,04%	0,02
MÉXICO	10,27%	0,15	7,93%	0,02
CHILE	3,53%	0,02	3,67%	0,02
COLOMBIA	0,68%	0,09	1,76%	0,00
VENEZUELA	1,74%	0,00	1,27%	0,03
URUGUAY	0,84%	0,00	1,02%	0,02
CUBA	1,37%	0,00	0,81%	0,04
PERÚ	0,32%	0,00	0,78%	0,13
COSTA RICA	0,58%	0,00	0,46%	0,00
ECUADOR	0,16%	0,00	0,35%	0,00
BOLIVIA	0,16%	0,00	0,21%	0,00
GUATEMALA	0,32%	0,09	0,21%	0,00
PANAMÁ	0,05%	0,00	0,11%	0,00
REPÚBLICA DOMINICANA	0,05%	0,00	0,04%	0,00
HONDURAS	0,05%	0,00	0,04%	0,00
NICARAGUA	0,00%	0,00	0,04%	0,00
EL SALVADOR	0,05%	0,00	0,00%	0,00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

En este sentido, el análisis de las copublicaciones entre las instituciones más productivas de Iberoamérica en la investigación ciencia y tecnología de alimentos ofrece un interesante panorama del entramado institucional de la producción científica en este campo, heredero del modelo de fuerte concentración en unos pocos países observado anteriormente.

Antes de avanzar en el análisis comparativo de la producción científica a nivel institucional, es importante resaltar que existen algunas particularidades en las estructuras de los sistemas científicos de los países iberoamericanos. Si bien la mayor parte de la investigación que tiene como canal de difusión la publicación en revistas internacionales se da en las universidades, en los casos de España y Argentina existen además consejos que, agrupando centros ejecutores de I+D (algunos de ellos con dependencia mixta con universidades), tienen una presencia muy fuerte en la producción científica.

Seis instituciones iberoamericanas dedicadas a la I+D se destacan del resto por el volumen de su producción científica en ciencia y tecnología de alimentos durante el período comprendido entre 2005 y 2009 (**Gráfico 28**). Dos consejos -el CSIC español y el CONICET argentino- aparecen entre ellas, pero hay que recordar que se trata de conformaciones institucionales distintas a las de las universidades. En el caso del CONICET, por ejemplo, en cerca del 75% de sus publicaciones existe participación de las distintas universidades de ese país, ya sea por ser sede de centros de dependencia conjunta o por ser lugar de trabajo de investigadores financiados por el Consejo. Es así como existe un solapamiento institucional que impulsa el destacado desempeño de este tipo de organizaciones existentes en la región.

La institución iberoamericana con mayor presencia en las publicaciones en ciencia y tecnología de alimentos en el SCI es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) español. Además de su importancia en volumen, participando en 13,5% de la producción iberoamericana en ciencia y tecnología de alimentos, presenta un ascenso global del 34% prácticamente sostenido durante todo el período, excepto por la caída registrada en el año 2008.

Dentro del CSIC, se destacan cuatro institutos de investigación. En primer lugar el Instituto del Frío, ubicado en Madrid, y que cuenta con 331 publicaciones acumuladas en el SCI entre 2005 y 2009. En segundo lugar aparece el Instituto de Fermentaciones Industriales (IFI), también madrileño, y que alcanza las 297 publicaciones en el mismo período. La lista se completa con el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA), de Valencia, con 262 publicaciones y el Instituto de la Grasa (IG) andaluz, con 251.

El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) argentino aparece en segundo lugar en 2009, luego de seguir una trayectoria muy similar a la de la brasileña Universidad de San Pablo, acumulando el 4% de la producción iberoamericana en ciencia y tecnología de alimentos en el período bajo

análisis. Por otra parte, el consejo argentino registra también un acelerado crecimiento, duplicando la cantidad de artículos científicos anuales entre 2005 y 2009.

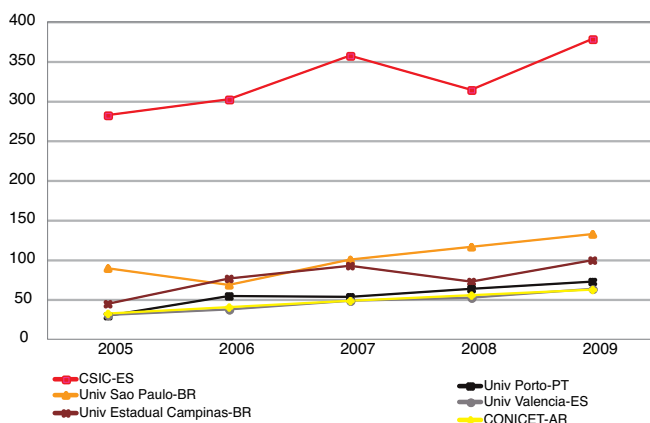
Dentro del CONICET aparecen dos centros de investigación de particular productividad. Por un lado el Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), institución de dependencia compartida con la Universidad Nacional de La Plata, y que acumula 83 publicaciones en SCI entre 2005 y 2009. La otra unidad de marcada productividad es el Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA), de dependencia compartida con la Universidad Nacional de Tucumán, y que cuenta con 47 artículos registrados en SCI en el período analizado.

En el tercer y el cuarto lugar aparecen dos instituciones universitarias brasileñas: la Universidad de San Pablo (USP) y la Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP), que representan, respectivamente, el 4,2% y el 3,2% de la producción iberoamericana en temas de ciencia y tecnología de alimentos. En el período 2005-2009, la USP asciende a ritmo sostenido (con sólo una pequeña disminución hacia 2006) consolidando su posición con un crecimiento del 48%, mientras que la UNICAMP presenta un crecimiento del 125% entre puntas (a pesar de la importante caída que registra en 2008) y conserva su tercer lugar.

Con trayectorias relativamente similares y volúmenes de producción prácticamente equivalentes, aparecen en el quinto y sexto puesto de la región la Universidad de Porto (Portugal) y la Universidad de Valencia (España), ambas participando en alrededor del 2% de la producción total de Iberoamérica entre 2005 y 2009. El crecimiento más fuerte, sin embargo, es el de la universidad portuguesa, cuyo incremento entre puntas asciende al 148%, en comparación con el 110% registrado por la universidad española.

El **Gráfico 29** presenta la red de colaboración entre las veintiséis instituciones iberoamericanas con mayor producción en ciencia y tecnología de alimentos, que cuentan con más de 30 registros en 2009. El volumen de los nodos da cuenta de la cantidad de publicaciones, mientras que los lazos representan artículos firmados en común y su grosor está dado por la cantidad de copublicaciones. Los artículos firmados por más de una institución han sido contabilizados por entero para ambas. Los colores de los nodos fueron asignados de acuerdo al país de la institución que representan: rojo para España, naranja para Argentina, negro para Brasil, amarillo para Portugal, marrón para Chile y blanco para México. Para la disposición de la red en el plano, al igual que en los grafos anteriores, se ha aplicado el algoritmo de Kamada-Kawai, que busca distribuir los nodos a distancias lo más uniformes posible y con la menor cantidad de cruces entre los enlaces, asignando fuerzas a cada uno de ellos como si fueran elásticos. La aplicación de este algoritmo tiene dos consecuencias que pueden apreciarse a simple vista. Por un lado, el centro del gráfico es ocupado por los nodos más conectados y, por el otro, los nodos más conectados entre sí tienden a agruparse en el espacio.

Gráfico 28. Publicaciones iberoamericanas en ciencia y tecnología de alimentos por institución



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
 Nota: Se presentan las seis instituciones de mayor producción en 2009.

Consecuentemente, el centro del gráfico está ocupado por el CSIC español, la institución que resulta ser la más productiva de la región en el año considerado y que cuenta con el mayor número de enlaces, siendo la principal articuladora de la colaboración iberoamericana en ciencia y tecnología de alimentos, apoyada en buena medida en su política institucional de establecimiento de convenios de cooperación científica con los países latinoamericanos, vigentes para la mayor parte de los países de la región. Al mismo tiempo, se observa que las instituciones científicas se agrupan en el espacio de acuerdo al país al que pertenecen, dado que tienen mayores niveles de colaboración entre sí que con el conjunto de la red iberoamericana.

Dieciséis de las veinticinco instituciones presentadas son españolas, tres son argentinas, cuatro son brasileñas y las tres restantes corresponden a Portugal, Chile y México. Seis de las instituciones españolas presentes tienen vinculación directa con colegas de diferentes países. Se trata del CSIC, la Universidad Complutense de Madrid, la de Sevilla, la de Córdoba, la de Navarra y la de Vigo. Tres de ellas se vinculan con colegas portugueses, dos lo hacen con colegas argentinos, una con sus pares chilenos, otra con colegas mexicanos y otra con colegas brasileños. Otras universidades españolas, como la de Valencia, la Politécnica de Valencia, la de Zaragoza, la de Granada, la de Santiago de Compostela, la de Murcia, la de Castilla La Mancha y la de Barcelona, con volúmenes superiores o muy similares a las tres primeras universidades mencionadas, muestran en cambio un patrón de colaboración científica en la temática mucho más nacional entre las diferentes comunidades autónomas de España.

Las instituciones argentinas presentes entre las veinticinco más productivas de Iberoamérica son tres: el CONICET, la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y la Universidad de Buenos Aires (UBA). A nivel regional el CONICET se vincula con la Universidad española de Sevilla, el CSIC, la Universidad de Chile y el IPN de México. La UNLP muestra un abanico importante de relaciones, vinculándose con sus pares brasileñas de San Pablo y Campinas, en España con el CSIC y la Universidad de Sevilla, y también con la Universidad de Chile. Por su parte, la UBA se conecta, fuera de Argentina, sólo con la Universidad de Sevilla.

Las instituciones brasileñas presentes en este conjunto se encuentran fuertemente conectadas, tanto entre ellas como a nivel internacional. Luego de la líder latinoamericana USP se destacan tres casas de altos estudios, la UNICAMP, la Universidad Federal de Río Grande del Sur (UFRGS) y la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC). Sus vinculaciones iberoamericanas son con instituciones españolas, portuguesas y argentinas: las universidades de Navarra y Córdoba en España, la Universidad de Porto y la Universidad Nacional de La Plata. Es llamativo, sin embargo, que no existen lazos directos entre dos de los principales productores en esta temática: la USP y el CSIC.

A pesar de ser el tercer país de la región en cuanto al volumen de sus publicaciones en la temática, Portugal cuenta con sólo una institución entre las veinticinco más productivas en 2009. Se trata de la Universidad de Porto, que se vincula fuertemente con el CSIC español y mantiene lazos débiles con las universidades españolas de Vigo y Complutense de Madrid y con la brasileña Universidad Federal de Santa Catarina.

Por último, México y Chile cuentan con una institución cada uno entre las veinticinco más productivas de la región en 2009. Se trata del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México y de la Universidad de Chile, ambas vinculadas entre sí y con otras instituciones iberoamericanas. En el caso de la institución mexicana, tiene además lazos -aunque débiles- con la USP brasileña, la española Universidad Complutense de Madrid y el CONICET argentino. En el caso de la institución chilena, se vincula también con los dos Consejos de la región y con la UNLP argentina.

Como en el análisis de las redes de colaboración entre los países

iberoamericanos, y con el fin de dar cuenta de la relación entre el volumen de publicaciones de una institución y sus vinculaciones, el **Gráfico 30** presenta la distribución de las once instituciones iberoamericanas más productivas (los datos para la totalidad de las instituciones observadas en este apartado se presentan en la **Tabla 3**) en un plano definido por la cantidad de artículos publicados en SCI durante 2009 en el eje x y el grado normalizado (calculado como la cantidad de relaciones que tiene una institución, sobre el número total de relaciones posibles si estuviera conectado con todo el resto de los participantes) de cada nodo en el eje y. Se ha trazado también una línea de regresión para poder observar la posición relativa de cada uno con respecto al conjunto.

El CSIC español, la institución con mayor producción a nivel regional, presenta también la mayor centralidad de Iberoamérica, mostrando sus fuertes relaciones de colaboración con los demás países de la región en el campo de la ciencia y la tecnología de los alimentos. El CONICET argentino, en cambio, que aparece en el segundo lugar en cuanto a su volumen de producción, no presenta un nivel de conexión demasiado marcado, ubicándose justo sobre la línea de regresión.

Otras instituciones, significativamente todas ellas españolas, se destacan por la significativa diversidad de sus vínculos con otras instituciones iberoamericanas en relación con el pequeño volumen de su producción: se trata de las universidades de Granada, de Murcia,

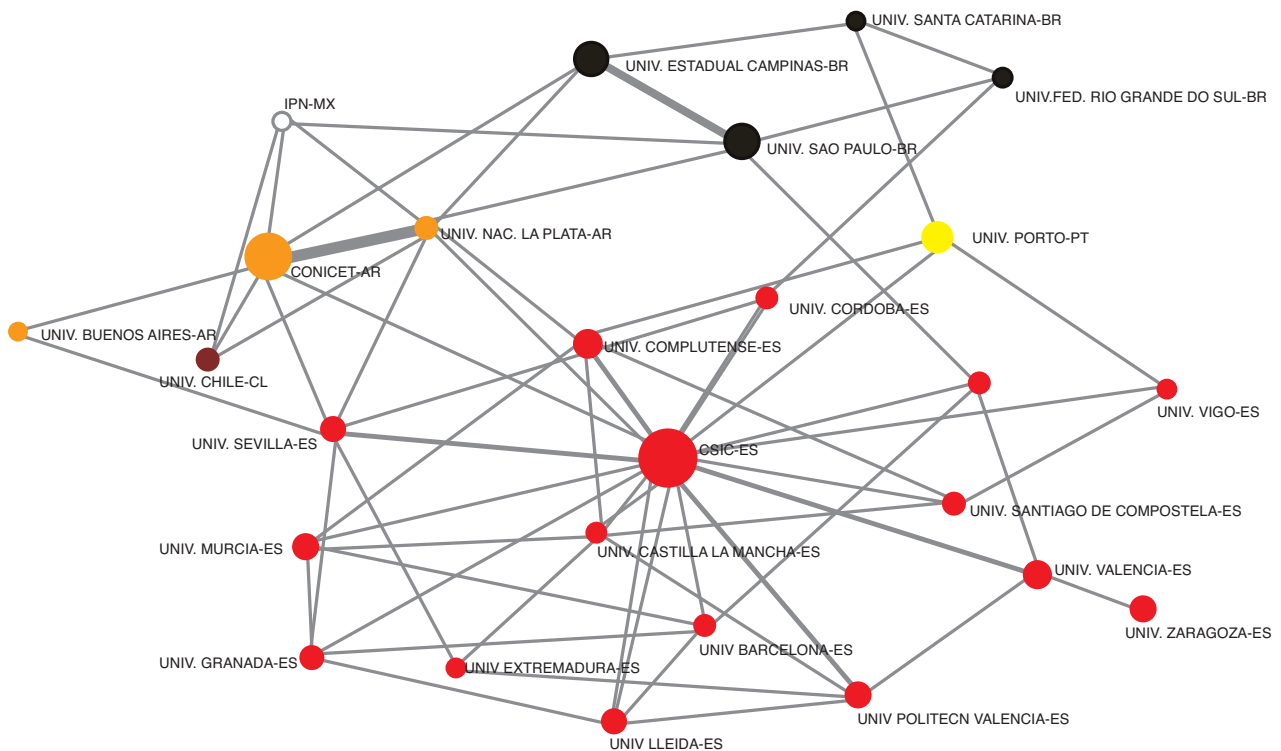
Politécnica de Valencia y de Santiago de Compostela. Sin embargo, su posición se debe exclusivamente a relaciones dentro de su propio país.

Por el contrario, las instituciones iberoamericanas ubicadas entre las once más productivas en ciencia y tecnología de alimentos en 2009 pero que menos vinculaciones regionales tienen son: las brasileñas USP y UNICAMP, las universidades españolas de Valencia y Zaragoza. Finalmente, la portuguesa Universidad de Porto, cuarta de la región según sus publicaciones en la temática en el año de referencia, en función de su muy baja centralidad relativa con respecto a las demás instituciones de la región, se sitúa exactamente sobre la línea de regresión.

3.6. La composición disciplinar de la ciencia y la tecnología de los alimentos

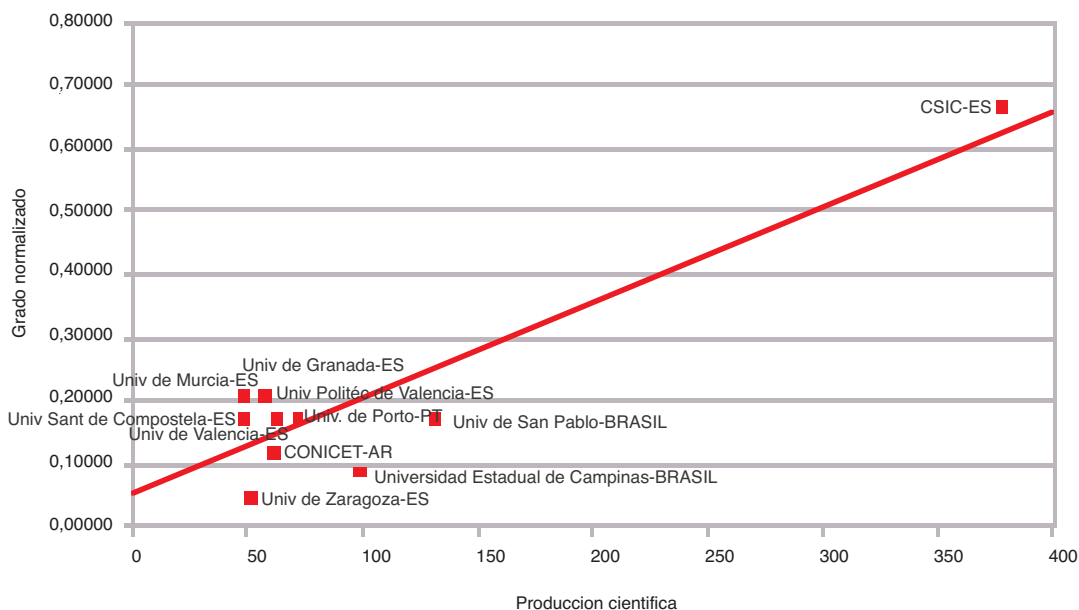
Las herramientas de análisis de redes permiten también dar cuenta de las tendencias, orientaciones y estructura de la investigación en el multidisciplinario campo de la ciencia y la tecnología de alimentos. Una fuente de gran calidad para ello son las citas a otros documentos que los autores incluyen en sus artículos, ya que de ellas puede extraerse la trama de temas a los que hacen referencia. Esas citas señalan trabajos que han sido publicados en otras revistas, a las que bases de datos internacionales como el SCI asignan disciplinas. Asumiendo que si un autor cita trabajos de dos disciplinas científicas diferentes es porque

Gráfico 29. Red de instituciones iberoamericanas a partir de la copublicación



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
 Nota: Se presentan las veinticinco instituciones de mayor producción en 2009

Gráfico 30. Cantidad de publicaciones y grado normalizado de instituciones iberoamericanas



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.
 Nota: Se presentan las once instituciones de mayor producción en 2009.

Tabla 3. Publicaciones y grado normalizado de la red institucional

Instituciones	Producción científica	Grado normalizado
CSIC-ES	378	0,72
CONICET-AR	140	0,28
U SAO PAULO-BR	132	0,20
U EST CAMPINAS-BR	99	0,16
U PORTO-PT	72	0,16
U VALENCIA-ES	63	0,16
U POLI VALENCIA-ES	57	0,20
U ZARAGOZA-ES	52	0,04
U SANTIAGO DE COMP-ES	49	0,16
U GRANADA-ES	49	0,20
U MURCIA-ES	48	0,20
U NAC LA PLATA-AR	47	0,24
U CASTILLA LA MANCHA-ES	47	0,32
U LLEIDA-ES	46	0,16
U COMPLUTENSE MADRID-ES	46	0,24
U BARCELONA-ES	46	0,20
U SEVILLA-ES	44	0,32
U CORDOBA-ES	41	0,16
U FED SANTA CATARINA-BR	39	0,12
U NAVARRA-ES	33	0,16
U FED RIO GRANDE DO SUL-BR	33	0,12
U CHILE-CL	33	0,16
U VIGO-ES	32	0,12
IPN-MX	32	0,16
U EXTREMADURA-ES	32	0,16
U BUENOS AIRES-AR	32	0,08

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

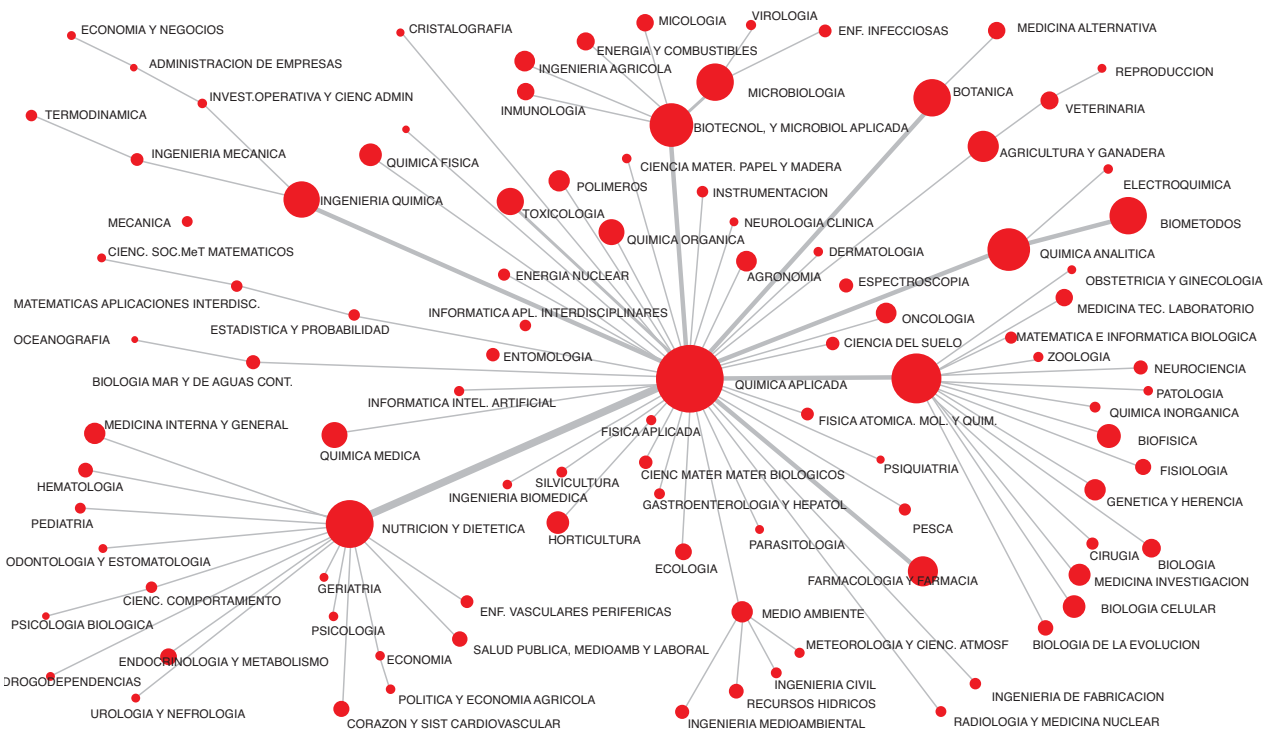
su actividad ha estado vinculada a ambas, es posible construir una red a partir de la citación conjunta de disciplinas en un conjunto de artículos. Esto quiere decir que si, por ejemplo, los autores que producen en ciencia y tecnología de alimentos citan de manera conjunta artículos publicados en revistas dedicadas a la química y a la ingeniería, puede inferirse que se trata de dos disciplinas fuertemente vinculadas en las actividades de investigación en alimentos. Para no ocultar las relaciones más interesantes con vinculaciones generadas por la construcción del *corpus* de datos, se ha quitado del análisis la categoría “Ciencia y tecnología de alimentos”. De este tipo de análisis se ocupa este apartado.

El **Gráfico 31** presenta la red de disciplinas científicas emergente de las cocitaciones para el total de los artículos en ciencia y tecnología de alimentos publicados en Iberoamérica en 2009, que cuenta con 104 disciplinas citadas. El volumen de los nodos permite dimensionar la cantidad de citas recibidas por cada disciplina y la intensidad de los lazos da cuenta de las veces en que esas disciplinas han sido citadas a la vez en los artículos recopilados. Para una mejor visualización y análisis, se ha recurrido una vez más a las técnicas de poda utilizadas en las redes presentadas anteriormente.

Fundamentalmente en términos de la gran cantidad de citas que reciben, pero también, en varios casos, de la fuerte intensidad de las relaciones existentes entre ellas, se destaca especialmente una decena de disciplinas: Química aplicada (1.629 citas), Nutrición y dietética (1.204), Bioquímica y biología molecular (1.051), Química analítica (850), Biotecnología y microbiología aplicada (783), Biométodos (696), Botánica (618), Ingeniería química (575), Microbiología (566), y Farmacología y farmacia (447).

La disciplina con más citas, *Química aplicada*, funciona como núcleo central del entramado general. Ella presenta fuertes relaciones directas con siete de las nueve importantes disciplinas antes mencionadas; en orden decreciente, se trata de: Química Analítica, Nutrición y dietética, Bioquímica y biología molecular, Botánica, Biotecnología y microbiología aplicada (y, a través de ella, con Microbiología), Farmacología y farmacia, e Ingeniería química. A su vez, esta disciplina troncal está vinculada en forma directa con varias áreas de conocimiento más pequeñas: Agricultura y ganadería (y, a través de ella, con Veterinaria y Reproducción), Toxicología, Química médica, Química orgánica, Biofísica, Biología celular, Química física, y Medio ambiente, entre otras.

Gráfico 31. Red de disciplinas emergente de las cocitaciones de los artículos en ciencia y tecnología de alimentos a nivel iberoamericano (2009)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Se destacan, además, tres bloques temáticos que mantienen estrechas relaciones directas con Química aplicada y presentan estructuras fuertemente ramificadas. El primero de esos bloques está liderado por otra importante disciplina antes referida: *Nutrición y dietética*, que mantiene, a su vez, relaciones radiales con otras catorce disciplinas: Medicina interna y general; Salud pública, medioambiental y laboral; Endocrinología y metabolismo; Enfermedades vasculares periféricas; Hematología; Ciencias del comportamiento (y, a través de ella, Psicología biológica); Corazón y sistema cardiovascular; Pediatría; Economía (a su vez relacionada con Política y economía agrícola); Geriátrica; Urología y nefrología; Odontología y estomatología; Psicología; y Drogodependencias; también en orden decreciente de citas recibidas.

Un segundo bloque temático directamente articulado a la disciplina troncal de la producción científica en alimentos de Iberoamérica se organiza alrededor de *Bioquímica y biología molecular*. Esta disciplina articula a otras quince áreas, pero presentando no la estructura apenas ramificada del bloque temático anterior, sino mostrando en su totalidad relaciones radiales con su núcleo. Es el caso, en orden decreciente de citas recibidas, de las áreas: Biofísica; Biología celular; Medicina e investigación; Genética y herencia; Biología; Neurociencias; Medicina y técnicas de laboratorio; Biología de la evolución; Fisiología; Zoología; Química inorgánica y nuclear; Matemática e informática biológica; Patología y Cirugía.

Finalmente, es posible distinguir un tercer bloque temático, más pequeño que los anteriores, directamente vinculado a Química aplicada y articulado alrededor de *Biología y microbiología aplicada*, con vínculos directos e indirectos con siete áreas. En orden decreciente de citas recibidas, ellas son: Microbiología (a su vez conectada con Enfermedades infecciosas y Virología), Inmunología, Ingeniería agrícola, Energía y combustibles, y Micología. A un nivel análogo se sitúa el bloque temático de Química Analítica en cuanto a cantidad de citas recibidas.

Menos articulados al núcleo representado por Química aplicada pero funcionando como generadoras de nuevas ramificaciones a su alrededor, cabe destacar dos disciplinas más:

- Ingeniería química, que se desempeña como la octava área de la región en términos cuantitativos, a su vez está estrechamente vinculada con Ingeniería mecánica (y, a través de ella, con Termodinámica), Mecánica, e Investigación operativa y ciencias de la administración (articulada con Administración de empresas y Economía y negocios); y
- Medio ambiente, subred temática organizada en torno a las disciplinas Recursos hídricos, Ingeniería medioambiental, Meteorología y ciencias atmosféricas, e Ingeniería civil.

Los **Gráficos 32 a 36** presentan las redes temáticas actuales correspondientes a los cinco principales países de Iberoamérica en materia de producción científica en alimentos. En los cinco casos se observan grandes

similitudes con la red emergente para el conjunto regional, tanto en términos de presencia de las disciplinas con más citas en la red iberoamericana, como de la estructura básica de nodos principales e interrelaciones. Sin embargo, y a partir de una comparación analítica más detallada, también es posible identificar algunas particularidades locales que podrían estar mostrando ciertas especializaciones temáticas nacionales. También cabe advertir que en aquellos países con menor volumen de producción científica relativa (Portugal, Argentina y México) algunas asociaciones temáticas entre disciplinas de escaso volumen son el resultado de muy pocas publicaciones, por lo que no serán tenidas en cuenta en el análisis.

En el **Gráfico 32** se muestra la red temática resultante de las citas correspondientes a los artículos españoles en ciencia y tecnología de alimentos en 2009. Es una red compuesta por 98 disciplinas, cuya composición temática y estructura de nodos centrales resultan similares a las observadas en la red emergente para el conjunto de Iberoamérica. Las áreas más importantes en la red española concentran cada una, además, aproximadamente la mitad de las citas que reciben sus homólogas para el total iberoamericano, aspecto que reafirma nuevamente el peso relativo de este país en la producción científica en el campo de los alimentos.

Como pequeñas diferencias entre la red de España y la del total de Iberoamérica, cabe señalar que la subred temática organizada en torno al área de Nutrición y dietética supera levemente al conjunto iberoamericano en cantidad de disciplinas articuladas (19 en lugar de 16). Al interior de ella, incluso, se observa que la sub-disciplina Política y economía agrícola presenta numerosas ramificaciones, vinculándose no sólo con Economía como en la red emergente para el total de la región, sino con Psicología y otras tres áreas que en Iberoamérica en su conjunto aparecían conectadas entre sí pero ligadas a Ingeniería química: Economía y negocios, Administración de empresas, e Investigación operativa y ciencias de la administración. Asimismo, Nutrición y dietética está relacionada en la producción científica española en el campo de los alimentos con las áreas de Medicina e investigación y de Gastroenterología y hepatología (que aparecían vinculadas a Bioquímica y biología molecular y a Química aplicada, respectivamente, en el conjunto iberoamericano).

El **Gráfico 33** presenta la red de disciplinas elaborada a partir de las citas realizadas por los artículos brasileños en ciencia y tecnología de alimentos publicados en 2009. En este caso, se observa una red temática compleja y fuertemente diversificada, compuesta por 103 disciplinas y cuya estructura básica presenta similitudes generales con la del total iberoamericano pero refleja además interesantes diferencias que podrían estar mostrando especializaciones temáticas locales.

La primera de esas diferencias es que la subred temática conformada alrededor de Bioquímica y biología molecular muestra en Brasil un desarrollo significativamente mayor

Las únicas divergencias que merecen atención son la articulación que presenta Medicina e investigación con el área de Nutrición y dietética (diferenciándose del conjunto iberoamericano, donde está vinculada al área de Bioquímica y biología molecular), y la emergencia de Química analítica como la tercera disciplina en importancia en la investigación en alimentos de Portugal tanto por el número de citaciones que recibe como por las ramificaciones que presenta. Además de Biométodos, área que ocupa el quinto lugar entre las disciplinas portuguesas y muestra fuertes lazos con Química analítica (a quien conecta, a su vez, con Nanociencia y nanotecnología), esta sub-disciplina de la Química es núcleo aglutinador de trabajos de investigación científica en alimentos ligados al Medio ambiente (área relacionada a su vez con Ingeniería medioambiental y Recursos hídricos), a las Neurociencias y a otras cuatro áreas más pequeñas.

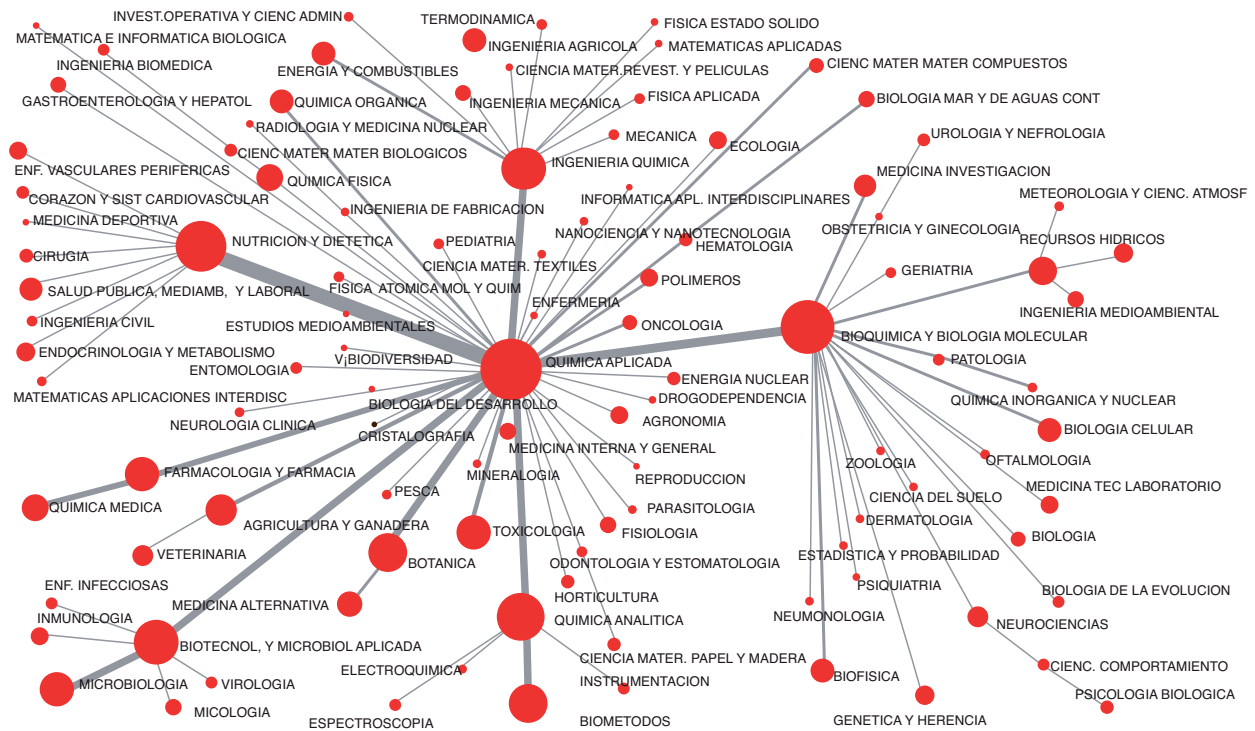
El **Gráfico 35** muestra la red de disciplinas emergente de las cocitaciones realizadas por los artículos argentinos en ciencia y tecnología de alimentos en 2009. Su tamaño, en términos de la cantidad de nodos presentes, es prácticamente igual al de la red correspondiente al total iberoamericano, recuperándose 98 disciplinas citadas de

autores pertenecientes a este país (las mismas que para España, el país líder en la región).

Sin embargo, su estructura reticular es notablemente diferente a la del conjunto de Iberoamérica. Si bien las conexiones más fuertes se producen entre varias de las disciplinas de mayor peso, en orden decreciente para la red argentina: Química aplicada, Bioquímica y biología molecular, Nutrición y dietética, Biotecnología y microbiología aplicada, Microbiología, Ingeniería química y Química analítica; las principales divergencias se encuentran en la posición que ocupan algunas de esas áreas y en la mayor ramificación relativa de algunas disciplinas y sub-disciplinas científicas.

Se destaca especialmente la emergencia de un bloque temático fuertemente ramificado, conformado por 34 disciplinas (la mayor sub-red observada en este campo) y articulado en torno a tres sub-núcleos: Biotecnología y microbiología aplicada (a su vez aglutinador de 9 áreas pequeñas entre las que se destacan Genética y herencia, Energía y combustibles, e Ingeniería agrícola), Microbiología (responsable de vínculos con 14 áreas también pequeñas como Inmunología; Medicina interna y general; Salud

Gráfico 33. Red de disciplinas emergente de las cocitaciones de los artículos brasileños en ciencia y tecnología de alimentos (2009)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

pública, medioambiental y laboral; y Veterinaria), y Agricultura y ganadería (relacionada con otras 8 áreas emergentes en este campo, como Gastroenterología y hepatología, Virología y otras).

Para concluir con esta sección, en el **Gráfico 36** se presenta la red de disciplinas científicas construida a partir de las cocitaciones para los artículos publicados en el campo de los alimentos por investigadores mexicanos en 2009, compuesta por 93 disciplinas y con una estructura básica, aunque menos ramificada, bastante parecida en términos generales a la del total iberoamericano especialmente en cuanto a las disciplinas y sub-disciplinas que articula.

Un par de diferencias con ella puede, no obstante, marcarse. La primera, que el bloque temático articulado alrededor de Bioquímica y biología molecular aglutina a otras 18 áreas (entre las que se destacan Biofísica, Biología celular, y Genética y herencia) y presenta una ramificación novedosa en la temática en torno al área de Medicina e investigación, relacionada con 8 disciplinas y sub-disciplinas de pequeño tamaño. Finalmente, una segunda diferencia a señalar está dada por los vínculos de Agricultura y ganadería (directamente relacionada con Química aplicada) con otras 8 áreas pequeñas, entre las que se destacan Veterinaria, Ciencia del suelo, Recursos hídricos e Ingeniería de fabricación (a su vez articulada con Ciencias del comportamiento y Zoología).

Como resultado del análisis efectuado puede destacarse la existencia de Nutrición y Dietética, junto a Bioquímica y Biología Molecular como los dos bloques temáticos más importantes en cada uno de los países estudiados. Otros tres bloques temáticos: Biotecnología y Microbiología, Ingeniería Química y Química Analítica se observan asimismo en la práctica totalidad de los países estudiados a un segundo nivel de importancia. Todos estos bloques a su vez están relacionados con la necesidad de avances en áreas tecnológicas estratégicas del sector agroindustrial como alimentación y salud, trazabilidad y seguridad alimentaria, nuevos productos y procesos, biotecnología, envasado y conservación de productos frescos y elaborados, gestión ambiental; así como con otras áreas tecnológicas estratégicas relacionadas con organización de empresas, comercialización, marketing y logística.

4. DESARROLLO TECNOLÓGICO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

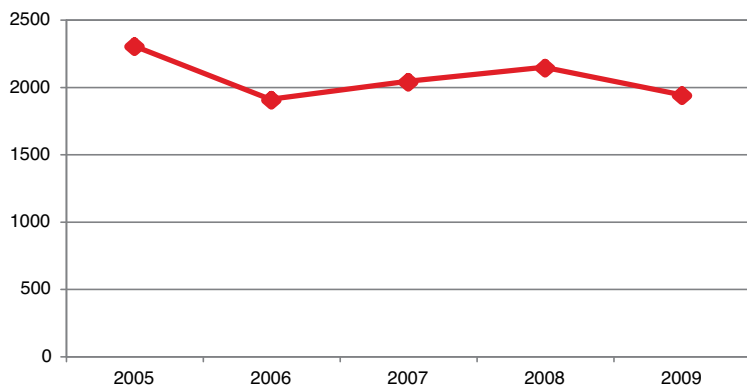
Mientras que las publicaciones ofrecen un panorama detallado de los patrones y tendencias en investigación en el campo de la ciencia y tecnología de alimentos, las patentes de invención posibilitan un análisis equivalente enfocado en el desarrollo tecnológico. Estos documentos, permiten seguir con un profundo nivel de detalle la evolución de las actividades orientadas a la creación de nuevos productos y procesos.

Gráfico 34. Red de disciplinas emergente de las cocitaciones de los artículos portugueses en ciencia y tecnología de alimentos (2009)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SCI-WOS.

Gráfico 37. Evolución del número de patentes concedidas en ciencia y tecnología de alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

sostenida tendencia decreciente, alcanzando hacia 2009 una caída del 29% con respecto al primer año de la serie.

El segundo puesto lo ocupa Japón que, con 2.060 títulos y representando el 20% de las patentes del mundo en alimentos, sigue un comportamiento prácticamente idéntico al del patentamiento mundial, aunque mostrando una fuerte caída en 2009. Las cinco mejores posiciones del mundo en el desarrollo tecnológico en esta temática se completan con Holanda, Alemania e Inglaterra, los dos primeros aunque son países que no se encontraban entre los líderes en publicaciones y que reúnen, cada uno de los tres, un volumen de patentes obtenidas notoriamente menores al de Estados Unidos (alrededor del 9% del total de registros mundiales durante el período de referencia). Holanda, además, muestra una evolución bastante diferente a la del total mundial, ya que si bien registra un descenso el primer año del período analizado, luego muestra una moderada pero sostenida tendencia creciente y es el único país entre los cinco principales a nivel internacional que cuenta con saldo positivo hacia 2009 (7%).

Resulta llamativo también que España, China e Italia ocupen, respectivamente, los puestos 13, 14 y 11 en las patentes del campo de la ciencia y la tecnología de los alimentos, muy lejos de las posiciones líderes que desempeñan en el ranking de publicaciones.

El **Gráfico 41** permite observar el patentamiento en ciencia y tecnología de alimentos de los cinco principales países iberoamericanos en esta materia durante 2005-2009. Se trata de

prácticamente los mismos países que los que concentran la mayor producción científica en este campo para los mismos años, con algunas diferencias. Por un lado, aparece Chile, que no se encontraba entre los cinco países iberoamericanos con mayor producción científica en alimentos, desplazando a Argentina y ocupando el quinto lugar; por otro lado, Portugal y México cambian sus posiciones, ocupando México el tercer lugar y Portugal el cuarto dentro de los cinco países con mayor número de patentes en ciencia y tecnología de alimentos de la región iberoamericana.

El desempeño de España se destaca nuevamente por concentrar la mayoría (56,1%) de las patentes iberoamericanas en alimentos y su crecimiento sostenido en todo el período, ascendiendo de 41 títulos en 2005 a 47 registros en 2009. En el segundo lugar se encuentra Brasil, mostrando una evolución creciente hasta el año 2008 (cuando alcanza un aumento del 55% con respecto a 2005) y, posteriormente, un fuerte descenso que lo lleva a caer al tercer puesto de la región en 2009 y sumar la misma cantidad de patentes que hacia el primer año de la serie. El tercer lugar en materia de patentes en alimentos lo ocupa México, que en 2009 pasa a ocupar el segundo lugar gracias a su crecimiento del 55% respecto de 2005. Portugal y Chile ocupan el cuarto y quinto puesto de Iberoamérica, aunque con un volumen relativamente bajo de patentes como para establecer tendencias durante el período 2005-2009.

En el **Gráfico 42** se observa la participación acumulada de cada país iberoamericano en el conjunto de las patentes de invención en ciencia y tecnología de alimentos de la región durante 2005-2009. España sobresale notoriamente por su gran volumen de títulos registrados, con 233 patentes. Brasil ocupa el segundo puesto con 70 títulos. En tercer lugar se ubica México, que registra 63 patentes. Portugal, en el cuarto lugar, presenta 14 títulos y Chile, en el quinto, con 12 patentes en alimentos. A esos cinco países iberoamericanos siguen, en orden decreciente, Argentina, con 9 patentes; Colombia, con 6; Ecuador, con 5; Costa Rica, Panamá y Perú con 3; Cuba y Uruguay con 2 títulos, y Honduras y Venezuela con 1 registro cada uno. El panorama, en resumen, es el de una presencia muy limitada de los países iberoamericanos, con las solas excepciones de los europeos España y Portugal y de los latinoamericanos Brasil y México. Esto muestra una trayectoria común a la mayor parte de los países latinoamericanos, en los que el sector privado (principal actor en el

registro de patentes de invención) no resulta demasiado dinámico en las actividades de I+D que pueden dar como resultado títulos de propiedad industrial.

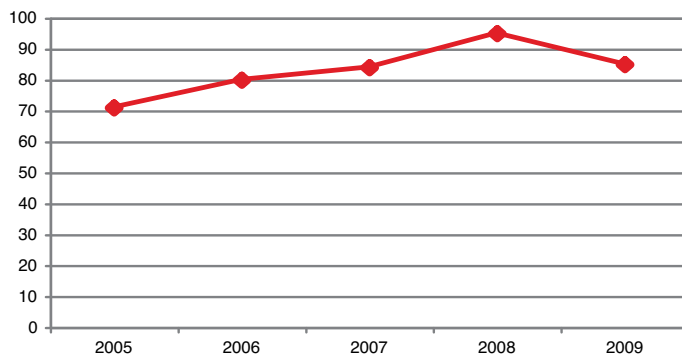
Los documentos de patente, además de los datos correspondientes a los titulares de cada invención -quienes tienen todos los derechos de explotación o licenciamiento- cuentan con información sobre el o los inventores que participaron de su concepción, aunque sólo se trata de un reconocimiento al trabajo intelectual, sin derechos de propiedad sobre el invento en cuestión. Este dato informa acerca de la actividad desempeñada por los tecnólogos de cada país en el campo temático que se estudie, aunque dando cuenta de la nacionalidad y no del lugar de trabajo fuera de su país de origen.

Si se observa la participación de los inventores de cada país en el conjunto de las patentes otorgadas, entre los países más activos en el mundo en el campo de los alimentos, la posición alcanzada no presenta grandes variaciones con respecto al ranking de los titulares, manteniéndose Estados Unidos y Japón en los dos primeros puestos y con una proporción de patentes publicadas con inventores de su nacionalidad casi idéntica a la de los titulares. Esta información se presenta en el **Gráfico 43**, incluyendo además la relación de posiciones correspondiente a los quince países del mundo con mayor presencia entre los inventores en este campo temático.

Sin embargo, cabe precisar algunas diferencias. Primero, se destacan los casos de Alemania y Holanda, que intercambiaron posiciones con el ranking de los titulares, pasando a ubicar Alemania el tercer lugar y Holanda el cuarto entre los inventores. Segundo, sobresale Francia, que ocupaba el séptimo lugar en el ranking de los titulares y asciende al quinto puesto entre los inventores (en desmedro de Inglaterra, quinto país entre los titulares y que entre los inventores pasa a ocupar la sexta posición). Tercero, cabe señalar que ninguno de estos cuatro países (Alemania, Holanda, Francia e Inglaterra) figuraban entre los de mayor producción científica en alimentos.

En Iberoamérica puede observarse que los principales países en materia de inventores de las patentes en alimentos resultan prácticamente los mismos que concentraban la mayor cantidad de titularidades (**Gráfico 44**). Sin embargo, hay algunas muy pequeñas diferencias que cabe apuntar: Panamá y Uruguay, en los puestos 10 y 13 del ranking de titulares aunque sólo con 3 y 2 títulos

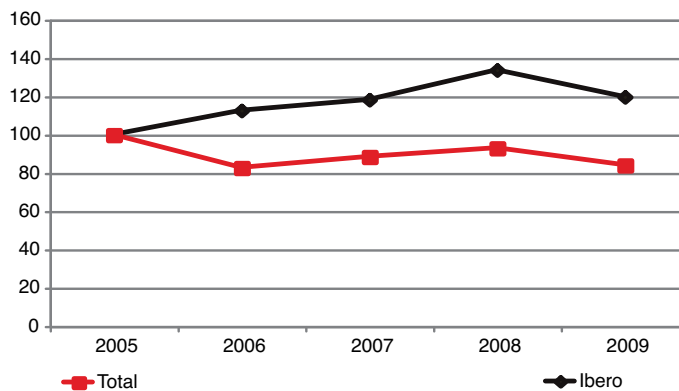
Gráfico 38. Evolución del número de patentes concedidas a titulares iberoamericanos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

70

Gráfico 39. Patentes ciencia y tecnología y total de titulares iberoamericanos



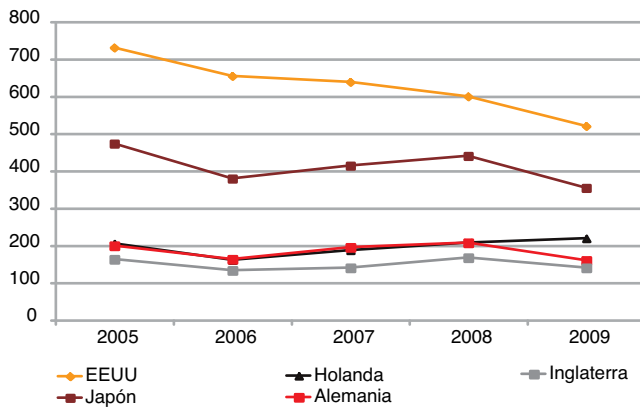
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

respectivamente, no cuentan con inventores de esa nacionalidad. Si bien se trata de números muy reducidos, tiene cierto interés notar que las empresas panameñas y uruguayas en este terreno están basando el desarrollo de sus nuevos productos en la relación con técnicos o investigadores extranjeros.

Por otra parte, Perú, Cuba, Honduras y Venezuela, aunque con muy pocas patentes que no permiten establecer tendencia alguna, ascienden uno o dos puestos cada uno en materia de títulos con inventores de sus países con respecto a las posiciones ocupadas en la titularidad.

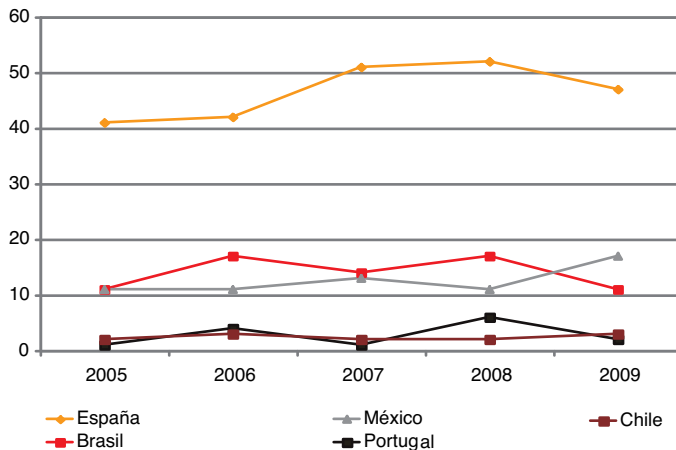
El **Gráfico 45** muestra la relación entre la titularidad y la participación de inventores en patentes de ciencia y tecnología de alimentos de los países iberoamericanos que tienen más de cinco registros durante 2005-2009. Según los países, esa relación puede tener que ver con dos aspectos bien diferentes: por un lado, las características de sus sistemas de desarrollo tecnológico e innovación, que pueden ser más o menos propensos al patentamiento; por el otro, la proyección internacional de sus investigadores, que puede llevarlos a puestos de trabajo en empresas multinacionales con una fuerte tendencia a patentar sus desarrollos. En ambos casos, la relación puede expresarse como el número de patentes con inventores de un país, sobre la cantidad de patentes con inventores locales.

Gráfico 40. Patentes de los principales países del mundo según su titular



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

Gráfico 41. Patentes de los principales países iberoamericanos según su titular



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

Como puede observarse, se presenta una relación muy equitativa entre la participación de los inventores y la titularidad de las patentes en alimentos para la amplia mayoría de los países con desarrollo tecnológico en este campo en Iberoamérica (con 1,00 o valores muy próximos). Sin embargo, en Portugal, que es uno de los principales países de la región en esta materia, la relación es negativa (0,79), lo que implica que sus empresas están utilizando la labor de extranjeros para el desarrollo de nuevos productos. También Ecuador, aunque con un volumen de patentes mucho menor, presenta una relación negativa (0,6) que podría deberse a que no posee gran masa crítica en materia de ciencia y tecnología de alimentos en el país.

En líneas generales se observa una muy escasa relación entre los investigadores e ingenieros de los países iberoamericanos con empresas internacionales. Mientras que la relación entre titularidad y participación de inventores en ciencia y tecnología de alimentos se mantiene cercana a 1 en casi

todos los casos, en disciplinas como la nanotecnología o la biotecnología se pueden observar patrones muy diferentes.

El caso más llamativo en ese sentido es el de Argentina. Mientras que presenta una relación de 1 a 1 en las patentes en el sector de alimentos, en nanotecnología se puede observar la presencia de 12 argentinos como inventores por cada patente de su titularidad, mientras que en biotecnología esa relación asciende a 10.

4.2. Principales titulares de patentes en ciencia y tecnología de alimentos

A nivel mundial, la titularidad de las patentes en el campo de la ciencia y la tecnología de alimentos está centrada en torno a grandes empresas multinacionales. En los diez primeros lugares en cuanto a volumen de patentamiento, entre 2005 y 2009, se ubican todas empresas de este tipo, sin la presencia de ninguna institución del sector académico o de centros de investigación y desarrollo.

El **Gráfico 46** presenta el número acumulado de registros publicados bajo su titularidad de los diez agentes más frecuentes a nivel mundial. El principal titular a nivel mundial es la empresa Unilever, que acumula un total de 321 documentos, que equivalen al 3,1% del total de registros asentados en la WIPO en el periodo bajo análisis en este informe.

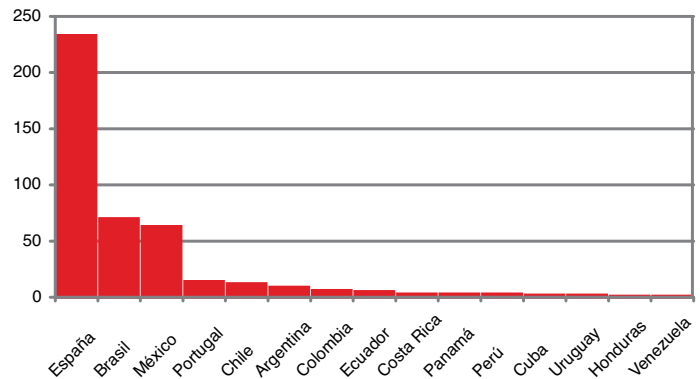
72

Con un volumen muy similar, aparece a continuación la empresa Nestec. Esta alcanza un total de 285 patentes bajo su titularidad, equivalentes a un 2,8% del total mundial. El tercer lugar lo ocupa la empresa DSM, aunque aparece con un nivel sensiblemente menor. Esta empresa, con 162 registros, representa el 1,6% del total de patentes publicadas en la WIPO en esta temática.

En el ámbito iberoamericano, el panorama es diferente en diversos sentidos. En primer lugar, el peso de España en la titularidad de patentes es abrumador. Si se consideran los titulares de al menos cinco patentes en ciencia y tecnología de alimentos entre 2005 y 2009 (**Gráfico 47**), lo que incluye a catorce titulares diferentes, trece de ellos son españoles. El único de otra nacionalidad es mexicano, y cuenta con sólo cinco registros a su nombre.

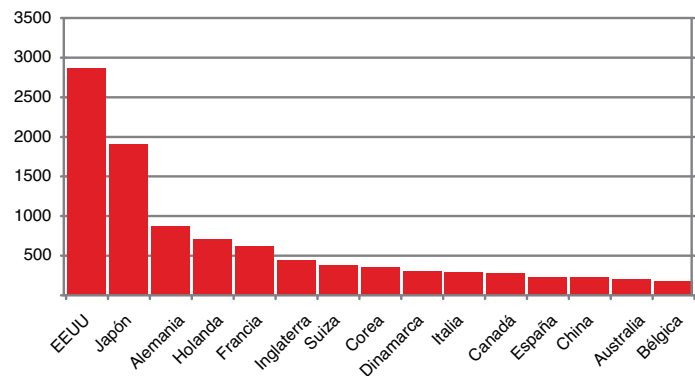
El segundo punto interesante es la presencia del CSIC español como máximo titular de patentes. En el periodo analizado, el CSIC alcanzó un total de 26 registros, equivalentes al 6,3% del total iberoamericano y a un 11% del total de los registros de titularidad

Gráfico 42. Patentes de los países iberoamericanos según su titular



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Acumulado 2005-2009.

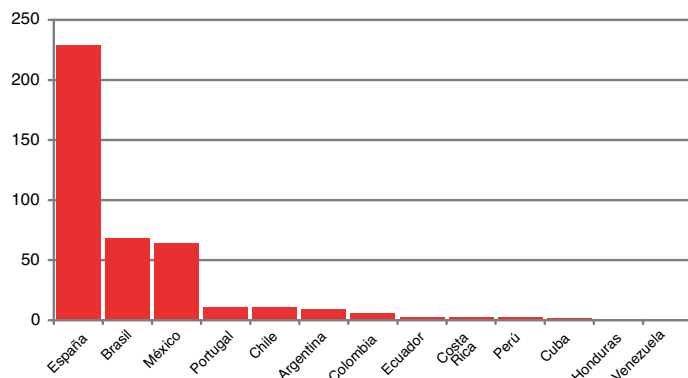
Gráfico 43. Patentes en ciencia y tecnología de alimentos según país del inventor



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Acumulado 2005-2009.

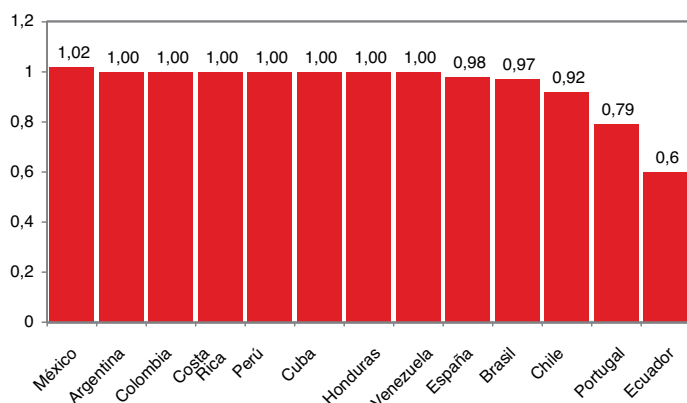
española. A diferencia del panorama observado a nivel mundial, el liderazgo iberoamericano en patentes en ciencia y tecnología de alimentos lo detenta una institución de investigación y del sector público, dando cuenta de un débil entramado empresarial en la región, incluso en el país más desarrollado de Iberoamérica.

Gráfico 44. Patentes en alimentos según país iberoamericano del inventor



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Acumulado 2005-2009.

Gráfico 45. Relación entre titularidad y participación de inventores



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Se incluyen sólo aquellos países con más de 5 patentes. Acumulado 2005-2009.

El tercer y cuarto lugar regional en cuanto a la titularidad de patentes en esta temática está ocupado por empresas españolas, aunque ambas cuentan con menos de la mitad de las patentes que posee el CSIC. Se trata de Natraceutical -una empresa de base biotecnológica centrada en la generación de productos alimenticios y para la salud- y Metalquimia, empresa dedicada a la construcción de líneas de producción para el sector de la carne.

El último punto a destacar es que entre los catorce mayores titulares a nivel iberoamericano, diez son personas físicas. Se trata, sin embargo, de un fenómeno muy llamativo, en la medida en que muchos de ellos tienen cinco patentes obtenidas en el período: un promedio de una patente por año. En algunos casos, esto puede ser parte de una estrategia empresarial sobre propiedad intelectual. Por ejemplo, siete patentes publicadas en este periodo figuran bajo la titularidad de Narcis Lagares Corominas, uno de los fundadores de la empresa española Metalquimia. Sin embargo, en otros casos puede evidenciar nuevamente una debilidad del sector empresarial en la región. Si no se cuenta con capacidad adecuada para la producción y comercialización, la titularidad de patentes por parte de personas físicas puede poner en duda la explotación industrial del invento registrado.

4.3. Los campos de aplicación de la ciencia y tecnología de alimentos

Con el objeto de dar cuenta de los campos de aplicación tecnológica de las patentes recopiladas en este estudio, se pueden utilizar los códigos internacionales de clasificación de patentes (IPC). Se trata de una clasificación de carácter jerárquico y que tiene una profundidad de hasta seis dígitos, por lo que la información puede manejarse a niveles de desagregación variables.

En el **Gráfico 48** se presenta la evolución de los cinco principales códigos IPC a tres dígitos del total mundial de patentes en ciencia y tecnología de alimentos registrado para 2005-2009 en la base de datos del convenio PCT. Dado que una misma patente puede poseer varios códigos IPC, muchas veces estos códigos se superponen; este

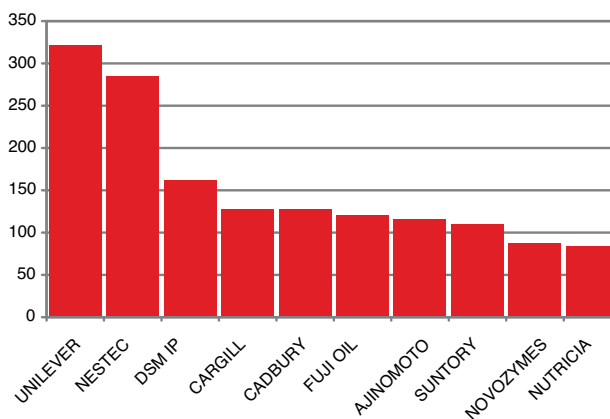
análisis se realiza sobre la base de la consideración de todos los códigos IPC en los que cada una de las patentes estudiadas ha sido técnicamente clasificada, para más adelante exponer las redes temáticas conformadas por tales interrelaciones.

Considerando el volumen acumulado para el período, en orden decreciente los principales campos de aplicación de las patentes de invención en alimentos son: *Alimentos o productos alimenticios y su tratamiento* (A23, con 8.897 registros); *Ciencias médicas o veterinarias* (A61, con 2.733), *Cocción en horno* (A21, con 987 patentes relativas, entre otros aspectos, al equipamiento para la preparación o el tratamiento de masas para cocción en horno), *Bioquímica* (C12, con 930 títulos de propiedad industrial dedicados a cerveza; bebidas alcohólicas; vino; vinagre; microbiología; enzimología; y técnicas de mutación o de genética), *Química orgánica* (C07, con 649); y *Carnicería* (A22, con 511 registros referidos al tratamiento de la carne, las aves o el pescado).

Todos los campos de aplicación dominantes en el mundo en materia de desarrollo tecnológico en alimentos registran, durante los años analizados aunque con algunos matices entre ellos, una tendencia decreciente que va de una mengua del 11% en el caso de Alimentos (el campo líder a nivel internacional), a un descenso del 66% en el caso de Carnicería (en el sexto lugar), con una fuerte caída hacia el año 2006 y una posterior pero leve recuperación hacia mediados del período considerado fundamentalmente en los casos de Alimentos, Ciencias médicas o veterinarias y Química orgánica.

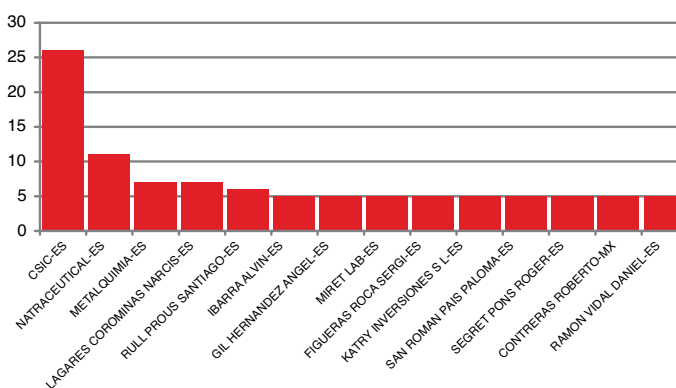
En Iberoamérica y considerando nuevamente el volumen acumulado para el período, como muestra el **Gráfico 49** los cinco primeros campos de clasificación de las patentes en alimentos son los mismos que los observados para el total mundial aunque con leves diferencias de ordenamiento. Los dos primeros puestos son equivalentes a los del total mundial: *Alimentos* (A23, con 371 registros) y *Ciencias médicas o veterinarias* (A61, con 90 patentes). En tercer lugar aparece *Bioquímica* (C12, con 38 registros), cuarto campo de aplicación en el total mundial. *Química orgánica* (C07, con 29 títulos) asciende del sexto al cuarto lugar y *Cocción en horno* (A21, con 27 patentes) pasa del tercer puesto en el total mundial al quinto en el contexto iberoamericano. Finalmente, en el sexto lugar (al igual que para el total mundial) aparece *Carnicería* (A22, con 25 registros).

Gráfico 46. Patentes por titular



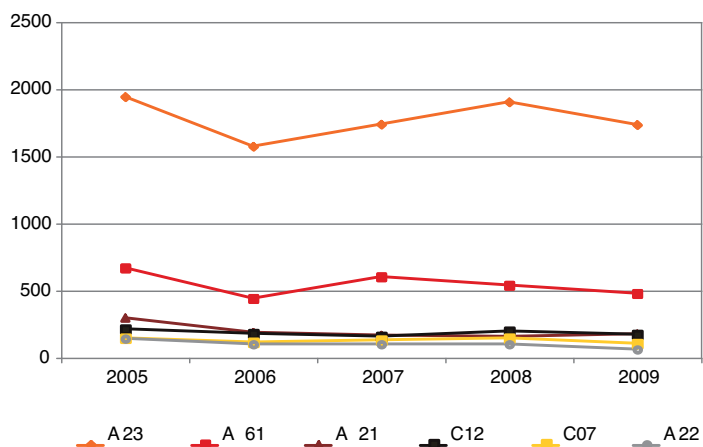
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Acumulado 2005-2009.

Gráfico 47. Patentes por titular iberoamericano



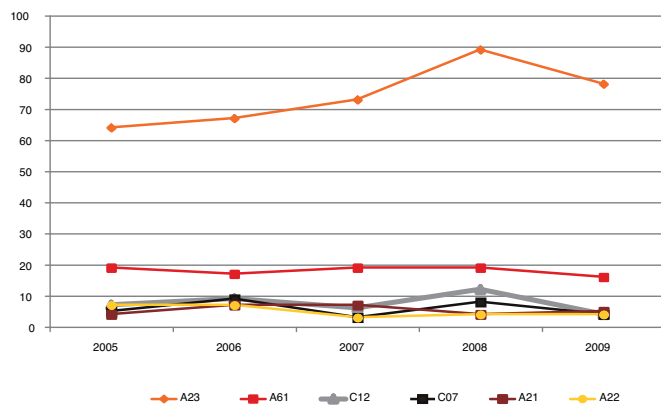
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Acumulado 2005-2009.

Gráfico 48. Principales códigos IPC (3 dígitos) en total de patentes en alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

Gráfico 49. Principales códigos IPC (3 dígitos) en Iberoamérica en alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

La evolución de los cinco principales campos de aplicación de las patentes en alimentos iberoamericanos es, sin embargo, levemente diferente que la de sus pares del total mundial. En el caso de Alimentos, líder mundial e iberoamericano en los títulos de propiedad industrial referidos a ciencia y tecnología de alimentos, se observa una constante tendencia creciente a lo largo del período, con un pico de ascenso que alcanza el 39% en el año 2008 para luego descender quince puntos porcentuales en 2009. Evidentemente, este código de clasificación resulta sumamente amplio, por lo que su contenido será desagregado más adelante en este informe.

Cocción en horno, el quinto campo de aplicación en alimentos en importancia para Iberoamérica, presenta el mayor crecimiento sostenido del grupo durante los años 2006 y 2007, para luego caer a los valores de 2005 hacia 2008 pero recuperándose inmediatamente en 2009. Los años 2006 y 2008 muestran crecimientos significativos para los campos de Bioquímica (29% y 71%, respectivamente) y Química orgánica (80% y 60%, respectivamente), aunque en 2009 presentan fuertes descensos en sus registros.

En el **Gráfico 50** se presenta la composición comparada de los campos de aplicación a tres dígitos de Iberoamérica como conjunto y de los principales países de la región en materia de desarrollo tecnológico en alimentos durante 2005-2009. A este nivel de desagregación se observa una especialización tecnológica bastante homogénea en cuanto a los campos de clasificación implicados (con la sola excepción de Chile, que no cuenta con patentes clasificadas con el código A21, Cocción en horno). Cabe destacar, de todas maneras, algunos pequeños matices en cuanto al peso que tienen los principales campos de aplicación en cada país iberoamericano considerado.

El código de clasificación A23 (Alimentos o productos alimenticios) concentra dos terceras partes o más de las patentes en ciencia y tecnología de alimentos de Iberoamérica como región (64%), de España (62%), de Brasil (74%), de México (73%) y de Chile (65%). En el caso de Portugal, en cambio, este campo de aplicación representa sólo el 36% de las patentes, si bien es el campo más importante en ese país. El campo A61 (Ciencias médicas o veterinarias) sólo tiene una presencia superior a la media iberoamericana (16%) en Chile (18%), igual o cercana a la región en su conjunto en España, Portugal (ambos con 16%) y Brasil

(14%), e inferior en el caso de México (9%).

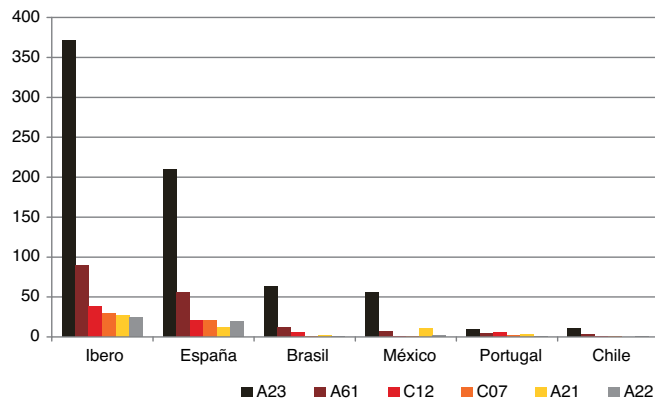
El código C12 (Bioquímica) concentra más de tres veces el valor de la media iberoamericana (7%) en el caso de Portugal (24%), mientras que el código A21 (Cocción en horno) supera el doble del patrón registrado para el conjunto regional (5%) en los casos de México (12%) y Portugal (13%), a diferencia de Chile que no registra patentes en este campo.

Para obtener perfiles de especialización más detallados, se ha analizado la producción tecnológica de la región iberoamericana y de los principales países utilizando la clasificación IPC a cuatro dígitos. Esa información se presenta en los **Gráficos 51 a 54**.

En el **Gráfico 51** se pueden observar los principales campos de aplicación a cuatro dígitos de patentes iberoamericanas en ciencia y tecnología de alimentos correspondientes al período 2005-2009. Se destacan muy especialmente cinco temáticas: *Alimentos, productos alimenticios o bebidas no alcohólicas; su preparación o tratamiento; y preservación de alimentos o productos alimenticios en general* (A23L, que suma 216 registros de propiedad industrial y concentra el 50% de las patentes iberoamericanas); *Preparaciones para propósitos médicos, dentales o higiénicos* (A61K, con 82 registros y equivalente al 20% aproximadamente); *Alimentos para animales* (A23K, con 55 títulos y representando el 12% de las patentes); *Conservación de carne, pescado, huevos, frutas, verduras, semillas comestibles; maduración química de frutas y verduras; productos conservados, madurados o enlatados* (A23B, con 45 registros); y finalmente *Leche y productos lácteos; sustitutos de la leche o el queso y su fabricación* (A23C, con 43 patentes), los dos últimos campos con el 10% de las patentes iberoamericanas.

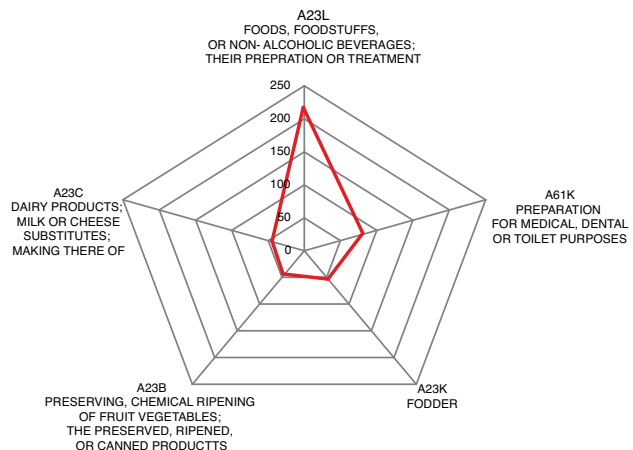
En España y Brasil, durante el mismo período, se observa una especialización temática muy similar a la iberoamericana en la clasificación de IPCs a 4 dígitos (**Gráficos 52 y 53**), tanto a nivel de los campos de aplicación presentes en sus patentes en alimentos como a sus posiciones relativas. La única diferencia que presentan es con respecto al campo A23C (*Productos lácteos*), que no está presente en ninguno de ambos países. En España, en cambio, entre los cinco principales campos de aplicación figura -y en el tercer puesto- A23G (referido a *Cacao y chocolate, productos alimenticios de confitería y helado*), concentrando el 10% de

Gráfico 50. Especialización tecnológica a partir de códigos IPC (3 dígitos) en alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Acumulado 2005-2009.

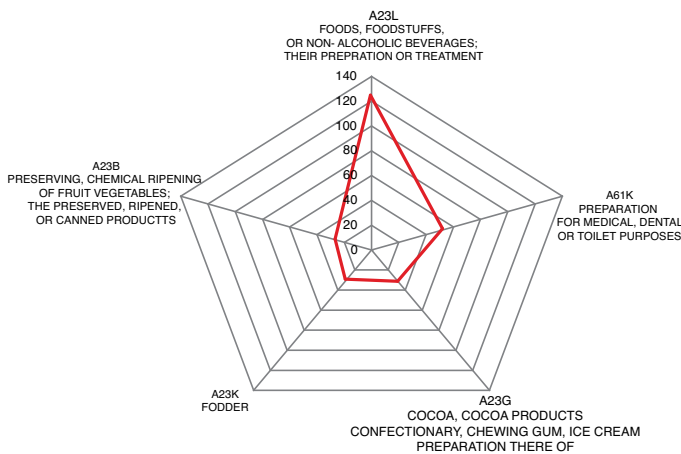
Gráfico 51. Especialización tecnológica iberoamericana (IPC a 4 dígitos)



Nota: Acumulado 2005-2009.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.

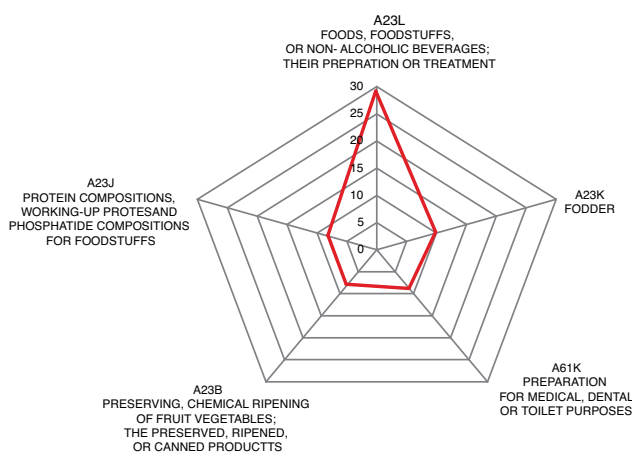
las patentes españolas. En el caso de Brasil, en el quinto lugar aparece el campo A23J (*Composiciones a base de proteínas y fosfátidos para la alimentación*), equivalente al 13% de las patentes registradas por ese país latinoamericano.

Gráfico 52. Especialización tecnológica española (IPC a 4 dígitos)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Acumulado 2005-2009.

Gráfico 53. Especialización tecnológica brasileña (IPC a 4 dígitos)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Acumulado 2005-2009.

México también presenta una composición de campos de aplicación a cuatro dígitos de patentes similar a la iberoamericana (**Gráfico 54**). Sólo cabe señalar que en este país el campo A61K presente en Iberoamérica en el segundo lugar es reemplazado por A21D (*Tratamiento de la harina o de la masa, productos de panadería y su conservación*), también en el segundo lugar y reuniendo el 13% de las patentes del país.

Una perspectiva complementaria a la descripción de los ámbitos de clasificación presentes en las patentes del campo de la ciencia y la tecnología de los alimentos, integrado por diferentes campos de aplicación que se relacionan entre sí, puede ofrecerla la proporcionada por las herramientas de análisis de conglomerados. Este tipo de herramientas puede ofrecer un panorama detallado de la trama básica de la especialización tecnológica mundial e iberoamericana presente en el *corpus* de las patentes en alimentos, en tanto permite clasificarlas en grupos o conglomerados (*clusters* según la denominación en inglés). Una fuente de gran calidad y pertinencia para ello son justamente los códigos IPC a cuatro dígitos. Los agrupamientos de patentes emergentes en función de la coocurrencia de dos o más códigos IPC (a cuatro dígitos) en las patentes pertenecientes a este campo y existentes a nivel mundial e iberoamericano para el período 2005-2009, pueden observarse en los **Gráficos 55 y 56** respectivamente.

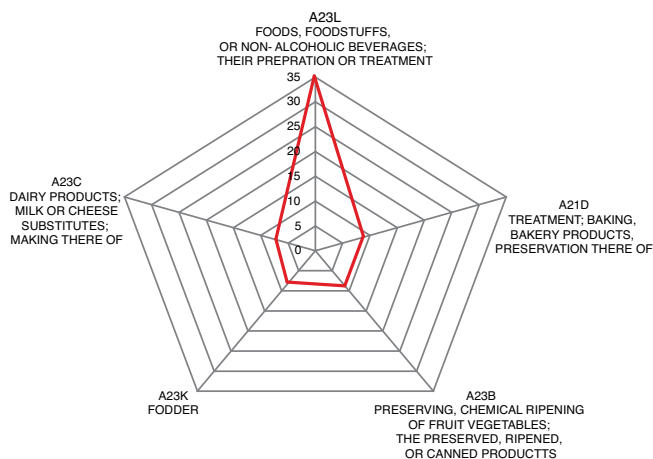
El volumen de los nodos representa la cantidad de patentes asignadas a cada código IPC y la intensidad de los lazos entre ellos da cuenta de las veces en que esos códigos coocurren en las patentes recuperadas. Los conglomerados están señalados por una línea que engloba a una serie de códigos en áreas de diferentes colores. Con fines analíticos, cada uno de los conglomerados emergentes fue identificado con un nombre que ofrece una idea general sobre los campos de aplicación que contiene. Al igual que en algunas redes de publicaciones anteriormente presentadas, para una mejor visualización y análisis en este caso también se ha decidido “podar” los vínculos menores, dejando sólo la estructura básica de las agrupaciones.

Los *clusters* de campos de aplicación emergentes de la aplicación de las técnicas

mencionadas a las patentes del total mundial en ciencia y tecnología de alimentos (**Gráfico 55**) son siete y se encuentran fuertemente articulados entre sí, observándose además una gran diferencia de magnitud entre los códigos IPC agrupados en el conglomerado central y el resto.

El principal *cluster* observado abarca el conjunto de patentes referidas a **Procesamiento y preservación de alimentos en general**. Queda conformado a partir de las interrelaciones entre los códigos IPC (en orden decreciente de número de patentes contabilizadas para cada uno de ellos) A23L (*Alimentos, productos alimenticios o bebidas no alcohólicas; su preparación o tratamiento; y preservación de alimentos o productos alimenticios en general*), A61K (*Preparaciones para propósitos médicos, dentales o higiénicos*), A61P (*Actividad*

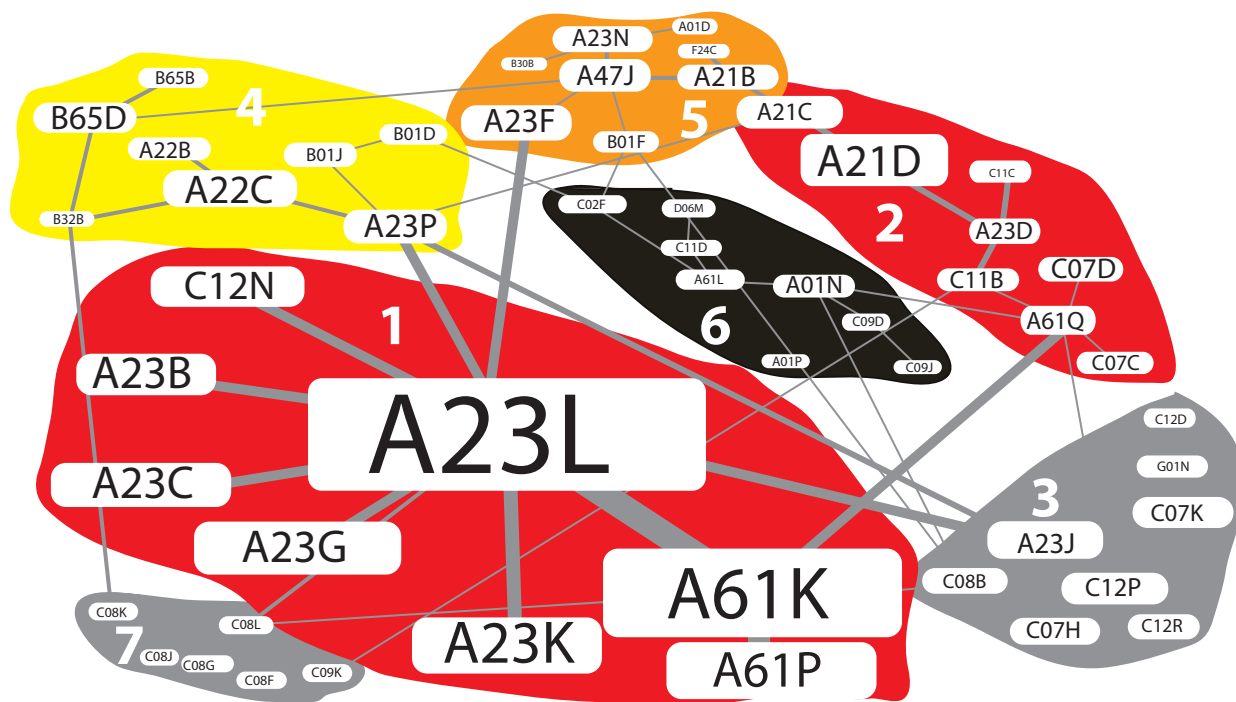
Gráfico 54. Especialización tecnológica mexicana (IPC a 4 dígitos)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Acumulado 2005-2009.

Gráfico 55. Mapa de códigos IPC (4 dígitos) en total de patentes en ciencia y tecnología de alimentos

78



Cluster	Descripción
1	Procesamiento y preservación de alimentos en general
2	Producción de cereales y oleaginosas
3	Microbiología y toxicología de los alimentos
4	Procesamiento y envasado de carnes
5	Procesamiento de bebidas y equipamiento para el tratamiento de alimentos
6	Protección ambiental e higiene industrial
7	Química de los alimentos

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Acumulado 2005-2009.

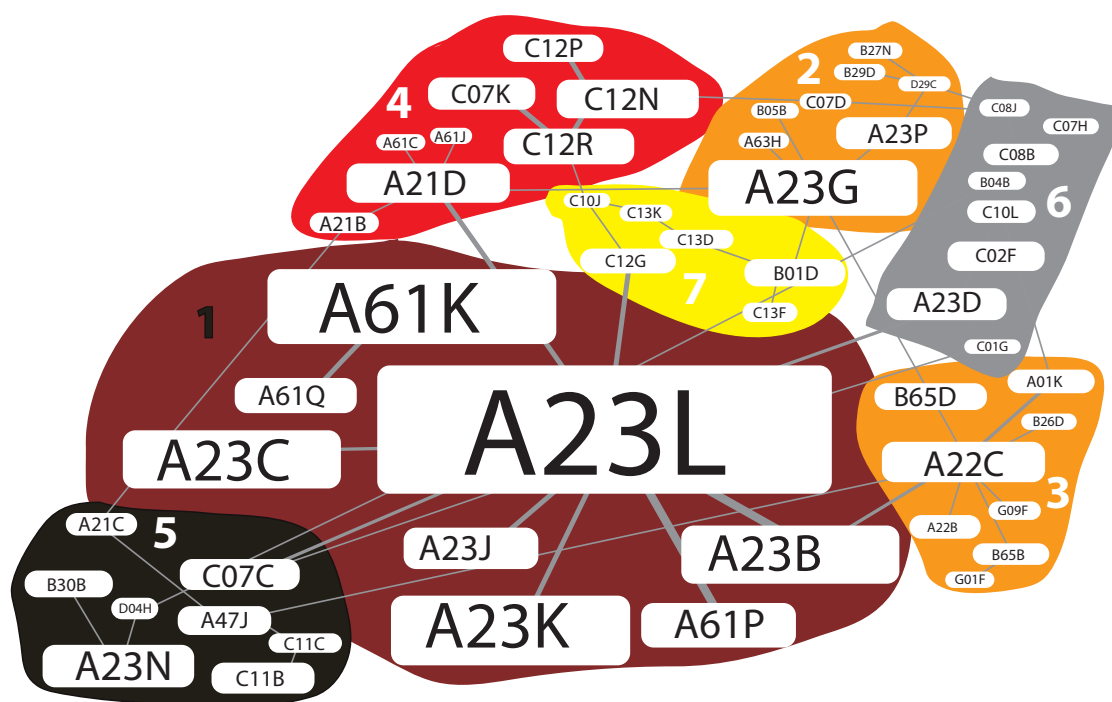
terapéutica de compuestos químicos o preparaciones médicas), A23K (Alimentos para animales), A23G (Cacao y chocolate, productos alimenticios de confitería y helado), A23C (Leche y productos lácteos; sustitutos de la leche o el queso y su fabricación), C12N (Propagación, preservación o mantenimiento de microorganismos, mutación o ingeniería genética) y A23B (Conservación de carne, pescado, huevos, frutas, verduras, semillas comestibles; maduración química de frutas y verduras; productos conservados, madurados o enlatados).

Un segundo conglomerado de campos de aplicación de las patentes mundiales en ciencia y tecnología de alimentos es el de **Producción de cereales y oleaginosas**, compuesto por los IPC A21D (Tratamiento de la harina o de la masa, productos de panadería y su conservación), A23D (Aceites comestibles o grasas), A61Q (Uso de cosméticos o preparaciones similares para higiene personal), A21C (Máquinas o equipos para el tratamiento de la masa y manipulación de productos cocidos hechos de masa), C07D (Compuestos heterocíclicos), C07C (Compuestos acíclicos o

carbocíclicos), C11B (Producción, refinamiento o conservación de grasas, aceites esenciales o perfumes) y C11C (Ácidos grasos, aceites o ceras; o velas, grasas, aceites o ácidos grasos obtenidos por modificación química).

Un tercer cluster de campos de aplicación de las patentes mundiales en ciencia y tecnología de alimentos es el de **Microbiología y toxicología de los alimentos**, emergente de las articulaciones entre los IPC A23J (Composiciones a base de proteínas y fosfátidos para la alimentación), C12P (Procesos de fermentación o utilización de enzimas para sintetizar un compuesto o una composición deseada o separar isómeros ópticos a partir de una mezcla racémica), C07K (Péptidos), C08B (Polisacáridos y sus derivados), C07H (Azúcares y sus derivados; nucleósidos; nucleótidos; ácidos nucleicos, ADN o ARN relativos a la ingeniería genética), G01N (Investigación o análisis de materiales incluyendo determinaciones de sus propiedades químicas o físicas), C12R (Sistemas de indexación asociados con

Gráfico 56. Mapa de códigos IPC (4 dígitos) en patentes iberoamericanas en ciencia y tecnología de alimentos



Cluster	Descripción
1	Procesamiento y preservación de alimentos en general
2	Tecnología del cacao y chocolate
3	Producción y procesamiento de carnes
4	Preservación y toxicología de cereales
5	Equipamiento para el tratamiento de alimentos
6	Producción de oleaginosas y toxicología de los alimentos
7	Producción de bebidas

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de WIPO.
Nota: Acumulado 2005-2009.

microorganismos) y C12Q (Procesos de medición o testeo que incluyen enzimas o microorganismos).

Un cuarto conglomerado de patentes registradas en el campo de la ciencia y la tecnología de los alimentos es el de **Procesamiento y envasado de carnes**, compuesto por los campos de aplicación A22C (Procesamiento de carne, aves o pescado), A23P (Trabajo con productos alimenticios), B65D (Contenedores para el almacenamiento o el transporte de artículos o materiales), B01J (Procesos químicos o físicos y sus aparatos), A22B (Carnicería), B01D (Separación), B65B (Máquinas, aparatos o procedimientos de embalaje y desembalaje) y B32B (Productos escalonados).

Un quinto *cluster* de campos de aplicación de las patentes del total mundial en alimentos es el dedicado fundamentalmente a **Procesamiento de bebidas y equipamiento para el tratamiento de alimentos**, conformado preponderantemente por los campos de aplicación A23F (Café, té y sustitutos; su fabricación, preparación o infusión), A47J (Material de cocina; molinillos de café y especias; aparatos para preparar las bebidas), A21B (Hornos de panadería, máquinas o equipos para hornear) y A23N (Máquinas o aparatos para el tratamiento de las cosechas de frutas, legumbres, o bulbos de flores a granel, hortalizas de descamación o frutas al por mayor; aparatos para la preparación de alimentos para animales) y, complementariamente dado su menor volumen de patentes, por los IPC F24C (Otras estufas domésticas u hornos de aplicación general), B30B (Prensas en general), y A01D (Cosecha).

Un sexto conglomerado, aunque mucho más pequeño que los anteriores, está relacionado con temas de **Protección ambiental e higiene industrial**. Se trata principalmente de desarrollos agrupados bajo el código A01N (Conservación de personas, animales o plantas, o sus partes; biocidas como desinfectantes, plaguicidas o herbicidas; reguladores del crecimiento vegetal). Otros dos códigos son importantes dentro de este *cluster*: se trata del A61L (Métodos o aparatos para esterilizar materiales) y C02F (Tratamiento de aguas).

Finalmente, el séptimo y último *cluster*, más pequeño aún que el anterior, remite a **Química de los alimentos**, que abarca la producción de desarrollos interconectados con el conjunto relativo al procesamiento y preservación de alimentos en general y clasificados bajo los códigos C08L (Composiciones de compuestos macromoleculares), C09K (Materiales para aplicaciones no previstos en otro lugar), C08K (Uso de compuestos inorgánicos o sustancias inorgánicas macromoleculares como ingredientes compuestos), C08J (Procesos generales de composición de compuestos orgánicos macromoleculares), C08F (Compuestos macromoleculares obtenidos por reacciones) y C08G (Compuestos macromoleculares obtenidos de otra forma).

A nivel iberoamericano (**Gráfico 56**) el mapa resultante del análisis de la coocurrencia de códigos de clasificación de las patentes en ciencia y tecnología de alimentos presenta, a una escala y nivel de complejidad mucho

menor, un perfil de especialización bastante similar, aunque con algunas particularidades que cabe señalar.

El principal *cluster* emergente observado, al igual que en el total mundial, es el de **Procesamiento y preservación de alimentos en general**, conformado (en orden decreciente de número de títulos de propiedad industrial contabilizados) por los códigos IPC A23L (Alimentos, productos alimenticios o bebidas no alcohólicas; su preparación o tratamiento; y preservación de alimentos o productos alimenticios en general), A61K (Preparaciones para propósitos médicos, dentales o higiénicos), A23K (Alimentos para animales), A23B (Conservación de carne, pescado, huevos, frutas, verduras, semillas comestibles; maduración química de frutas y verduras; productos conservados, madurados o enlatados), A23C (Leche y productos lácteos; sustitutos de la leche o el queso y su fabricación) y A61P (Actividad terapéutica de compuestos químicos o preparaciones médicas), todos ellos presentes en el conglomerado idéntico a nivel mundial, más los códigos A23J (Composiciones a base de proteínas y fosfátidos para la alimentación) -presente en el conglomerado Microbiología y toxicología de los alimentos del entramado mundial- y A61Q (Uso de cosméticos o preparaciones similares para higiene personal) -presente en el *cluster* sobre Producción de cereales y oleaginosas a nivel mundial-.

El resto de los conglomerados reúnen códigos de clasificación de una presencia mucho menor a los del conjunto principal, presentando una gran variedad de aplicaciones de la ciencia y la tecnología de los alimentos en ramas variadas de la industria.

El segundo conglomerado temático emergente en Iberoamérica, y específico de la región, es el de **Tecnología del cacao y chocolate**, configurado fundamentalmente por los campos de aplicación industrial A23G (Cacao y chocolate, productos alimenticios de confitería y helado) y A23P (Trabajo con productos alimenticios).

El tercer *cluster* que puede identificarse a nivel regional es el de Producción y procesamiento de carnes, integrado básicamente por los campos de aplicación A22C (Procesamiento de carne, aves o pescado), B65D (Contenedores para el almacenamiento o el transporte de artículos o materiales) y A01K (Cría de animales; cuidado de aves, peces, insectos, pesca; nuevas razas de animales). Es precisamente este último código, no presente en el mapa mundial, el que le imprime un sello particular a este conjunto temático articulado en torno al desarrollo tecnológico del sector cárnico en Iberoamérica. En detrimento de ello, el tratamiento de aspectos relativos al diseño de procesos de conservación y envasado presente en el total mundial no aparece en el conglomerado regional de las patentes asociadas a las carnes.

El cuarto conglomerado temático emergente y con características específicas en la región es el de **Preservación y toxicología de cereales**. Está conformado fundamentalmente por los campos de

aplicación A21D (*Tratamiento de la harina o de la masa, productos de panadería y su conservación*), C12N (*Propagación, preservación o mantenimiento de microorganismos, mutación o ingeniería genética*), C12P (*Procesos de fermentación o utilización de enzimas para sintetizar un compuesto o una composición deseada o separar isómeros ópticos a partir de una mezcla racémica*), C07K (*Péptidos*) y C12R (*Sistemas de indexación asociados con microorganismos*).

El quinto *cluster* está focalizado en el **Equipamiento para el tratamiento de alimentos**, integrado primordialmente en el caso iberoamericano por las interrelaciones entre los campos de aplicación A23N (*Máquinas o aparatos para el tratamiento de las cosechas de frutas, legumbres, o bulbos de flores a granel, hortalizas de descamación o frutas al por mayor; aparatos para la preparación de alimentos para animales*), C07C (*Compuestos acíclicos o carbocíclicos*), A47J (*Material de cocina; molinillos de café y especias; aparatos para preparar las bebidas*), C11B (*Producción, refinamiento o conservación de grasas, aceites esenciales o perfumes*) y B30B (*Prensas en general*).

Finalmente, el sexto y el séptimo conglomerado, aunque a partir de muy pocas patentes de invención, están dedicados a la **Producción de oleaginosas y toxicología de los alimentos** y a la **Producción de bebidas**. El primero, fundamentalmente compuesto por los códigos A23D (*Aceites comestibles o grasas*), C02F (*Tratamiento de aguas*) y C10L (*Combustibles no previstos en otros lugares; gas licuado de petróleo; uso de aditivos para combustibles*). El segundo, por B01D (*Separación*), C12G (*Vino y otras bebidas alcohólicas, su preparación*) y C13D (*Producción o purificación de jugos y productos azucarados*).

CONCLUSIONES

El progreso social y económico, así como la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, están sustentados en cierta medida en el proceso de generación y transferencia del conocimiento y en su posterior reutilización como base para el desarrollo tecnológico y de innovación. Esa relación se hace más directa que nunca en campos de gran impacto social como la ciencia y la tecnología de alimentos.

Para alcanzar ese impacto, no es suficiente un buen nivel de producción científica sino que ese conocimiento debe transformarse en motor de innovación y de desarrollo tecnológico. Es significativo que una de las diferencias existentes entre los países tecnológicamente desarrollados, como Estados Unidos y Japón, y otros con un nivel inferior de desarrollo, entre los que podemos situar a España, Brasil o México, radica en que la inversión privada en I+D resulta muy inferior en el segundo grupo de países respecto al primero. Otra diferencia que debe considerarse es el tipo de demandas alimentarias de las poblaciones con diferente grado de desarrollo. En América Latina, en muchos casos, la demanda de alimentos en general y de alimentos nutritivos en particular, es mayoritaria; en tanto que en los

países más desarrollados se requieren alimentos de mejor calidad con nuevas aptitudes, desde la nutrición hasta sus efectos sobre la salud pasando por el aspecto sensorial.

En Iberoamérica, las diferencias en el desarrollo de la investigación, vista a través de publicaciones científicas, con respecto al desarrollo tecnológico y en particular a su transferencia al sector productivo, como se ha visto en el estudio de las patentes industriales, aparecen como un claro obstáculo a superar. Incrementar la inversión no solo pública, sino también privada, sumado a cambios políticos y económicos redundará en la mejora de la calidad de vida de todos los individuos. En este contexto, el progreso técnico constituye uno de los factores de relevancia sobre el crecimiento económico a largo plazo.

El sector agroalimentario ocupa un lugar clave en el desarrollo iberoamericano. Por un lado, por su peso en las economías regionales y, por el otro, por la importancia clave del acceso a la alimentación para el desarrollo social. Actualmente existen desequilibrios marcados entre diferentes zonas geográficas que no han alcanzado el mismo grado de desarrollo, desequilibrios que deben ir modificándose en el tiempo con la contribución de la investigación, la innovación y la transferencia tecnológica.

Si bien en la actualidad existe una coyuntura favorable para la región en cuanto a la exportación de alimentos a los países más desarrollados, el mantenimiento de la competitividad deberá sustentarse en el futuro cada vez más en el aumento del grado de innovación y desarrollo tecnológico, la incorporación de mejores normas de calidad y de gestión y comercialización de los productos agroalimentarios. La producción científica, generadora de nuevos conocimientos y su transferencia al sector público y privado, como apoyo a la innovación productiva, se vuelve un reto clave.

La colaboración en I+D pasa así a ser un aspecto relevante para lograr la internacionalización y la competitividad de la producción científica y como forma de disponer de suficiente capital humano y capital tecnológico que sustente el desarrollo regional. En este sentido, resultaría muy valioso avanzar en un espacio común de investigación, aumentando el número de investigadores, incorporando significativamente equipamiento de última generación y atrayendo investigadores de alta calidad en entornos que favorezcan el rendimiento y la productividad científica a fin de fortalecer las capacidades científico tecnológicas de los respectivos países y sus mecanismos de transferencia hacia el tejido productivo, mecanismos que también deben ser agilizados y promovidos.

Más allá de eso, la ciencia y tecnología de alimentos tiene frente a sí enormes desafíos relacionados con problemáticas como los cambios ambientales, la utilización de la energía o los nuevos problemas de la salud. Estos desafíos deben enfrentarse desde un profundo conocimiento básico y un alto grado de desarrollo e innovación que contribuyan a la generación y utilización de fuentes alimenticias alternativas, desarrollo

de equipos de capital de última generación y creación de nuevos productos y procesos.

Si bien a lo largo de este informe se ha podido observar la importancia relativa y el crecimiento de la investigación en temas relacionados con esas problemáticas, el poder contribuir a la resolución de estos desafíos depende en gran medida de políticas de estado. Para ello, el crecimiento y desarrollo de la base científica en la región, así como la conformación de equipos multidisciplinarios y su articulación con el sector productivo aparecen como algunos de los principales desafíos a enfrentar.

Iberoamérica tiene ante sí la posibilidad de convertirse en una de las fuentes más importantes de generación de nuevos alimentos, basada particularmente en su biodiversidad animal y vegetal, siendo imperiosos los esfuerzos necesarios para impulsar desarrollos tecnológicos a nivel local. En ese sentido, es preciso intensificar la relación entre quienes producen y quienes aplican el conocimiento para propiciar, ante todo, su generación y transferencia, así como el desarrollo profesional cualificado. La competencia existente a nivel global requiere la formalización de nuevas y más fuertes alianzas en el marco de la I+D en ciencia y tecnología de alimentos.

Los países iberoamericanos tienen ante sí un gran desafío en este terreno. Por un lado, cuentan con ciertas ventajas comparativas, relacionadas con sus características climáticas y geográficas. Por el otro, el acceso a la alimentación es una problemática no resulta en buena parte de sus sociedades. La articulación de esas ventajas con sus necesidades estructurales es un problema central para la región, en el cual los aportes de un espacio iberoamericano de conocimiento pueden ser de gran valor.

2.2 LOS PROBLEMAS DE MEDIR INNOVACIÓN EN LAS ACTIVIDADES PRIMARIAS: DILEMA A RESOLVER EN LOS PAÍSES DE LA REGIÓN

El presente informe ha sido elaborado a pedido de la RICYT por un equipo coordinado por el Mg. Guillermo Anlló (Oficina de CEPAL, Buenos Aires) e integrado por el Lic. Roberto Bisang (Oficina de CEPAL, Buenos Aires), Valeria Berardi (Universidad Austral Rosario, Argentina), Analía Erbes (Universidad Nacional de General Sarmiento-CONICET) y Lilia Stubrin (UNU-MERIT).

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo parte de la importancia de la innovación en las actividades de base biológica, entendiendo por tales, a los fines de este estudio, a la producción primaria agropecuaria. Asimismo, considera las transformaciones que se han producido en los últimos años en el contexto productivo de estas actividades, lo cual ha conducido a importantes modificaciones en los procesos productivos y en las formas de organización y de comercialización, y a la emergencia de productos alimenticios en una cantidad y calidad desconocidos hasta el momento.

En este marco, se propone dos objetivos principales. En primer lugar, presentar una primera aproximación a las limitaciones existentes a partir de los instrumentos actuales para la medición de la innovación en las actividades agropecuarias. En segundo lugar, identificar, a partir de relevamientos realizados por distintas instituciones, algunos elementos relevantes que deberían, a juicio de los autores, ser considerados para dar cuenta de las especificidades de la dinámica de innovación en este tipo de producciones.

Para ello, en la próxima sección se presentan las principales transformaciones ocurridas en los últimos años, tanto en la producción como en la comercialización de los productos derivados de actividades agropecuarias. En particular, se tomarán en cuenta los cambios ocurridos en el escenario tecnológico de estas actividades y en la lógica de integración de las mismas en cadenas de valor, destacando la incidencia de todos estos procesos en los

países de la región. Seguidamente, se realizará una breve revisión histórica de la evolución del concepto y medición de la innovación en general -haciendo mención a los hitos que marcaron los manuales de la familia Frascati- y en particular para el sector agropecuario, procurando aportar elementos para la reflexión de cómo captar el fenómeno. Luego, se presentarán los principales bloques de indicadores tradicionalmente utilizados para dar cuenta de la dinámica de los procesos innovativos en la industria manufacturera, y se discutirá la pertinencia de los mismos para analizar los procesos de innovación en la agricultura y la ganadería a partir de la recopilación de los avances realizados hasta el momento en materia de medición de procesos de innovación en las actividades agropecuarias. Para ello, se partirá del análisis de lo estipulado por los distintos manuales de innovación, las evidencias observadas en el análisis del proceso de innovación del sector agropecuario y los varios formularios de encuestas aplicadas a nivel nacional y provincial en Argentina, con el objetivo de indagar sobre las características, dinámica y requerimientos del nuevo sector agropecuario.

1. UN NUEVO PARADIGMA TECNOLÓGICO PARA LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

1.1. Transformaciones de los mercados globales de insumos y bienes finales de base biológica

En las últimas décadas, en el marco de un creciente procesos de globalización e integración regional, el mundo ha evidenciado importantes transformaciones en el diseño, producción, intercambio y consumo de bienes y servicios, lo cual tendió a cambiar la forma de inserción de

los países en la economía mundial. Estos procesos fueron acompañados por cambios en la organización de la producción, en las características de los agentes económicos que dinamizan las actividades productivas y, más lentamente, en las formas de regulación e instituciones, configurando lo que parece ser una nueva etapa de desarrollo económico.

Diversos autores inscriben estos cambios en el marco del surgimiento de un nuevo paradigma tecnológico caracterizado por el uso de las denominadas tecnologías de la información y la comunicación y de las técnicas biotecnológicas (Freeman y Pérez, 1984; CEPAL, 2009; Pérez, 2009). El período actual parece ser un momento de transición entre un viejo y un nuevo paradigma, en una suerte de recreación del concepto schumpeteriano de “destrucción creadora”: mientras que una parte antigua y consolidada del aparato productivo es puesta en cuestión, la otra, de reciente data y con nuevos agentes económicos, goza de un claro dinamismo (Schumpeter, 1942).

Todo fenómeno de este tipo trae consigo cambios y nuevos desafíos. En particular, la difusión del nuevo paradigma redefine el valor de los diversos activos, los límites sectoriales y los equilibrios, al mismo tiempo que abre la posibilidad a una nueva forma de inserción en la economía mundial. En el caso de los países en desarrollo con ventajas en la dotación de recursos naturales -como en gran parte de la Región- el paradigma en ciernes plantea oportunidades a partir de la generación, adopción, adaptación y difusión de las nuevas tecnologías en las actividades asociadas a “insumos de base biológica”¹. Bajo este nuevo paradigma, la referencia a “lo primario” alude a un conjunto de insumos de base biológica que pueden ser destinados a diversos usos y que están crecientemente relacionados con varias industrias -entre ellas, los alimentos, los biocombustibles y las biofábricas-

Estos novedades también suponen importantes cambios en la concepción de las actividades relacionadas con el uso de la tierra, las cuales, tradicionalmente, fueron consideradas producciones poco dinámicas y con escaso -o insuficiente- efecto multiplicador sobre el resto de la economía. Tanto en lo tecnológico, como en lo productivo, su evolución fue asociada preponderantemente a los vaivenes climáticos y a la incorporación adicional de recursos. En ese marco, la producción agropecuaria y de alimentos eran prácticamente sinónimos (dado que los productos agropecuarios eran exclusivamente destinados a la producción de alimentos) y compartiendo el calificativo de “lo primario”.

En la actualidad, la irrupción del nuevo paradigma tecnológico se produce en simultáneo con un mayor dinamismo de la demanda por productos agropecuarios los que, a su vez, ya no son solamente utilizados como insumos para alimentos, sino que también sirven de insumos para otras producciones. Este proceso de

demanda creciente por la producción de origen biológico a lo largo de las últimas décadas se debe principalmente a:

a) el **desarrollo de economías** de tamaño considerable, con tasas de crecimiento e ingresos crecientes -China, India, algunos países africanos y de Europa del Este-, en base a ello, han impulsado variaciones en los niveles y la composición de sus **consumos alimentarios**. A medida que crecen sus ingresos, tienden a pasar de un sistema alimentario relativamente elemental, basado en proteínas verdes (soja, verduras, etc.), a otro centrado en proteínas rojas y/o blancas (carnes y lácteos) y de mayor elaboración (dentro y/o fuera del hogar), calidad y diferenciación (carnes de marca, vinos finos, frutas frescas);

b) las **nuevas demandas** masivas derivadas de los intentos por establecer **matrices energéticas** que contengan un componente creciente de combustibles provenientes de **fuentes renovables** (Rothkopf, 2008). Ello implica que una amplia gama de cereales y oleaginosas se reorienten parcialmente a la producción energética, en el marco de legislaciones que obligan a porcentajes crecientes de mezclas con los combustibles de origen fósil (Cámara Argentina de Energías Renovables, 2009)²;

c) el creciente uso **de la biomasa** -compuestos orgánicos a partir de plantas activadas con bacterias y/o procesos tecnológicos específicos-, destinada a la producción de insumos industriales (bioindustria) que anteriormente provenían del “cracking” del petróleo. Si bien los casos comerciales son aún incipientes, la tendencia señala que, en las próximas décadas, la industria de la química (farmoquímica y química fina) tendrá como sustento a las denominadas biofábricas (animales y/o plantas prediseñadas para operar como transformadores industriales y/o productores de diversas materias primas industriales).

Como era de esperar, el nuevo paradigma tecnológico implica cambios -algunos de ellos radicales- en múltiples aspectos de la producción entre los que se encuentran las tecnologías de producto y proceso, la forma de organización de la producción, las características de los actores involucrados en el proceso productivo, y el funcionamiento y la regulación del mismo. A su vez, estos cambios afectan el intercambio mundial al menos en dos sentidos. Por un lado, factores intangibles como el conocimiento, el dominio de técnicas, la capacidad de innovar y la gestión de la calidad, ganan relevancia frente a la condición de contar con una abundante dotación de recursos naturales. Por el otro, el comercio de estos productos es, en general, un comercio de productos más complejos y con mayor grado de elaboración y/o valor que permite la conformación de demandas segmentadas mediante el desarrollo de ofertas especializadas.

1. En este trabajo, aquellos productos que tradicionalmente se conocen como “primarios” (cereales, oleaginosas y productos de la ganadería, principalmente) y que están ligados casi exclusivamente a la producción de alimentos, se denominan “insumos de base biológica” dados sus múltiples destinos posibles para la transformación industrial.

2. Tanto Estados Unidos -etanol/maíz- como la Unión Europea - biodiesel/oleaginosas- cuentan con legislaciones que estipulan crecientes porcentajes de cortes con combustibles de origen vegetal. Existen alrededor de 40 países que cuentan con legislaciones similares.

1.2. Una forma alternativa de organizar el intercambio: las cadenas globales de valor y las producciones agroalimentarias

Los modelos tradicionales tendían a explicar el comercio de bienes finales a partir de las dotaciones de factores y de tecnologías estáticas. En la actualidad, estas dimensiones se tornan insuficientes para explicar los flujos comerciales de productos intermedios, dada la fragmentación internacional de actividades en contextos marcadamente dinámicos, que inducen a una creciente especialización en etapas productivas y procesos para abastecer a demandas que se tornan universales. En este contexto, cada país busca desarrollar actividades que le permitan especializarse en segmentos de mayor capacidad de acumulación dentro de las cadenas productivas que abarcan desde la producción hasta el consumo final de bienes, configurando un proceso dinámico que, necesariamente, admite múltiples y nuevos patrones de especialización -existen muy pocos países que pueden integrar cadenas completas al interior de su territorio- (Farina y Zylbersztajn, 2003; Gereffi, Humphrey y Sturgeon, 2005; Giuliani, Pietrobelli y Rabellotti, 2005; Bisang y Sztulwark, 2009).

Estos nuevos esquemas de producción e intercambio cuestionan la relevancia analítica de los estudios tradicionales de corte "sectorial" cuya unidad analítica supone un conjunto de agentes independientes, homogéneos, indiferenciados y vinculados exclusivamente a través del sistema de precios. Así, emerge un nuevo enfoque que es el de cadenas globales de valor (CGV), el cual identifica un conjunto de actividades interrelacionadas a través de una estructura de gobernación (crecientemente global) en la que participan una amplia gama de (nuevos y aggiornados) agentes económicos (Gereffi, 1996; Kaplinsky, 2000; Kaplinsky y Morris, 2000).

El concepto implica el análisis de un conjunto de actividades coordinadas, desarrolladas por distintas unidades económicas y en diversos espacios físicos, pero con uno o varios nodos de coordinación (ya sea por inducción y/o control de las diversas formas de capital -físico, financiero, tecnológico-). Esto se traduce en empresas que desverticalizan fases y/o actividades completas de su función de producción, en simultáneo con una ampliación o focalización en las actividades que permanecen bajo su control. La tendencia a desconcentrar físicamente la producción afecta necesariamente la distribución territorial de la actividad económica, lo cual se traduce en una creciente redefinición de la especialización mundial de esas actividades (Dicken, 2003).

En esta estructura de funcionamiento de la economía mundial -que tiene su correlato en la especialización productiva interna-, la acumulación de una sociedad, actividad y/o empresa se asocia fuertemente al "lugar" que ésta ocupa en la red mundial, y a la estructura y dinámica de su funcionamiento. Algunos autores han identificado "nodos" específicos de comando de estas nuevas formas organizacionales a partir de las fuertes asimetrías económicas, financieras, tecnológicas y de información -

entre otras- que habitualmente se verifican entre los agentes económicos. Entre los más estudiados, se señala la relevancia que tienen la oferta (cadenas globalizadas comandadas por oferentes) y/o las redes comerciales (dominadas por el comprador) en las CGV, lo cual define que una buena parte de la renta sea direccionada hacia dichos nodos a través de diversos mecanismos operativos entre los que se encuentran el control de canales comerciales, los mecanismos de premios y castigos, y la creación de barreras a la entrada (Gereffi, 1996; Gereffi, Humphrey y Sturgeon, 2005; Bisang y Sztulwark, 2009).

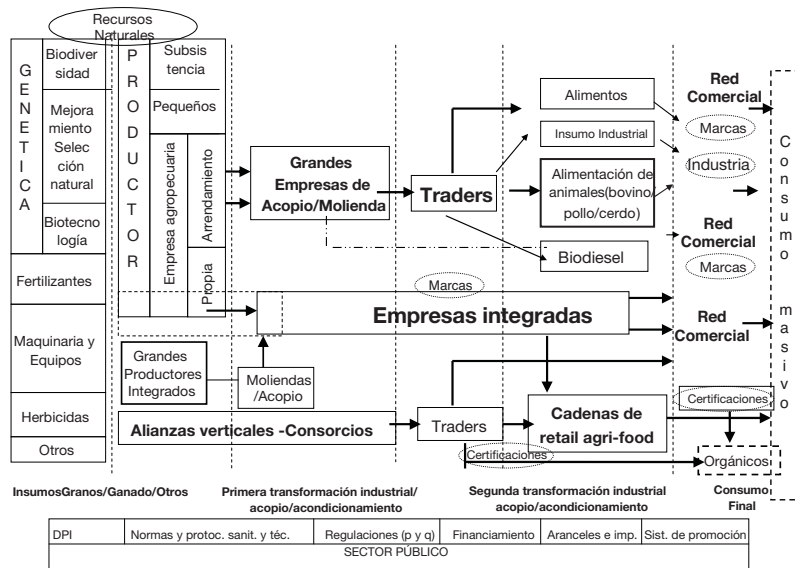
Las especificidades de "lo biológico" agregan características distintivas a esta ya particular forma de organizar la producción. En la medida en que las CGV implican una segmentación geográfica de las actividades y, como consecuencia de ello, la incorporación diferenciada de nuevos agentes económicos/etapas en el flujo del comercio mundial, la ubicación en la CGV redefine las posibilidades nacionales de acumulación. En el nuevo contexto, entonces, no solamente importan las dotaciones de recursos naturales y su posterior explotación, sino también el tipo de especialización adoptado y la inserción en la CGV a partir del mismo. Es decir, el comportamiento y la estrategia innovadora de los agentes pasa a ser determinante.

El **Gráfico 1** presenta, de manera genérica, la nueva estructura de las CGV en agroalimentos, cuya mayor complejidad y especificidad conducen a repensar la estrategia de inserción global de los productores. Su funcionamiento puede describirse como sigue.

La agroindustria -en sentido amplio- utiliza insumos cuya producción está sujeta a tiempos biológicos, no totalmente controlados por el hombre, lo cual define la extensión temporal del ciclo de las actividades primarias y, con ello, las relaciones capital físico fijo/circulante que las caracteriza. Esto hace que, al depender crucialmente de productos de la naturaleza, las agroindustrias presenten un riesgo de producción elevado asociado, entre otras cuestiones, a las variaciones climáticas, el comportamiento de los suelos y enfermedades diversas. Como consecuencia de ello, la calidad del producto final depende de la calidad de la materia prima afectada por innumerables variables que, generalmente, escapan al control del productor. Los insumos naturales, los productos finales y los procesos técnicos tienen una alta variabilidad en sus parámetros técnicos (no hay seres vivos idénticos), con lo cual la definición del producto -el estándar- y las normas de calidad, inocuidad y sanitarias son claves en la determinación del producto que "transita" al interior de la cadena.

Por otro lado, específicamente en alimentos, el consumidor final "forma" su demanda en función de gustos que reflejan aspectos culturales y sociales, con costumbres específicas de cada segmento social y territorial, que no necesariamente responden a parámetros técnicos objetivos, definiendo como precondition inicial el "ajuste" del producto final de la cadena a demandas naturalmente segmentadas. Desde el lado de la oferta, se observa que un aumento de la producción primaria de productos agropecuarios no se

Gráfico 1. Estructura genérica de las cadenas globales de valor en agroalimentos



Fuente: Anlló, Bisang, y Campi (2009)

86

traduce automáticamente en una mayor disponibilidad de alimentos y/o de materia prima industrial, dado que entre éstos y sus consumidores media una larga serie de pasos de transformación industrial, acondicionamiento, concentración, transporte, logística y comercialización. A su vez, la incertidumbre necesariamente conduce a la presencia de una multiplicidad de contratos como forma de cubrir y repartir riesgos, mientras que la alta subjetividad y variabilidad biológica habilitan, además, la presencia de múltiples instancias de certificación de productos y procesos.

En el contexto descrito se producen, al menos, dos reconfiguraciones vinculadas con las etapas de producción industrial incluidas en estas cadenas. Por un lado, cada vez se torna más relevante la existencia de una oferta industrial de insumos para la producción primaria, la cual está dominada por grandes empresas (mayormente de capital multinacional) que se dedican al abastecimiento de genéticas mejoradas, herbicidas e insecticidas, en el marco de nuevos paquetes tecnológicos. Por el otro, la etapa industrial posterior también se reconvierte, generando firmas menos integradas verticalmente, con amplios niveles de subcontratación -especialmente hacia el aprovisionamiento de los productores (la agricultura de contrato) y/o la comercialización- y un creciente uso de nuevas tecnologías, tanto en alimentos, como en biocombustibles y biomateriales³.

3. Entre otras cosas, el nuevo paradigma ha generado cambios en la forma en la que se realiza la investigación, en los tipos de tecnologías que se elaboran y en su forma de difusión. Estos nuevos desarrollos exigen un elevado nivel de conocimientos científicos complejos, así como también importantes inversiones en investigación y desarrollo. Como es de prever, estos factores generaron transformaciones en las empresas que se volvieron dominantes en el nuevo paradigma, las cuales provienen de la química y del sector farmacéutico y se relacionan con semilleros, empresas biotecnológicas, laboratorios y universidades, mediante un proceso de acuerdos, fusiones, adquisiciones y otras estrategias empresariales que posicionan como líderes a un grupo acotado y concentrado de empresas (Bisang, Gutman, Lavarello, Sztulwark y Díaz, 2006).

Por lo tanto, se configura una nueva forma de organización de la producción y el intercambio que tiene una creciente presencia de empresas multinacionales que, estimuladas por los nuevos instrumentos financieros internacionales, desarrollan procesos de fusiones y adquisiciones para posicionarse jerárquicamente en las principales CGV. Estas empresas, si bien tienen su epicentro en la fase industrial, tienden a desverticalizar sus actividades en este ámbito generando redes de proveedores, controlando marcas, canales de distribución y centros de tecnologías, ampliando sus rangos de actividades sobre las restantes etapas (producción, comercialización, etc.). En este contexto, el acceso a las grandes inversiones, las legislaciones sobre derechos de propiedad intelectual, el control de las marcas y la existencia de "barreras a la entrada" de nuevos productores, son claves para captar parte de las rentas generadas a lo largo del proceso.

Por su parte, la interfase industria/consumidor se ve alterada, a su vez, por la masiva irrupción de la gran distribución comercial -que no sólo redefine su operatoria como intermediaria sin adquirir los productos, sino que también induce producciones con marcas propias y producción de terceros-. La así llamada gran distribución, constituida por las cadenas de hipermercados y supermercados globalizados, controla, en la actualidad, (según la región) entre el 40% y el 60% de la comercialización mundial de alimentos. En esta etapa ingresan, además, nuevos agentes económicos tales como las cadenas HORECA (hoteles, restaurantes y catering), destinadas a la elaboración de comidas con diversos grados de serialización -que se convierten en nodos de cierta relevancia en algunos segmentos de mercados particulares- y las empresas de logística, que completan el remozado panorama que va desde la producción inicial al consumo.

Pese a la importancia adquirida por la nueva organización de la producción y el intercambio en el sector agropecuario, es importante destacar que, actualmente, este modelo convive con el esquema previo caracterizado por una mayor segmentación basada en la especialización entre agro, industria y comercio, e integrada por mercados spot.

Una crisis internacional como la reciente es terreno fértil para un nuevo posicionamiento de agentes económicos, la relocalización de actividades y la modificación en los controles de nodos críticos dentro de las redes, como asimismo de revisión y/o consolidación de las CGV. Desde esa perspectiva, cabe indagar acerca del perfil tecnoproductivo de la actividad local y sus compatibilidades y/o incompatibilidades para acoplarse a estas formas de organizaciones globales. En otros términos, el agro local y su posterior derivación industrial, ¿están en condiciones de acoplarse a redes internacionales? ¿Pueden escalar hacia etapas más complejas? La respuesta a estas preguntas se encuentra indefectiblemente atada a la capacidad innovadora del sector, por lo que, dado el peso económico del mismo para los países latinoamericanos, se vuelve perentorio avanzar en la exploración de la misma.

1.3. El modelo de integración productiva en el marco de una red ⁴

Las secciones anteriores han destacado la importancia de diversos cambios estructurales que, en las dos últimas décadas, han conducido al surgimiento y predominio de un modelo de producción de recursos renovables de origen biológico caracterizado por la organización en red, el cual estaría expandiéndose regionalmente -al menos de manera predominante en los países del cono sur-. Si se quiere relevar la actividad innovadora del sector es fundamental comprender la caracterización de los agentes protagonistas de ésta, para saber a quienes hay que interrogar.

En una descripción estilizada y reduccionista, este modelo de organización de la producción presenta los siguientes rasgos generales: i) quien desarrolla las actividades agropecuarias ya no es, necesariamente, quien posee la propiedad de la tierra; ii) existen empresas que coordinan capital financiero, deciden las actividades a desarrollar y contratan tierras y servicios para llevarlas a cabo (las **Empresas de Producción Agropecuaria**); por ende, iii) se desverticalizan las actividades de la otrora Explotación Agropecuaria y cobran mayor presencia los proveedores de servicios e insumos de origen industrial; iv) los intercambios (productivos, comerciales, tecnológicos) se sustentan en base a contratos de arrendamiento temporarios para la realización de actividades; v) la tecnología gana relevancia como sustento de la competitividad, ahora con un fuerte peso exógeno en su suministro; y, finalmente; vi) la demanda por productos

4. Si bien el análisis que se realiza en esta sección se basa, predominantemente, sobre lo observado en la producción agrícola de cereales y oleaginosas -que son los cultivos más extendidos en los países del cono sur-, las características que se describen son semejantes a las que reúnen otras producciones agropecuarias.

(granos, leche, carne, etc.) se traduce tanto en más cantidad, como en calidad y diferenciación. Operar bajo estos lineamientos implica, necesariamente, un nuevo mapa de agentes económicos y nuevos esquemas en términos de especialización productiva, innovaciones constantes, sistemas de relaciones, reparto del riesgo y dinámica conjunta de funcionamiento.

En este modelo, el “productor agropecuario” engloba a varios agentes económicos coordinados a partir de una creciente separación entre los **Propietarios** de la tierra -que ceden el uso de este medio de producción-, las **Empresas de Producción Agropecuaria (EPA)** -que desarrollan la producción coordinando las actividades en base a la posesión del conocimiento-, y un conjunto de proveedores especializados de bienes y servicios. Las EPA, al desarrollar sus actividades con una marcada desverticalización, articulan (“arrastran”) a una gran cantidad de otras prestadoras de servicios (contratistas) y proveedoras de insumos. Todo ello dedicado a una actividad que ha ganado en complejidad técnica y, como tal, requiere de un sistema de **soporte del conocimiento** mucho más complejo que el otrora “saber tácito” del modelo integrado⁵. El conocimiento, ahora, no es exclusivo del productor, sino que es compartido por diferentes agentes económicos de la red.

Lo que distingue a la EPA no es la propiedad de la tierra o el acceso a capital, sino la función de coordinación que desempeña en el nuevo modelo y su posesión del activo estratégico “conocimiento”. Se trata de un agente económico que coordina el uso de tierras (propias o ajenas) y conocimientos con la realización de diversas tareas productivas para desarrollar un conjunto de productos de origen biológico. Para ello, se financia a partir de concentrar capitales monetarios (desde fondos de inversión a acuerdos privados), a la vez que, como toda empresa, busca la forma de minimizar los riesgos mediante seguros -cobertura de precios futuros, seguros contra adversidades climáticas, etc.- y/o la diversificación de la cartera de productos/producciones -produciendo en distintas localizaciones, realizando un mix de cultivos diversos y/o combinando con ganadería y/o lechería-.

En cuanto a su organización, la EPA se caracteriza generalmente por ser una estructura generalmente pequeña pero altamente especializada sobre temas financieros, jurídicos, productivos y tecnológicos, aunque con distintos matices, tamaños y formas de funcionamiento (Barsky y Dávila, 2008; de Martinelli,

5. El modelo de organización productiva que puede denominarse de **integración vertical** o de **producción integrada** -predominante en décadas pasadas y vigente para una parte de la producción actual- se basa en el dominio -vía posesión y/o arrendamiento- del factor clave tierra y en su explotación directa por parte del productor agropecuario. Este modela una estrategia consistente en desarrollar internamente y a riesgo propio la mayor cantidad posible de procesos con equipamiento de su propiedad. El objetivo de esta forma de organización de la producción es, principalmente, incrementar la cantidad producida en base a homogeneizar procedimientos y productos (de forma similar a la producción fordista a nivel industrial) y ganar en economías de escala. A tal fin, tempranamente, los esfuerzos productivos y tecnológicos apuntaron a mecanizar el agro, homogeneizar y subir la productividad de las semillas y estandarizar los procesos productivos (roturaciones, siembra, etc.) con las necesarias adaptaciones a cada zona particular (Anlló, Bisang, Campi, 2010).

2008; Cloquell et al., 2007; Lattuada, 1996; Posada y Martínez de Ibarreta, 1998). Por su parte, desde la perspectiva jurídica, los “formatos” utilizados por estas empresas incluyen sociedades de hecho (relevantes para desarrollos de baja escala o incipientes financiamientos a pequeños pooles de siembra); sociedades comerciales; uniones transitorias de empresas; fondos comunes de inversión y fideicomisos agropecuarios, entre otros. Estos agentes económicos no necesariamente se presentan de forma pura en la producción, fundamentalmente como consecuencia de la elevada variabilidad del modelo en función de los cambios en el entorno económico y regulatorio.

La tecnología que sustenta las actividades de las EPA tiene un componente inicial incorporado en los insumos (maquinaria, semillas, etc.) y otro, complementario, bajo la forma de conocimientos no codificados (como el armado del paquete de insumos óptimos para cada lote de producción) que se van generando internamente y que, a menudo, requiere la incorporación de profesionales. A medida que crece la complejidad productiva, comienza a materializarse el peso creciente del conocimiento científico, cuyo epicentro es la biotecnología.

A su vez, en el marco de la organización en red, alrededor de estas empresas se aglutina otro conjunto de actores relevantes que varían según la actividad de la que se trate (agricultura, ganadería, lechería u otras)⁶. Todos ellos hacen al nuevo modelo productivo, influyen en la generación y trasmisión de conocimiento y, por lo tanto, deben ser tenidos en cuenta a la hora de medir los procesos innovativos al interior del sector primario.

Concurrentemente con la consolidación de la producción en red se fue configurando un modelo de innovación que, en un contexto de importantes diferencias entre las actividades primarias, comparte un conjunto de rasgos comunes entre los que se encuentran: i) una serie de conocimientos técnicos tácitos generados evolutivamente por las empresas que desarrollan la producción y que se materializa tanto en la operatoria del recurso humano, como en las disponibilidades de genética; ii) un conjunto de conocimientos codificados -en máquinas agrícolas, manuales, instrucciones de usos- provistos desde el ámbito estatal (vía agencias de CyT, universidades, etc.) y privado (consultoras, empresas de asesoramiento técnico, etc.), los cuales pese a ser externos a la producción, operan sobre ésta; iii) proveedores de insumos industriales (fertilizantes, semillas, maquinaria agrícola, etc.) que -como parte interesada en el negocio- transfieren conocimientos a los ámbitos productivos

6. Por ejemplo, en lo que hace a la producción agrícola, las cuestiones vinculadas al equipamiento replantean los niveles de integración típicos del modelo previo de producción. Un “equipo” —el conjunto básico de maquinaria agrícola necesaria para producir bajo el nuevo paradigma- tiene un costo que implica una mínima barrera a la entrada, lo cual desalienta el ingreso a tales actividades de pequeños terratenientes. La forma de atemperar la barrera al ingreso al mercado es la adquisición (y/o el leasing) de los equipos, lo cual conlleva al endeudamiento de la empresa tanto con el sistema financiero formal como con los proveedores de equipos y, en todos los casos, implica la presencia de garantías reales. Frente a ello, la alternativa es concurrir al mercado de los contratistas de labores, empresas de servicios que se han especializado en un conjunto de actividades y que comparten las migraciones territoriales. Otra alternativa para el pequeño productor es incorporarse a la oferta de alquileres.

(Ekboir y Parellada, 2002; Bisang, 2008; Campi, 2008).

A nivel de **generación** de tecnologías se distingue el peso relevante de los proveedores de insumos y equipos. Quizás, donde más se destaca este fenómeno sea en la producción agrícola, donde, por un lado, sobresale la oferta de insumos complementarios a -desde biofertilizantes hasta herbicidas- los desarrollos de implantes de semillas “fabricadas” en procesos más cercanos a lo industrial que a la reproducción natural tradicional; por el otro lado, también es importante la renovada oferta de maquinaria agrícola que introduce tanto nuevos equipos (sembradoras directas, embolsadoras, fertilizadoras autopropulsadas), como mejoras en las prestaciones a partir de conceptos ingenieriles previos, especialmente vía la incorporación de electrónica a la metalmecánica. A su vez, los sistemas educativos formales, con diversos matices y velocidades, están readaptando sus formaciones curriculares a los nuevos avances. Adicionalmente, las instituciones públicas de ciencia y tecnología operan como “generadores” de tecnologías pre-competitivas que, por diversas vías, se derraman al sistema.

Complementariamente al proceso de generación de tecnología, se destaca la importancia de los procesos de **difusión** de las innovaciones, cuya notable velocidad está guiada preponderantemente por la rentabilidad que permite el nuevo modelo. El rol desempeñado en este sentido por la red tradicional de instituciones públicas se complementa, actualmente, por el accionar de: a) los Centros de Servicios de los proveedores de insumos que, además de comercializar sus productos, brindan asesoramiento técnico y financiamiento; b) los propios proveedores de servicios y las EPA que, más allá de sus especificidades, tamaños y capacidades económicas y tecnológicas, rápidamente identifican a las innovaciones como una herramienta de negocio; c) el accionar de instituciones privadas sin fines de lucro dedicadas a fomentar y/o desarrollar innovaciones; d) nuevas y/o remozadas entidades gremiales organizadas por cadenas de producción que cuentan a la problemática tecnológica entre sus objetivos centrales; e) la existencia, en el extremo opuesto, de crecientes presiones de la demanda interna y externa que imponen normas de producción y calidad lo cual, mediado por las condiciones contractuales de los intermediarios comerciales, induce la conducta tecnológica del conjunto y, finalmente, f) renovadas intervenciones públicas locales e internacionales referidas a la normalización de productos, procesos, normas ambientales y otras complementarias que también tienden a modelar indirectamente el desarrollo innovativo de la actividad.

Este conjunto de “inductores” del comportamiento tecnológico de la actividad recae sobre el conjunto de actores que desarrollan la producción: dueños, EPAs y proveedores de servicios. Estos agentes necesitan no sólo recrear una serie de conocimientos operativos generales sobre el nuevo modelo tecnológico, sino también otros de corte específico para cada región/zona que recuperan los comportamientos particulares de sus respectivos climas y suelos. Así, parte de la productividad actual y futura se “construye” en la medida en que se

generen estos conocimientos tácitos dependientes, a menudo, de conocimientos científicos y prácticas operativas.

De esta forma, paulatinamente, se configura una red que permite el desarrollo de innovaciones conformada por instituciones, empresas, operadores individuales e incluso organizaciones gremiales que posibilita el flujo de conocimientos codificados vía insumos o decodificados a través de asesoramiento y/o contacto directo. La mayor complejidad del paquete agronómico traslada parte del poder de decisión desde el productor a los oferentes de insumos y de maquinarias, a los contratistas, a las organizaciones de ciencia y técnica y gremiales e, incluso, a los compradores ubicados “aguas abajo” en la actividad. Existe un hilo conductor que (con diversos matices y densidades) articula el accionar de cada uno de los componentes de la red, lo que remite al hecho de que el éxito individual, depende del éxito del conjunto.

En síntesis, la producción agraria ha ido ampliando la cantidad de sectores involucrados y el número de empresas que, de manera directa o indirecta, aportan al negocio. En las diversas actividades que conforman el agro en red existen grados variables de concentración, asimetrías económicas y tecnológicas y estrategias de desempeño (claves para interpretar las conductas productivas, tecnológicas y financieras) que hacen a la conformación de los distintos nodos de la red.

En su accionar conjunto, este modelo de organización de la producción y de la innovación tiene una marcada diferencia respecto del modelo integrado, característico de la etapa previa. Mientras que en este último el productor tenía escasas relaciones con el entorno, enfrentaba una estructura de costos acotada a la economía local y demandaba poca financiación de su capital operativo, en el modelo en red los insumos son altamente sensibles a las variaciones en los mercados globales y existen mayores encadenamientos hacia el resto de la producción con una fuerte impronta de las lógicas industriales. Necesariamente, ello redundaba en un mayor efecto multiplicador sobre el resto de la economía que el que tradicionalmente caracterizaba al sector. Como consecuencia de ello, la renta ahora se reparte entre una más variada gama de agentes y empresas, al mismo tiempo que es más sensible a las condiciones internacionales.

El análisis precedente pone de manifiesto que el estudio de los procesos de innovación en estas actividades se caracteriza por una gran complejidad que se deriva principalmente de, por un lado, la diversidad de fuentes de innovación que impactan sobre la producción y el intercambio de productos agropecuarios y, por el otro, de la co-existencia de distintos agentes sobre los que se debería captar información. En particular, en lo que se refiere a este último aspecto, resulta necesario considerar a: i) quienes desarrollan la actividad productiva (los productores), ya sean estos los propietarios de las tierras o las EPA que coordinan los distintos factores; ii) los proveedores de servicios agropecuarios, en tanto son ellos los principales agentes productores de innovaciones menores en estas actividades; iii) los proveedores de

conocimiento tecnológico, nucleados específicamente en torno a las entidades gremiales tradicionales, las entidades que controlan los registros genéticos de semillas y ganado, los INIAS y otros entes públicos, y consultoras específicas de la actividad, y iv) los proveedores de insumos biológicos.

La dinámica innovativa del sector agropecuario que se deriva de la interacción entre estos grupos de agentes, sólo puede ser captada parcialmente por las encuestas de innovación orientadas a la industria manufacturera, a partir del relevamiento de empresas que realizan actividades vinculadas con la producción agropecuaria. En este contexto, se requieren instrumentos de captación de información específicos que puedan dar cuenta de la forma en la que se desarrollan estos procesos en estas actividades.

Con este objetivo, en las próximas secciones de este trabajo se discutirán las potencialidades y limitaciones de los instrumentos e indicadores utilizados para dar cuenta de la innovación en la industria manufacturera, para medir estos mismos procesos en la actividad agropecuaria. De los agentes considerados, tal como se ha sostenido hasta aquí, se tomarán a las EPA (y los productores) como unidad de análisis, aunque también se discutirá la importancia y las características de las relaciones que éstas deben establecer con el resto de los actores involucrados para desarrollar procesos de innovación exitosos.

2. INNOVACIÓN EN EL AGRO: DEFINICIONES Y DESCRIPTORES

Cambios en el sector agropecuario ocurren desde que la humanidad abandonó su condición de nómada y pasó a establecerse sedentariamente. Más acá en el tiempo, incluso fue protagonista relevante de la Revolución Industrial, inaugurando la era moderna del capitalismo a partir de las posibilidades, por las nuevas técnicas de explotación agrícola, de producciones de alimentos excedentarias. Sin embargo, en general, fue visto como un sector meramente receptor de desarrollos de conocimiento generados externamente y, por ello, nunca se lo vio como un área que exigiera mayores esfuerzos de comprensión por lo que sucedía a su interior. Lo relevante, en todo caso, era mejorar los mecanismos de difusión de conocimiento. Hoy, la realidad nos está señalando evidencias que marcan que algo más está pasando en el sector. En la próxima sección se buscará sentar los interrogantes adecuados para avanzar en su medición, pero antes de ello se hace relevante revisar la evolución de la comprensión y análisis intelectual del fenómeno innovativo en el sector agropecuario de los últimos años.

2.1. El sector agrícola como mero receptor del conocimiento: la revolución verde, la difusión de tecnología y el Manual de Frascati

La llamada “revolución verde”⁷ motivó los primeros estudios y análisis sobre el proceso de innovación en agricultura. El foco de éstos estaba puesto sobre la

difusión de las tecnologías en el sector agrícola y en los factores que influían y determinaban la adopción de las mismas por parte de los agricultores. Fundamentalmente, para los países menos desarrollados y con mayor peso del sector agrícola en sus estructuras, se tornaba clave comprender el fenómeno de la adopción de la tecnología en la agricultura a fin de incrementar la producción y el ingreso derivado de dicha actividad.

Según este enfoque, el estudio de la innovación en el sector primario se restringe exclusivamente a la difusión y adopción de nuevos conocimientos, bajo el presupuesto de que el sector es un mero importador de conocimiento. De esta forma, en la actividad agrícola, se deja de lado el análisis sobre la generación de estos conocimientos y las cuestiones relacionadas a los esfuerzos realizados por los productores para adaptar las tecnologías a las condiciones específicas de cada contexto. Es decir, se asume que las tecnologías provienen desde fuera del sector y que el productor no incide -ni directa, ni indirectamente- en la producción y creación de las mismas.

Esta literatura analizaba el proceso de difusión de tecnologías desde dos ópticas. La primera adopta un enfoque de tipo **microeconómico** que centra el análisis en la comprensión de los factores que influyen en la decisión del agricultor de adoptar cierta tecnología. Estos modelos teóricos fueron desarrollados a fin de estudiar el proceso de decisión por medio del cual se adopta una combinación óptima de tecnologías que componen un paquete tecnológico (que incluye nuevas variedades, fertilizantes, herbicidas, modos de producción) en determinado momento. Algunos de los determinantes estudiados en aquella ocasión fueron la disponibilidad de crédito e información, el riesgo y el tamaño del establecimiento agrícola. Los conceptos teóricos subyacentes a este enfoque provienen de las ideas de “complementariedad tecnológica” y “adopción bajo condiciones de incertidumbre”. Las contribuciones teóricas realizadas por estos modelos fueron validadas empíricamente a partir de distintos estudios econométricos que testearon los factores que influyen en las decisiones de adopción de tecnologías (e.g. Jamison and Lau 1982, Rahm and Huffman 1984, Norries and Batie 1987, Lin 1991).

La segunda estudia los patrones y ritmos que siguen los procesos de difusión de las tecnologías entre adoptantes y no-adoptantes, a través del tiempo y en una determinada población. Un modelo extensamente utilizado por esta perspectiva fue el modelo logístico conocido como “modelo epidémico”, en el que el proceso de difusión de la tecnología es asimilado a la difusión de una enfermedad o una epidemia. La analogía se basa en que el contacto con otros agentes que ya han adoptado la nueva tecnología (contraído la enfermedad) y la mayor disponibilidad de información sobre la innovación, conducen a que se incremente la tasa de adopción de la misma (contagio de

la enfermedad)⁸ (Arrow, 1968). Es decir, el proceso de difusión es motorizado por la “imitación” de las prácticas desarrolladas por los adoptantes, por parte de los no-adoptantes de una tecnología. El trabajo fundacional de Griliches (1957) sobre la adopción de maíz híbrido en Estados Unidos encontró este patrón de distribución logístico en el proceso de difusión de dicho cultivo. Otros trabajos han desarrollado modelos que complejizan y extienden el patrón de difusión de tipo logístico adoptando otro tipo de funciones que se consideran más representativas del proceso de difusión (e.g. Gregg et al. 1964, Maddala 1977, Sharif and Ramanathan 1986).

Como se mencionó anteriormente, los enfoques presentados parten de una concepción muy limitada del proceso de innovación al interior del sector agropecuario, que se restringe exclusivamente a la difusión de las innovaciones, ignorando la riqueza de estos procesos desde las dinámicas de gestación, adopción y adaptación final.

En paralelo, los primeros antecedentes de medición de los insumos de los procesos innovativos, bajo la lógica del modelo lineal, pueden encontrarse en el Manual de Frascati, cuya primera edición se publicó en 1963 (OECD, 2003). Si bien este instrumento se centra en la medición de los recursos humanos y financieros dedicados a la I+D, y pretende aportar a las discusiones en torno a las políticas científicas y tecnológicas que serían necesarias para encausar procesos de desarrollo, esta problemática es afín a la innovación como espacio de generación de conocimiento⁹. Pese a su pretensión de dar cuenta de los recursos destinados a I+D en cinco sectores -empresas¹⁰, administración pública, instituciones privadas sin fines de lucro, enseñanza superior y extranjero- los lineamientos desarrollados a partir de este Manual presentan algunas limitaciones importantes para dar cuenta de los insumos de innovación en las empresas. Esto se profundiza en un contexto como el latinoamericano, donde las especificidades de las estructuras productivas caracterizadas por una relativamente escasa inversión en I+D, no siempre pueden captarse de manera apropiada a partir de estos indicadores.

8. Asumiendo una población homogénea en la que cada agente tiene la misma probabilidad de estar en contacto con el otro (de contagiarse), se encontró que la difusión de las innovaciones sigue una distribución de tipo logística (distribución que toma forma de S). Ello se debe a que la tasa de adopción dentro de una población es baja al principio -dado que pocas personas conocen la tecnología-, pero a medida que más individuos la conocen y la adoptan, mayor es la probabilidad de que otros también la adopten. Una vez que la mitad de la población ha adoptado la tecnología, la tasa de difusión comienza su desaceleración hasta que el total de la población cuente con la misma.

9. Aunque asumir esto como única fuente del mismo llevaría a analizar el fenómeno innovativo desde la óptica del modelo lineal.

10. Cuando se presentan los subsectores incluidos dentro del sector empresa, el Manual de Frascati respeta las clasificaciones de actividades estandarizadas a nivel internacional, destacando de esta manera a la agricultura y otras actividades primarias como un espacio de aplicación de los lineamientos establecidos para la recolección de información referida a las inversiones desarrolladas en I+D.

7. Se conoce como revolución verde al proceso de expansión a los países de menor desarrollo (hacia la década del 60) de un conjunto de nuevas técnicas productivas, basadas en insumos de alto rendimiento, desarrolladas en los países capitalistas más avanzados y en México, a partir de 1943. Ello tuvo un fuerte impacto en la alimentación mundial ya que permitió aumentar de forma sostenida los niveles de producción.

Las sucesivas revisiones de este instrumento, cuya última versión se conoció en el año 2002, se centraron en el perfeccionamiento conceptual y metodológico del mismo¹¹, al mismo tiempo que ampliaron el alcance del análisis de los insumos del proceso de innovación, incorporando las nuevas disciplinas involucradas en la producción de I+D y las nuevas características de contexto en el que transcurren estas actividades.

Evidentemente, desde esta óptica, y bajo el presupuesto de que la actividad agropecuaria es un mero receptor de conocimiento/innovaciones desde los ámbitos exteriores al sector, difícil es encontrar iniciativas que buscaran estudiar y/o medir los procesos innovadores al interior del mismo, ya que, en general, la actividad agropecuaria adolece de instancias formales de I+D, que son justamente los espacios que evalúa el Manual Frascati.

2.2. Los avances en la medición de la innovación como un proceso más allá de la I+D y la comprensión del fenómeno en las actividades primarias: de la difusión al sistema

El reconocimiento de la innovación como un proceso amplio y complejo, que involucra no solamente los esfuerzos, sino también los resultados y el contexto en el que éstos se producen, amén de un conjunto de actividades más extenso que la I+D, condujeron a la búsqueda de nuevos instrumentos que permitieran una mirada integral de la dinámica innovativa que excediera la que podía obtenerse con el Manual de Frascati. En este sentido, durante los años ochenta hubieron varios trabajos que resultaron claves para entender que el Frascati no era suficiente (Kline y Rosenberg, 1986; OECD, 1992)

Al mismo tiempo, en los años 80s surgía el concepto de National Agricultural Research System (NARS). Éste superaba los problemas de la difusión de las tecnologías como único aspecto relevante en relación a las innovaciones en el agro, y se centraba en cómo se generan y producen las innovaciones que luego se adoptan en el sector. Sin embargo, el enfoque mantenía la concepción de que la innovación en la actividad agropecuaria se gesta desde afuera del sector, y que el agricultor es un adoptante pasivo de las mismas. La idea fuerza era que la innovación se producía desde una oferta exógena, y que, por lo tanto, para su promoción, se debía fortalecer la investigación, la capacitación y la extensión llevadas a cabo por organizaciones científicas y tecnológicas, razonamiento que continúa respondiendo a las prerrogativas del modelo lineal de innovación.

En los '90s, en el marco del “agricultural research innovation System”, el concepto de “innovación” comenzaba a quedar más claramente explicitado. Si bien este enfoque mantiene una mirada lineal del proceso de innovación, también considera que el mismo no sólo tienen su eje en la investigación, sino que los vínculos existentes entre la investigación, la educación y la extensión también son relevantes (Banco Mundial, 2006). En este contexto,

11. Los cambios de tipo conceptual y metodológico tuvieron como objetivo captar de mejor manera la información que permita interpretar los procesos de innovación y generar datos compatibles con los recabados por los sistemas de cuentas nacionales de distintos países.

se comienza a reconocer un rol más activo del agricultor en el proceso de innovación, situándolo en el centro del triángulo de conocimiento formado por la educación, la investigación y la extensión (FAO y Banco Mundial, 2002).

En paralelo, la “ingeniería” por captar de mejor forma los procesos de innovación, en el mundo, derivaron en la redacción del Manual de Oslo, cuya primera versión se publicó en el año 1992. Éste fue construido a partir de distintas encuestas que se realizaron en la década del '80 en los países desarrollados para captar las particularidades de los procesos de innovación, especialmente en la generación de nuevos productos y de nuevas técnicas de producción en el sector manufacturero.

La concepción del proceso innovativo que retoma el Manual de Oslo se encuentra presente en algunos de los más conocidos escritos de Schumpeter (1912, 1942), aunque también se recuperan aportes de otras disciplinas, especialmente para dar cuenta de la relevancia de las innovaciones vinculadas a procesos de cambio organizacional y comercialización. De esta manera, la innovación se define como:

“la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores” (OCDE, 2006: 56).

El Manual de Oslo presenta un enfoque que pretende superar la dicotomía entre oferta (Kline y Rosenberg, 1986) y demanda en tanto dinamizadores del proceso de innovación desde el abordaje del modelo lineal de innovación, al pensar el desarrollo de nuevos productos y procesos como resultado de la dinámica de un sistema. Desde esta perspectiva, claramente derivada del pensamiento evolucionista, no solamente son relevantes los esfuerzos explícitos realizados por las empresas, sino que también cobran importancia las instituciones y el ambiente en general en el que desarrollan sus actividades estos agentes. Esto es así porque la innovación se define en un sentido amplio y considera tanto la producción como la adopción, absorción, adaptación y difusión de conocimientos (Anlló et al, 2009) a partir del aprendizaje y las interacciones entre agentes.

Asimismo, el Manual adoptó desde sus comienzos un enfoque basado en el sujeto antes que en el objeto, lo cual representa un importante punto de diferenciación con respecto a lo establecido por el Manual de Frascati. Así, mientras que en el enfoque de objeto el énfasis está puesto en la innovación misma, en el enfoque de sujeto lo que importa es el agente que lleva a cabo el proceso de innovación. Al adoptar el enfoque de sujeto, el Manual de Oslo enfatiza la importancia de las empresas para el desarrollo de procesos de innovación y, en este sentido, define a la firma como la unidad analítica para el análisis y la captación de datos. Así, a partir de estos lineamientos, un punto central en el estudio de la dinámica de los procesos de innovación pasan a ser las estrategias

desplegadas por las empresas. Para el caso de la producción primaria, por lo tanto, es sumamente relevante el identificar quién será el sujeto a ser relevado para poder comprender cuál es la estrategia desplegada al interior del sector.

La versión original del Manual de Oslo sufrió dos revisiones posteriores, en 1997 y 2005 respectivamente, con el objeto de perfeccionar la captación de datos asociadas al proceso de innovación, ampliar las posibilidades de recolección extendiéndola al sector de servicios e incorporar dos nuevos tipos de innovaciones, las innovaciones organizacionales y en comercialización¹².

2.3. Los problemas para medir innovación en las actividades primarias

Desde sus orígenes, uno de los objetivos del Manual de Oslo fue generar información sobre el proceso de innovación que fuera internacionalmente comparable sin desconocer, al menos en el planteo retórico, las dificultades analíticas y políticas que implica este tipo de comparaciones. Pese a esto, las distintas aplicaciones a través de encuestas en países de menor desarrollo relativo pusieron de manifiesto las dificultades de este instrumento para captar las especificidades en materia de innovación. En este marco, para el caso particular de América Latina, en el año 2001 se desarrolló un nuevo manual -el Manual de Bogotá- respetando los lineamientos de Oslo en su segunda revisión, buscando, al mismo tiempo que se respetaba la comparabilidad, recoger las particularidades del contexto latinoamericano, mediante la propuesta de un nuevo conjunto de dimensiones, necesario para dar cuenta de la dinámica de los procesos de innovación en la región¹³.

Las sucesivas revisiones del Manual de Oslo y los aportes realizados por el Manual de Bogotá contribuyeron a superar la visión limitada del proceso de innovación en la industria manufacturera, que consideraba únicamente la importancia de los insumos ligados a la I+D y los resultados asociados a nuevos productos y procesos pasibles de ser patentados o protegidos por mecanismos de propiedad intelectual. Actualmente, estos dos Manuales son los que permiten construir los instrumentos que se utilizan en la región para la recolección de información sobre la generación de nuevos productos o la implementación de nuevas prácticas productivas, así como también sobre aquellas actividades que promueven el desarrollo y la introducción de innovaciones.

Sin embargo, si bien en su concepción teórica y metodológica el Manual de Oslo pretende aportar elementos para la medición de los procesos de innovación en el sector empresarial, entendiéndolo por tal a la **industria manufacturera, las actividades primarias y los servicios** (Manual de Oslo, 2006: 23), la mayor parte

de las aplicaciones de este instrumento a nivel nacional se han concentrado en empresas abocadas principalmente a la primera de estas actividades. La complejidad y heterogeneidad, tanto de los servicios como de las actividades primarias, ha sido tal vez uno de los principales obstáculos que han limitado la extensión de los procesos de medición a esas áreas. De igual forma que sucedió con la primera aplicación del Manual de Oslo a las realidades de los países latinoamericanos, y la necesidad derivada de ello por construir un manual que tradujera Oslo a la realidad local (el Manual de Bogotá), se observa en la actualidad la existencia de problemas para aplicar las recomendaciones de Oslo a la medición de las actividades innovadoras en la actividad primaria.

Pese a las limitaciones metodológicas existentes para dar cuenta de los procesos de innovación en las actividades agropecuarias, cierta literatura se ha abocado a comprender cuál es la dinámica y las características del proceso de innovación en ese sector.

Los cambios en la agricultura que se produjeron a partir de los años 90s, llevaron a repensar el proceso de innovación actual en el ámbito de las llamadas actividades primarias. La creciente necesidad de responder de manera ágil y dinámica a las cambiantes condiciones y oportunidades de mercado, la emergencia de nuevos sectores de nicho altamente dinámicos y de nuevos jugadores (e.g. proveedores de insumos especializados), y las repercusiones de la aplicación de las nuevas tecnologías (TIC y biotecnología) a la actividad primaria, entre otros, pusieron de manifiesto la necesidad de un esquema de innovación flexible en el que extensas redes de diversos actores e instituciones participen e interactúen intercambiando, utilizando y adaptando conocimiento. En este contexto, la actividad científica per se y las actividades de investigación, desarrollo y extensión, siguen siendo relevantes, aunque no son los determinantes únicos de la actividad de innovación en la agricultura.

En la actualidad, existe acuerdo sobre un conjunto de ideas acerca de la caracterización de la innovación en la agricultura (Hall, 2007):

1. La innovación requiere de conocimientos provenientes de diversas fuentes, incluso de los usuarios de esos conocimientos.
2. Las distintas fuentes de conocimiento interactúan unas con otras de manera tal que comparten y combinan ideas.
3. Estas interacciones y procesos son generalmente específicos a un contexto determinado.
4. Cada contexto tiene sus propias rutinas, que reflejan orígenes históricos específicos determinados por factores culturales, políticos y sociales.

Los cambios en el modelo agrícola, sumado a la aceptación de las ideas anteriores, dieron lugar a la adopción y aceptación del concepto de sistema de innovación para comprender y entender la actividad de innovación en la producción agrícola actual. Este enfoque es una concepción teórica aceptada y muy utilizada para

12. Los nuevos tipos de innovaciones reconocidas por el Manual de Oslo en 2005 complementaron a las ya reconocidas innovaciones tecnológicas e incluso dan cuenta por sí mismas de procesos de innovación específicos.

13. Algunas de estas cuestiones fueron retomadas por el Manual de Oslo en su tercera revisión.

entender los procesos de innovación en el ámbito de la industria ^{14,15}.

El concepto de sistema de innovación¹⁶ reconoce a la innovación en la agricultura como un proceso más amplio y complejo que los enfoques anteriores, en el sentido que destaca una mayor diversidad de actores, disciplinas y sectores que intervienen en la misma. Por lo tanto, según este marco teórico, generar el ambiente que sostenga el uso de conocimiento es tan importante como hacer que el conocimiento esté disponible vía la difusión y otros mecanismos de transferencia (Banco Mundial, 2006).

Este enfoque brinda una mayor comprensión de la situación de la actividad primaria actual en la que no sólo existe un agricultor-adoptante de innovaciones y una oferta científica-tecnológica de nuevo conocimiento, sino también un conjunto de otros actores que median, contribuyen y participan de distintas formas en la producción agrícola, amén de un rol más activo por parte del agricultor.

La fortaleza del enfoque de sistemas de innovación se basa fundamentalmente en que ofrece una explicación holística acerca de cómo el conocimiento es producido, difundido y utilizado, al mismo tiempo que enfatiza los actores y los procesos que son de creciente relevancia en el funcionamiento actual de la actividad agrícola. La mayor debilidad de esta perspectiva se centra en cómo medir estos sistemas, a fin de estudiar la evolución de su capacidad de innovación y sus resultados o comparar sistemas de innovación de distintos países. La mencionada complejidad en la medición de estos procesos en el sector agropecuario se acrecienta cuando se considera la heterogeneidad de actividades involucradas.

A pesar de estos avances desde lo conceptual, en lo metodológico/práctico, relativo a medir los procesos de innovación en el sector agropecuario, salvo por la -nuevamente pionera- experiencia reciente de Uruguay, no existen antecedentes en la región que procuren realizar encuestas de innovación a este sector. Por eso, y dada la relevancia de los cambios que allí están sucediendo, en la próxima sección se procurará hacer un ejercicio en pos de señalar algunas de las dificultades (no se pretende aquí realizar un análisis exhaustivo, sino más bien llamar la

14. El origen de éste enfoque es el concepto de sistemas nacionales de innovación (Freeman, 1988; Lundvall, 1992) que surgió como una respuesta a la limitada capacidad explicativa de los modelos convencionales que veían a la innovación como un proceso lineal comandado desde la oferta de investigación y desarrollo.

15. Si bien los análisis centrales para la comprensión de los procesos de innovación desde la perspectiva de los sistemas se han realizado a nivel nacional, este abordaje se ha utilizado también a otros niveles de agregación sub-nacionales (locales) y supra-nacionales (sectoriales, regionales). En este sentido, es importante destacar que los distintos niveles de agregación no se excluyen entre sí sino que, por el contrario, se complementan.

16. Un sistema de innovación puede definirse como "una red de organizaciones, empresas e individuos cuyo objetivo es que nuevos productos, procesos y formas de organización tengan utilidad económica, junto con instituciones y políticas que afectan tanto su comportamiento como rendimiento" (Banco Mundial 2006, pág. 16). El concepto de sistema de innovación comprende no sólo a los proveedores de conocimiento científico, sino a la totalidad de los actores involucrados en el proceso de innovación y sus interacciones. En este sentido, se extiende más allá de la creación de conocimiento, concerniendo los factores que afectan la demanda y el uso de nuevos conocimientos.

atención sobre la magnitud de los problemas presentes) que existen para aplicar las encuestas de innovación, diseñadas originalmente para el sector manufacturero, al sector agropecuario.

3. MEDICIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN

A partir de las precisiones realizadas en las primeras secciones de este trabajo en torno a la unidad de análisis y la conceptualización de la innovación en las actividades agropecuarias, en este apartado se presentarán las principales dimensiones utilizadas para la medición del proceso de innovación en la industria manufacturera¹⁷ y se discutirá su posible aplicación al sector agropecuario. En este sentido, se considerarán no solamente las actividades de innovación y los resultados obtenidos, sino también otras cuestiones que impactan de manera diferencial en la dinámica de innovación, entre las que se encuentran:

- a. los vínculos establecidos, las fuentes de información y las fuentes de financiamiento para que las actividades de innovación sean posibles;
- b. el impacto de dichas innovaciones sobre el desempeño de la empresa;
- c. las restricciones para innovar;
- d. las formas de protección de las innovaciones.

Tal como se mencionó en secciones precedentes, el análisis de las dimensiones a considerar, especialmente para la industria manufacturera, se realizará siguiendo los lineamientos establecidos por los Manuales de Oslo y Bogotá.

Por su parte, para el análisis de las actividades agropecuarias se tomarán como referencia distintas encuestas desarrolladas con el objetivo de dar cuenta de las características y evolución del agro en Argentina. Pese a que el objetivo específico de estos instrumentos no es indagar sobre la dinámica innovativa de las unidades productivas, en estas encuestas pueden encontrarse algunas de las cuestiones más importantes en este sentido. Al mismo tiempo, se trata de herramientas que permiten realizar una primera identificación de las particularidades y de los elementos que es necesario incorporar para medir la innovación en la producción agropecuaria. En particular, se retomarán tres instrumentos de recolección de información aplicados a distintas actividades agropecuarias:

- La Encuesta sobre las necesidades del productor agropecuario argentino, realizada por la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Austral entre agosto y septiembre de 2009.

17. Es importante destacar que trabajos recientes realizados en distintos países de la región agregan algunas dimensiones adicionales que complementan y complejizan la recolección de información y el tratamiento de los datos a partir de los Manuales de innovación considerados. Entre ellos se encuentran el análisis de la organización del trabajo como proxy de los procesos de circulación de conocimientos y de la capacidad potencial para el desarrollo de innovaciones a partir de equipos y procesos de cooperación informales entre distintos agentes orientados a la producción de conocimientos. Asimismo, es importante destacar los esfuerzos realizados para integrar y complementar indicadores.

- La I Encuesta Nacional de Genética Bovina, la cual se enmarca en el trabajo realizado por el Foro sobre Genética Bovina, en el marco de un proyecto realizado por la Oficina de CEPAL en Buenos Aires a solicitud del Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA).
- El CENSO CREA, llevado a cabo en junio de 2009.

Algunos comentarios adicionales merecen ser realizados. En primer lugar, las encuestas analizadas están focalizadas en conocer la situación actual (foto) y la perspectiva futura de las unidades productivas. En este sentido, la falta de información pasada impide medir la introducción de cambios en los últimos años, tal como lo hacen las encuestas de innovación aplicadas a la industria manufacturera. En segundo lugar, los cuestionarios analizados, en general, refieren a un tipo de actividad específica (ganadera, agrícola, frutícola), y no al conjunto de actividades que se desarrollan en el marco de la agricultura; en los casos en que el formulario contempla más de una actividad primaria, las mismas poseen una sección para cada tipo de actividad. Este rasgo es importante, ya que, en general, al interior de un predio se suelen realizar más de un tipo de explotación (en principio, es muy común sembrar y poseer ganado), por ende, las especificidades de cada actividad señalan la necesidad de ser tenidas en cuenta a la hora de diseñar una encuesta específica para el sector. Tercero, dado el carácter de este trabajo en pos de identificar especificidades sectoriales sobre la materia, no se buscó contrastar resultados sino formularios y modos de preguntar. Es por esto último que, a continuación, se revisará por cada apartado relevante que preguntan las encuestas de innovación tradicionales para evaluar qué dificultades presentan a la hora de ser aplicadas al sector agropecuario.

3.1. Innovaciones obtenidas

La medición de los resultados de innovación en el sector manufacturero a partir de los Manuales de Oslo y Bogotá toma en cuenta cuatro áreas o categorías de innovación:

Producto-servicio: bien o servicio nuevo o significativamente mejorado desde el punto de vista de sus características o del uso que se le asigna.

Proceso: proceso de producción o distribución nuevo o significativamente mejorado a partir de cambios en las técnicas, los materiales o los programas informáticos. También se consideran los nuevos métodos de creación y prestación de servicios.

Organización: nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa. Este método no debe haber sido utilizado con antelación.

Comercialización¹⁸: aplicación de un nuevo método de comercialización a partir de modificaciones significativas en el diseño o el envase del producto, su posicionamiento, su promoción o su tarifación. Se refiere a un método de comercialización que la empresa no utilizaba antes.

Mientras que las innovaciones en producto y proceso suelen referenciarse como innovaciones tecnológicas, los nuevos desarrollos en materia de organización y comercialización se reúnen generalmente bajo la idea de innovaciones no tecnológicas.

Los resultados de innovación en cada una de estas áreas se miden, de acuerdo a los Manuales, teniendo en cuenta dos factores. En primer lugar, se considera la obtención o no de resultados en sí misma (es decir, si la empresa declara haber obtenido algún resultado positivo en alguna de las innovaciones mencionadas dentro del período bajo análisis). En segundo lugar, se analiza el grado de novedad de las innovaciones logradas, clasificándolo en tres niveles: para la empresa, para el mercado nacional o para el mercado global.

Adicionalmente, en las innovaciones de producto obtenidas a partir de la actividad manufacturera, las estandarizaciones a nivel internacional y regional estipulan otros dos conjuntos de indicadores que permiten realizar una aproximación al resultado del proceso de innovación: las patentes y la participación de nuevos productos en la facturación de la empresa dentro de un período determinado. Estos indicadores suelen considerarse poco relevantes para dar cuenta de los resultados de innovación en los países de la región en los que la innovación en la industria manufacturera se explica especialmente a partir de cambios introducidos en los métodos organizativos y en la comercialización. En el caso de las patentes¹⁹, porque las empresas de la región (por variados motivos) no presentan una conducta afín al patentamiento. En el segundo caso, porque los productos nuevos introducidos por las empresas, en general, no responden a grandes esfuerzos al interior de la empresa como logros innovativos, sino que suelen responder mayormente a políticas comerciales, lo que, en definitiva, termina distorsionando el sentido del indicador.

Cuando el análisis se desplaza a la producción de productos primarios, cabe preguntarse: las distintas categorías de innovación utilizadas para la actividad industrial ¿son adecuadas para el análisis de la actividad agropecuaria? Cada una de estas categorías ¿tiene la misma importancia relativa en la actividad manufacturera que en la actividad agropecuaria? En lo que respecta al primero de estos interrogantes, es posible mencionar algunos ejemplos para cada uno de los tipos de innovaciones logradas. Así, la producción de una nueva semilla puede considerarse una innovación de producto; la introducción del método de siembra directa, una innovación de proceso; la organización en red del conjunto de actividades, como una nueva forma de organizar la

18. La traducción al castellano de la tercera revisión del Manual de Oslo nomina a este tipo de innovaciones como innovaciones en 'mercadotecnia', a los efectos de este artículo, se adoptará el término comercialización para dichas innovaciones.

19. Aún en este contexto y pese a las restricciones mencionadas, la patente es un instrumento clave para la medición de resultados de innovación en el sector manufacturero, dada su disponibilidad y fácil comparabilidad. En lo que respecta a las actividades primarias, su aplicabilidad será discutida en próximas secciones cuando se considere más detalladamente la importancia de este instrumento como mecanismo de apropiación y protección del conocimiento generado a partir de las innovaciones.

producción; y la apertura de nuevos canales comerciales puede identificarse como innovaciones de comercialización.

En relación con la importancia relativa de cada tipo de innovación, cuando se consideran las actividades agropecuarias en general -y las desarrolladas en el contexto latinoamericano, en particular- es posible observar la importancia que adquieren estructuras productivas organizadas en torno a redes o tramas productivas, las cuales potencian las posibilidades de complementar innovaciones de distintos tipos. Por lo tanto, en la actividad primaria los vínculos o relaciones establecidas por las unidades productivas son, al menos, tan relevantes como las innovaciones de las que se trate. En este sentido, si bien es posible establecer un tipo de innovación como la más relevante, es esperable que ésta traccione distintos espacios de producción de conocimientos que complementen a la anterior y, así, maximicen el impacto positivo de la misma.

En cuanto al grado de novedad de las innovaciones logradas, esta dimensión complejiza el análisis de la existencia de resultados teniendo en cuenta no solamente si éstos existen, sino también el peso que adquieren en términos de su potencialidad para modificar la frontera tecnológica a nivel internacional. Si bien el Manual de Oslo en sus revisiones más recientes ha recogido la importancia de innovaciones que adquieren novedad para la empresa pero no para el mercado, las comparaciones a nivel internacional realizadas sobre la industria manufacturera tienden a valorar de manera particularmente positiva a aquellas que exceden el ámbito de la firma. Existen elementos que permitirían relativizar estas conclusiones cuando se trata de actividades relacionadas con lo primario. En efecto, la novedad a nivel internacional en el desarrollo de innovaciones no siempre es posible dada la especificidad local de muchas producciones. En este marco, aunque la novedad es un aspecto sumamente relevante en la evaluación de los resultados de las actividades innovativas, debido al componente territorial/climático específico de este tipo de actividades, cabría esperar que las innovaciones a nivel de empresa o del mercado local sean de mayor relevancia, que preguntar si la misma es novedosa a nivel global.

Si bien la heterogeneidad de comportamientos y de resultados es un rasgo que caracteriza a cualquier actividad productiva, parece pertinente destacar las especificidades que adquiere la variabilidad de esfuerzos y resultados obtenidos a partir de las innovaciones introducidas en las actividades primarias, aún cuando, tal como se definió en la introducción de este trabajo, estas sean entendidas considerando únicamente a las producciones agrícola y pecuaria. La diversidad de las actividades agropecuarias realizadas en un mismo espacio productivo dificulta la identificación de indicadores estandarizados para el conjunto de las producciones obtenidas, al mismo tiempo que las diferencias en la dinámica productiva influyen también en la forma que adquieren los procesos de innovación. En este marco, puede considerarse que el factor más claro de

heterogeneidad viene dado por las diferencias existentes entre los procesos de transformación e innovación característicos de las dos actividades principales asociadas a este sector: la agrícola y la ganadera²⁰.

Realizada esta primera gran división, es necesario tener en cuenta un conjunto de factores adicionales que influyen en la diversidad de procesos que pueden identificarse en relación con estas actividades. En primer lugar, la existencia de una alta heterogeneidad de resultados ante similares esfuerzos²¹. Esto puede explicarse a partir de la importancia que adquieren los seres vivos en la dinámica productiva y de innovación. Trabajar con seres vivos implica abordar dinámicas de producción y reproducción diferenciales dependiendo del ciclo de vida de cada uno de ellos, el cual es fuertemente dependiente no sólo de la especie de la que se trate, sino también del contexto/ambiente en el que éste se desarrolla. En segundo lugar, es importante destacar también las distintas funcionalidades que puede adquirir un bien en la producción y la innovación en la agricultura y/o en la ganadería (un mismo bien puede ser bien de capital o de consumo²²; puede comercializarse o reinvertirse²³; puede ser un bien final de consumo o puede ser un insumo intermedio para otro proceso productivo, los cuales, a su vez, pueden ser muy diversos). En tercer lugar, y derivado de las características productivas de estas actividades, es interesante destacar la incidencia de la diversificación del mix de producción sobre la heterogeneidad. En este sentido, se observa que la producción agropecuaria de una explotación no está concentrada, generalmente, en un único producto sino que, por el contrario, se alternan diversas actividades dentro de un mismo grupo (variados cereales, por ejemplo) o de conjuntos distintos (agrícolas y pecuarias). Como consecuencia de ello, la dinámica innovativa de un productor -que en este trabajo se sostiene como la unidad de análisis relevante- no puede definirse en términos generales sino que requiere un estudio que establezca las particularidades incluso por producto generado (nuestra unidad de análisis puede ser muy innovadora en las actividades agrícolas, pero no así en las pecuarias, siendo la misma unidad productiva; por ello es clave, en contraste con lo que ocurre en las manufacturas, definir la unidad de observación a encuestar).

Tomando en cuenta estas precisiones generales, a partir de las encuestas analizadas es posible identificar un conjunto de dimensiones claves a considerar para dar cuenta tanto de las cuestiones mencionadas anteriormente, como de las particularidades de la medición de la innovación en estas actividades. Así, en

20. Lo anterior no pretende desconocer la heterogeneidad entre los productos derivados de la industria manufacturera, simplemente que, para el caso de las actividades relativas a la explotación de la tierra, dentro de una misma unidad productiva, con una dotación relativa de factores similar, las opciones son variadas, mientras que no es así en la manufactura.

21. Esto estaría señalando que no necesariamente la realización de las -así definidas por las prácticas establecidas- correctas acciones derivarán en las innovaciones esperadas, dado la alta cantidad de variables que no se encuentran bajo control -como ser el clima, los ciclos biológicos, etc.-.

22. Por ejemplo, un ternero; ya sea visto como un potencial reproductor, o bien como un animal para enviar al matadero.

23. Por ejemplo, las semillas obtenidas en una cosecha.

términos de productos, se observa que una primera aproximación a la medición de la innovación puede realizarse en términos de los cambios en las actividades que se realizan en el establecimiento productivo entre las cuales se pueden mencionar a la agricultura (cultivos anuales), la ganadería, el tambo, los cultivos perennes y otras actividades tales como turismo rural, coto de caza, provisión de servicios a terceros (como la aplicación de fertilizantes, agroquímicos, cosecha, siembra, etc.), entre otros.

A su vez, dentro de cada tipo de actividad, también pueden analizarse los cambios en el mix de productos elaborados y ofrecidos. Por ejemplo, en lo que respecta a actividades agrícolas, el establecimiento puede dedicarse a la producción de cereales, oleaginosas, cultivos industriales, hortícolas y/o legumbres; dentro de la producción de oleaginosas, puede producir soja, girasol o colza, y dentro de los cereales, trigo, maíz, cebada, sorgo o arroz. En el caso de la ganadería, la unidad productiva puede dedicarse a producir bovino para leche, bovino para carne, porcino u otro y, dentro del rodeo bovino, a la cría, a la recría, al engorde a corral, al engorde a campo o a cabaña. Más específicamente, las modificaciones en los productos ofrecidos pueden analizarse teniendo en cuenta si se producen, por ejemplo, cultivos especiales (maíz Flint, maíz pisingallo, sojas especiales), commodities o especialities (en la producción de carne), y si se agrega valor a la producción primaria antes de su comercialización.

específicamente, se presta atención al análisis sanitario de toros, al servicio estacionado, a la inseminación artificial, al destete precoz, a la suplementación estratégica, al tratamiento de efluentes, al asesoramiento nutricional y el pastoreo rotativo, y, en el caso particular de las cabañas, al análisis DEPs en la venta de toros y a la posesión de banco de ADN. Finalmente, en la producción de leche, resulta interesante considerar la presencia de tambo brete a la par, tambo espina de pescado, tambo calesita, control lechero, asesoramiento nutricional, estabulado, inseminación artificial y tratamiento de efluentes. Todos estos son ejemplos de posibles procesos que, si bien pueden estar estandarizados y ser conocidos para la gente del sector, suelen representar la frontera del saber en las diversas actividades por lo que, su implementación o no por parte de las distintas unidades productivas, estarían señalando la aptitud innovadora de los entrevistados.

Más allá de estas cuestiones, el análisis de este tipo de innovaciones requeriría evaluar la introducción de tecnologías de proceso específicas, tales como la producción con siembra directa, la utilización de tecnologías de productos microbiológicos como inoculantes, la realización de agricultura de precisión y la forma de riego utilizada (inundación, aspersión, goteo, micro aspersión). Esto es así, porque el tipo de innovación de proceso introducida puede dar cuenta del grado de sofisticación tecnológica con la que se produce en la unidad de referencia.

96

Cada una de las combinaciones mencionadas describen distintos mix de producción, y el pasaje de uno a otro puede implicar innovaciones que son novedosas para la unidad productiva, en tanto incorporan un nuevo mix, una nueva actividad o un nuevo producto dentro de las producciones que se realizaron tradicionalmente. Estos cambios entre actividades pueden medirse en términos de la superficie del establecimiento dedicada a cada actividad (lo cual no tendría sentido en la industria manufacturera), de la cantidad producida o de las ventas realizadas.

En lo que respecta a las innovaciones de proceso, también se evidencia una elevada especificidad en cada actividad. En este marco, es posible detallar, a priori, un conjunto de posibles áreas asociadas a cada tipo de actividad dentro de la producción primaria, lo cual implica definir las prácticas vinculadas a los procesos en la producción primaria que requieren ser desarrolladas o mejoradas. En particular, esto se traduce, en el caso de la actividad agrícola, en: el análisis de semillas, los ensayos de nuevas variedades, la medición de variables climáticas, el monitoreo de profundidad de la capa freática, el monitoreo de calidad de cosecha, el análisis de suelos antes de fertilizar, el uso de herbicida con rotación de principios activos y la rotación agrícola-ganadera. Por su parte, en la actividad pecuaria existen distintas actividades que involucran acciones diferentes. Así, en la producción ganadera, se consideran dimensiones asociadas con los procesos la utilización de recursos forrajeros (rastreo, verdeo anuales, pasturas plurianuales, pastizales naturales) y la tecnología relacionada (fertilización o siembra directa); en la producción de carne, más

Las innovaciones en organización y comercialización también adquieren particularidades. Así, entre las principales dimensiones que pueden considerarse nuevas formas de organización en las actividades primarias se destaca la contratación de servicios provistos por terceros. Estos servicios pueden incluir la aplicación de fertilizantes y agroquímicos, así como el desarrollo total de la siembra, la cosecha y la labranza de cultivos, e implican un cambio organizacional cuando cualquiera de estas actividades se realizaba en el establecimiento y luego pasan a estar subcontratadas, o viceversa. Por su parte, los nuevos comportamientos en materia de comercialización se traducen en formas alternativas de introducir los productos en el mercado, las cuales pueden ser novedosas únicamente en términos de la actividad primaria, o incluso, representar nuevas formas de comercialización aplicables a cualquier tipo de producto. De esta manera, por ejemplo, es posible mencionar un conjunto de técnicas de comercialización o canales que son distintos a los usualmente utilizados por la actividad manufacturera, entre los que se encuentran los acopiadores o consignatarios, las cooperativas agrícolas, los corredores, la venta directa a exportadores, las operaciones de canje, la venta a criaderos o molinos, la venta a través de remates, las exposiciones y la venta directa a la industria frigorífica o láctea. En el caso particular de la producción agrícola, la comercialización de los productos puede realizarse utilizando los sistemas todo a cosecha, la venta escalonada, la venta a fijar precio o usar mercados a término o futuros y opciones. La introducción o perfeccionamiento de alguna de estas técnicas de organización o comercialización, al menos con grado de

novedad para la unidad productiva, constituye el desarrollo de una innovación asociada a estas dimensiones en la actividad primaria.

3.2. Las actividades de innovación

Tanto el Manual de Oslo como el de Bogotá, presentan una extensa lista de actividades que dan cuenta de los esfuerzos realizados por las empresas manufactureras para desarrollar innovaciones, aunque con algunas diferencias entre ambos. A continuación se retoma un listado de actividades de innovación que responde al conjunto de esfuerzos considerados más relevantes de acuerdo con la dinámica de innovación de la región, tal como fueron definidas en el formulario de la 2da Encuesta Nacional de Innovación y Conducta Tecnológica de las Empresas Argentinas. Como rasgo general a destacar es preciso aclarar que, sobre cada una de las actividades mencionadas, las encuestas realizadas en el contexto latinoamericano preguntan tanto por la realización de cada actividad, como por el monto del gasto realizado en ella. El listado se presenta a efectos de reflexionar sobre su aplicabilidad al sector primario.

- **Investigación y Desarrollo (I+D):** es el trabajo creativo realizado en forma sistemática, es decir, no ocasional, con el objetivo de generar un nuevo conocimiento (científico o técnico) o de aplicar o aprovechar un conocimiento ya existente o desarrollado por otro. Dentro de la I+D pueden distinguirse tres grandes categorías: la investigación básica (generar un nuevo conocimiento más bien abstracto o teórico dentro de un área científica o técnica, en sentido amplio, sin un objetivo o finalidad fijada de forma previa); la investigación aplicada (generar un nuevo conocimiento teniendo desde un principio la finalidad o destino al que se desea arribar) o el desarrollo experimental (fabricación y puesta a prueba de un prototipo, es decir, un modelo original o situación de examen que incluye todas las características y desempeños del nuevo producto, proceso o técnica organizacional o de comercialización). La creación de software se considera I+D en tanto y en cuanto implique hacer avances científicos o tecnológicos. Cabe aclarar que las actividades de I+D no siempre se realizan en el ámbito de un laboratorio de I+D o de un departamento de I+D. Es más, muchas empresas, en especial medianas y pequeñas, no poseen estructuras formales de I+D y ello no implica que no realicen este tipo de actividades. Si bien no es tarea sencilla, es necesario identificar las actividades de I+D que se realizan sin una estructura formal. Por ejemplo, si un grupo de ingenieros de la empresa, que se desempeña en la misma área o en distintas, se reúnen todos los viernes por la tarde para pensar, consultar bibliografía, experimentar y/o probar distintas formas de incrementar el rendimiento o precisión de cómo se mezclan las sustancias químicas esta actividad deberá ser considerada como un proceso de I+D no formal. La única restricción para que una actividad que tiene como finalidad generar nuevos conocimientos sea considerada I+D es que se realice de forma no ocasional, es decir, sistemáticamente.

Esta última parte de la definición es la que permitiría pensar en la realización de actividades de I+D dentro de las unidades productivas del sector primario. Existen diversas iniciativas de productores y técnicos los que suelen reunirse de manera sistemática para estudiar en el propio campo el desarrollo e implementación de nuevas técnicas que permitan obtener soluciones a diversos problemas. De igual forma, es dable esperar encontrar casos de desarrollo experimental antes que de investigación.

- **I+D externa:** es el trabajo creativo que no se realiza dentro de la empresa o con personal de la empresa sino que se encarga a un tercero ya sea mediante la contratación o financiación de un grupo de investigadores, institución o empresa con el acuerdo de que los resultados del trabajo será de propiedad, total o parcial, de la empresa.

No era lo más usual, pero con las nuevas formas de organización de la producción agropecuaria y la complejidad tecnológica que están adquiriendo las nuevas implementaciones en el sector, cada vez es más común el recurrir a ayuda externa (ya sea a través de la contratación de técnicos asesores, como a través de las nuevas grandes multinacionales involucradas en el sector a través de sus centros de servicios).

- **Adquisición de Bienes de Capital, Hardware y/o Software:** son actividades de innovación únicamente cuando se trate de la incorporación de bienes vinculados a introducir mejoras y/o innovaciones de procesos, productos o técnicas organizacionales o de comercialización. El reemplazo de una máquina por otra de similares características o una nueva versión de un software ya instalado no implica una actividad de innovación.

Como ya se dijera con antelación, en este sector un bien de capital puede ser muchas cosas. En algunos casos, de características muy similares con la industria (cuando se habla de maquinaria agrícola, o cuando se hace referencia a cierto equipamiento asociado a la primera transformación industrial realizada en el propio establecimiento agropecuario); en otros, un mismo bien puede ser un bien de capital o un producto final, dependiendo del uso que se le dé. Al mismo tiempo, en este último caso, si bien estas inversiones sobre seres vivos adquieren características de bienes de capital destinados a incorporar innovaciones (un toro reproductor de una raza mejorada o una semilla modificada), los entrevistados pueden no verlo de esta manera. Por eso, es relevante el poder definir claramente qué es y que no es un bien de capital, y cuando está asociado a un proceso innovativo.

- **Transferencias de Tecnología:** es toda adquisición de derechos de uso de patentes, inventos no patentados, licencias, marcas, diseños, know-how o asistencia técnica vinculada a introducir mejoras y/o innovaciones de procesos, productos o técnicas organizacionales o de comercialización.

Aquí cabría rediscutir la definición para evaluar de qué forma se interpreta todo el conocimiento incorporado al sector por agentes externos. Es decir, y en línea con las apreciaciones de difusión, la producción agropecuaria es una gran receptora de conocimiento vía diferentes canales. En muchos casos, no es que se adquiera directamente vía derechos de patentes, licencias o marcas, aunque cuando se adquieren ciertos paquetes tecnológicos de parte de los proveedores de servicios, estos últimos están transfiriendo tecnología.

- **Ingeniería y Diseño Industrial:** incluyen todas las preparaciones técnicas para la producción y distribución no incluidas en I+D, así como los planos y gráficos para la definición de procedimientos, especificaciones técnicas y características operativas; instalación de maquinaria; ingeniería industrial; y puesta en marcha de la producción. Estas actividades pueden resultar difíciles de diferenciar de las actividades de I+D, para esto puede ser de utilidad comprobar si se trata de un nuevo conocimiento o de una solución técnica. Si la actividad se encuadra en la resolución de un problema técnico será considerada dentro de las actividades de Ingeniería y Diseño Industrial. Modificaciones al proceso productivo, por ejemplo, la implementación del just in time, también deben ser consideradas como una actividad propia de la Ingeniería y Diseño Industrial. Las actividades de diseño estético u ornamental de los productos no son actividades de innovación salvo que generen modificaciones que cambien las características principales o las prestaciones de los productos.

98

La definición es bastante precisa, y permitiría diferenciar aquí también actividades para generar nuevo conocimientos de aquellas que buscan alcanzar soluciones técnicas (quizás estas últimas son las que se observen mayoritariamente en el sector). Evidentemente, habría que adaptar la idea de ingeniería industrial a ingeniería agropecuaria, pero la esencia del concepto continúa siendo la misma.

- **Gestión:** se refiere a la generación, adaptación y aplicación de nuevas técnicas que permitan una mejor articulación de los esfuerzos de cada área de la empresa (coordinación entre producción, administración y ventas) y/o que permitan alcanzar los objetivos fijados por la dirección de forma más eficiente (calidad total, cuidado del medio ambiente, etc). No se debe confundir la actividad con el objetivo. Con el fin de realizar una mejora en las técnicas o procedimientos de comercialización posiblemente sea necesario un replanteo de la coordinación entre varias áreas de la empresa.

En este caso, una vez definida la unidad de entrevista, quedará puesto de relieve las características de la gestión. Dentro de los cambios observados por los estudios de caso en el cono sur, claramente este es un aspecto sumamente relevante y que está marcando un cambio hacia una gestión más profesionalizada de la producción.

- **Capacitación:** será considerada una actividad de innovación siempre y cuando no signifique capacitar a

nuevos trabajadores en métodos, procesos o técnicas ya existentes en la empresa. Esta puede ser capacitación interna o externa del personal, tanto en tecnologías blandas (gestión y administración) como en tecnologías duras (procesos productivos).

Aclarados los puntos anteriores (definida la unidad, tenidas en cuenta las especificidades de la actividad, etc.) el concepto de capacitación puede ser captado de similar manera. En todo caso, los problemas que pueden surgir son sobre qué tipo de empleo generan estas empresas agropecuarias, ya que la tendencia es hacia tercerizar todas las labores y, en general, más que tener empleados es tener personal ocupado durante ciertas estaciones del año.

- **Consultorías:** implican toda contratación de servicios científicos y técnicos relacionados con las actividades de Ingeniería y Diseño Industrial o Gestión a terceros externos a la empresa. Recuerde que si las actividades contratadas a terceros se relacionan con I+D o Capacitación entonces deberán considerarse como actividades de I+D externa y Capacitación, respectivamente.

Dado que hay una alta subcontratación (o tercerización) de las actividades vinculadas a la explotación de la unidad agropecuaria, este último punto es clave. Sin embargo, dejarlo solamente definido como consultoría no hace justicia con la magnitud y características del proceso. Quizás sería necesario redefinir el capítulo hacia la subcontratación (o tercerización) de actividades, dentro de las cuales se podría incluir como una más a las consultorías.

Adicionalmente a las actividades listadas, un elemento central para analizar la importancia alcanzada por los esfuerzos de innovación es la presencia de equipos formales y departamentos dedicados a la I+D. En el caso de las empresas manufactureras, se trata de un indicador que complementa a los gastos realizados en I+D interna y que generalmente se utiliza como elemento que da cuenta de la capacidad de absorción de conocimientos de las firmas. Estas dos últimas variables -gastos en I+D y existencia de equipos formales dedicados a estas actividades- son las más reconocidas como indicador de esfuerzos de innovación en las comparaciones internacionales, dada la disponibilidad de información que existe sobre las mismas en distintos países (Cohen y Levinthal, 1990; Dahlman y Nelson, 1993).

Si bien, tal como se mencionó en la sección anterior, el Manual de Oslo tiene la pretensión de establecer lineamientos para la medición de los procesos innovativos en las actividades primarias, los esfuerzos de innovación descriptos se han desarrollado, fundamentalmente, pensando en y aplicados a, la industria manufacturera. En este marco, su utilización en relación con el sector agropecuario requiere una discusión sobre su pertinencia como indicadores de los esfuerzos realizados por los agentes que desarrollan esta actividad.

A modo de ejemplo, es importante discutir el rol y relevancia de las actividades de I+D en la unidad de

análisis definida para dar cuenta de los procesos de innovación en el sector agropecuario -el productor-, y dadas las características de estas actividades productivas. Así, es esperable que este tipo de actividad sea realizada fundamentalmente por ciertos proveedores de insumos o bienes de capital que luego son utilizados por los productores agropecuarios, pero no por los productores mismos. Como consecuencia de ello, los indicadores vinculados con I+D no parecieran ser pertinentes en el marco de las actividades realizadas en la producción agropecuaria (al menos, no de la unidad productiva promedio).

Por otro lado, tal como se mencionó también en relación con las innovaciones logradas, cabe la posibilidad de que una misma actividad de innovación tenga una naturaleza y una interpretación distinta en el ámbito de la manufactura y en el ámbito de la producción agropecuaria. Tal es el caso de la adquisición de un "bien de capital". Mientras que en el caso de la industria manufacturera existe consenso sobre la mención a máquinas, equipos e instalaciones cuando se refiere a bienes de capital, en el las actividades agropecuarias dicha referencia es más diversa y menos clara que en el caso anterior. Así, por ejemplo, un bien de capital en la producción agrícola puede ser una maquinaria, pero también puede tratarse de una semilla en el caso de aquellas de características autógamias, es decir, aquellas que son capaces de reproducir sus características genéticas a las sucesivas generaciones, permitiendo la divulgación de una nueva variedad sin que se requiera de ninguna habilidad técnica ni conocimiento específico. En este último caso la semilla asume los mismos rasgos que un bien de capital, en tanto se trata de un insumo cuyo consumo no se agota en un ciclo productivo. Tanto en este tipo de semillas como en la maquinaria, el conocimiento viene incorporado en el bien de capital. Por su parte, en la producción pecuaria, un toro puede considerarse un producto o un bien de capital, dependiendo si éste se utiliza para la reproducción o no²⁴. Teniendo en cuenta estas cuestiones, cabría indagar si todos los tipos de acepciones del concepto pueden agregarse en una misma categoría, si son comparables, o si deberían analizarse y considerarse de manera diferencial.

Si bien la problemática planteada por los ejemplos anteriores es distinta, puede sostenerse la necesidad de discusiones similares en torno a cada una de las actividades de innovación enumeradas. Estos replanteos son válidos, incluso, para descartar algunas de las actividades consideradas en relación con la industria manufacturera y para incorporar otras que actualmente no son tenidas en cuenta.

Por caso, más allá de las digresiones realizadas en torno a la adquisición de bienes de capital y los gastos en I+D,

pueden mencionarse también otros ejemplos que permiten dar cuenta de las particularidades que adquieren las categorías de esfuerzos de innovación realizados, en las actividades primarias. Las encuestas analizadas en relación con este tipo de producciones consideran la importancia de la contratación de tecnología o de consultorías para el desarrollo de tareas que son específicas entre las que se destacan la asesoría en monitoreo de plagas y en el cuidado del medio ambiente, entre otros. También son relevantes las actividades orientadas a la contratación de personal especializado para mejorar las tareas técnico-administrativas que permiten realizar registros contables y de producción, o cálculos de margen bruto o de ingreso bruto, para lo que se requiere la utilización de computadoras y/o de software específico para el agro. Por su parte, la incorporación de personal capacitado es asimismo un factor relevante que puede explicar la dinámica innovativa de las unidades de producción. En este caso particular, estas calificaciones refieren especialmente a médicos veterinarios, ingenieros agrónomos, asesores sobre mejoramiento genético, personal de campo e inseminadores, los cuales pueden vincularse a la unidades productivas a través de una relación salarial transitoria o permanente, o de un vínculo familiar.

En particular, puede sostenerse que la innovación en el sector agropecuario puede producirse a partir de tres procesos principales: i) los esfuerzos endógenos intencionales orientados a la obtención de un nuevo producto, proceso y forma de organización o comercialización, lo cual en las actividades industriales se traduciría, por ejemplo, en el desarrollo de I+D interna; ii) las respuestas creativas a circunstancias inusuales e inesperadas que pueden provenir de cambios climáticos, en el mercado u otro tipo, y iii) la difusión de ciertas tecnologías provistas por terceros, donde la innovación sería de carácter exógeno a partir de la incorporación de conocimientos a insumos (pesticidas, semillas, productos alimenticios, etc.) y equipamientos (maquinarias) utilizados en el desarrollo de la actividad productiva. Ambos tipos de innovaciones, de naturaleza distinta, requieren de cierto conocimiento previo y de un proceso de aprendizaje que permita producir y/o adaptar las innovaciones a las condiciones locales y específicas de la producción agropecuaria con la que se trate.

Finalmente, además de identificar el tipo de actividad relevante, resulta importante cuantificar y estimar el monto monetario invertido en este tipo de actividades. En el caso de éstas, esto representa un problema dada la ausencia, en muchas explotaciones agropecuarias, de un seguimiento contable de las actividades, lo que dificulta la captación de los esfuerzos en términos monetarios.

3.3. Los vínculos en los procesos de innovación

La concepción sistémica de la innovación pone en el centro del análisis la dinámica de vinculaciones de los agentes involucrados en estos procesos. En este marco, mucho se ha escrito sobre la importancia de las relaciones establecidas por las empresas manufactureras

24. Otro ejemplo de esfuerzo de innovación es la inversión en genética, la cual involucra, además de la compra de reproductores, la adquisición de embriones, de dosis de semen y nuevas variedades vegetales. Este tipo de actividades son difíciles de encuadrar en el marco establecido para las actividades asociadas con los esfuerzos de innovación en la industria manufacturera, aunque pueden encontrar cierto paralelo en la incorporación de bienes de capital o de I+D externa.

con otros agentes económicos y no económicos, orientadas a incrementar los conocimientos, adquirir capacidades complementarias a las propias y generar innovaciones de producto, proceso, organización y comercialización²⁵.

En su relación con otras dimensiones asociadas a la dinámica de innovación (por ejemplo, variables estructurales que definen las características de las empresas), los indicadores de vinculación con otros agentes del SNI permiten dar cuenta de los determinantes de los distintos patrones de articulaciones entre las firmas y otros agentes. A su vez, los objetivos involucrados en las interacciones posibilitan estudiar la complejidad de las mismas: mientras que la unidireccionalidad evidencia una reducida complejidad que puede asociarse a acciones meramente informativas, la bidireccionalidad permite establecer estructuras de relaciones más complejas (difusión entrante vs. difusión entrante-saliente).

Es así que, los Manuales de Oslo y Bogotá definen un conjunto de prescripciones orientadas a conocer, tanto la existencia como la complejidad de las vinculaciones establecidas por las empresas. Por ende, no solamente se indaga sobre la existencia o no de vínculos, sino que, además, se considera un amplio conjunto de contrapartes -laboratorios públicos, universidades, organismos públicos, clientes, competidores y proveedores- y varios objetivos distintos perseguidos en cada interacción -financiamiento, información, capacitación, asesorías organizacionales, ensayos, asistencia técnica, diseño e I+D-. Los ejercicios de innovación tradicionales, cuando preguntan sobre vinculación, están buscando saber qué clase de vinculación se establece y con quién, ya que esto permitiría dimensionar los flujos de conocimiento y las fuentes de que se nutren las empresas para incorporar innovaciones.

La importancia que tiene cada uno de estos vínculos para potenciar la dinámica de innovación de una empresa difiere en términos de las características y de la actividad. En lo que respecta a los estudios sobre articulaciones entre agentes orientadas a promover el desarrollo de innovaciones en la industria manufacturera (Richardson, 1972; Pavitt, 1984; Malerba y Orsenigo, 2000; entre otros), pueden identificarse especificidades sectoriales en los determinantes sistémicos de la innovación (Milesi, 2006). Como consecuencia de ello, también en este caso vale la pena preguntarse acerca de las especificidades que este tipo de indicadores adquiere cuando se considera el sector agropecuario, particularmente en términos de las contrapartes y los objetivos listados.

En la introducción y en la primera sección de este trabajo se sostuvo la importancia que adquieren en las actividades agropecuarias los 'paquetes tecnológicos' ofertados por una compleja red de proveedores externos

25. Tanto los vínculos, como las fuentes de información y financiamiento para la innovación que serán presentados en los próximos apartados, suelen trabajarse en las encuestas de innovación como conocimientos para la innovación, **aunque diferenciándolos claramente de los esfuerzos o actividades propiamente dichas**. Este carácter de insumo se relaciona con la importancia asignada a estos elementos en tanto aspectos complementarios que permiten concretar la actividad innovadora.

que suministran, cada uno de ellos, algunas partes de la tecnología necesaria. En este marco, las vinculaciones orientadas a adquirir asistencia técnica o complementariedad de capacidades pueden lograr una mayor importancia que en otras actividades productivas. Por su parte, objetivos tales como el diseño y la I+D pueden mostrar una menor relevancia relativa, mientras que asesorías vinculadas con innovaciones en proceso no son consideradas pero adquirirían gran importancia en estos contextos productivos y de innovación. En este marco, las encuestas analizadas permiten identificar algunos objetivos relevantes en las vinculaciones con otros agentes en el marco de las actividades primarias entre las que se encuentran aportar ideas innovadoras, brindar y acceder a información oportuna y relevante, ofrecer buenos precios, hacer accesibles ciertos recursos y proveer know how.

Algo similar puede sostenerse en torno a las contrapartes involucradas. En el contexto definido en el párrafo anterior, los insumos provistos por empresas especializadas son sumamente relevantes para que los productores puedan desarrollar innovaciones. De esta manera, pueden identificarse vinculaciones con algunos agentes cuya relevancia se circunscribe a la actividad²⁶.

Es dable destacar que los proveedores de insumos críticos pueden recibir aportes de conocimiento provenientes de agentes tales como universidades y laboratorios públicos, pese a que la vinculación directa entre estos agentes y los productores suele ser escasa o nula. Como consecuencia de ello, el vínculo establecido es indirecto.

Así, de manera similar a lo que sucede con la industria manufacturera, resulta importante considerar las vinculaciones y contactos informales que se establecen entre los agentes, pero más relevantes aún son los intercambios indirectos orientados al desarrollo de innovaciones que se entablan, por ejemplo, entre un productor y un laboratorio de I+D, mediado por la relación entre este último y un proveedor especializado.

3.4. Las fuentes de información para la innovación

El análisis de los procesos de innovación en la industria manufacturera ha puesto de manifiesto la existencia e importancia de distintas fuentes de información para la generación de nuevos conocimientos. Estas fuentes proveen información de tipo técnico, comercial y productivo, entre otros, que permite definir y realizar la actividad de innovación. Algunas de estas fuentes han sido relevadas e incluidas por los Manuales en la definición de los lineamientos para el estudio de las dinámicas innovativas. En particular, pueden distinguirse fuentes internas y externas. Estas últimas presentan una fuerte heterogeneidad que se relaciona tanto con el contenido de la información, como con el agente proveedor de la misma. En términos generales, Oslo y Bogotá se concentran

26. Entre los cuales se destacan los "vendedores" de productos agropecuarios, los veterinarios, los centros de inseminación artificial, los bancos de semen, los corredores de cereales, los acopiadores y los consignatarios.

fundamentalmente en el agente proveedor y realizan una asimilación -no siempre acertada- entre éste y el contenido de la información. Así, identifican como fuentes de información relevantes -además de las internas- a aquellas que provienen de otras empresas, instituciones, consultores, ferias, revistas, bases de datos e Internet.

Es posible pensar que las particularidades de las actividades agropecuarias conducen a la necesidad de proponer fuentes de información específicas para la innovación o, al menos, que tienda a asignársele a cada una de las consideradas una importancia relativa diferente a la evidenciada en la industria manufacturera. Así, por ejemplo, puede sostenerse que el fuerte componente de ciencia básica existente en las innovaciones de producto -que para el productor pueden derivar en innovaciones de proceso-, a partir de las mejoras en especies y del desarrollo de variedades animales y vegetales, requiere de una mayor participación y de un mayor aporte de conocimientos por parte de instituciones científico/tecnológicas (tales como los Institutos Nacionales de Tecnología Agropecuaria y/o Agroindustrial existentes en cada uno de los países) o de los proveedores de insumos agropecuarios, que de medios 'indirectos' tales como revistas especializadas, publicaciones, exposiciones, congresos, seminarios, bases de datos o Internet. Esto se debe también a las fuertes especificidades locales de cada una de las producciones consideradas, donde las características del bioma afectan -y en algunos casos determinan- el tipo de producto ofrecido. En este marco, la transferencia de conocimientos preexistentes en otras regiones es menos probable que en otras actividades productivas en las que el ambiente productivo natural adquiere menor impacto relativo en la definición del producto final.

Sumadas a estas, pueden identificarse a partir de las encuestas analizadas un conjunto de fuentes de información particulares y específicas a este tipo de actividades. Así, aparecen agentes y fuentes que no están normalmente incluidos en las encuestas de innovación pensadas para la industria manufacturera tales como los servicios de extensión, los familiares, los vecinos, los programas específicos de TV o radio (canal rural), las visitas a otras explotaciones, las publicaciones de proveedores de insumos y las visitas a campos de experimentación.

3.5. Las fuentes de financiamiento para la innovación

La innovación es un proceso costoso que demanda tiempo, por lo que debe garantizarse que a lo largo de todo su desarrollo existan los recursos necesarios para sostenerlo. En este marco, cobra importancia la forma en la que se financian estas actividades. El financiamiento forma parte de un proceso de asignación de recursos que deben disponerse entre usos alternativos. Los medios con los que se financia el desarrollo de innovaciones pueden ser múltiples y dependen de distintos factores que están asociados con la propia actividad innovativa y con las características de los agentes financistas y financiados.

La procedencia de los recursos económicos invertidos en el desarrollo de actividades de innovación también es un

aspecto retomado por los Manuales de Oslo y Bogotá. Ambos instrumentos consideran la importancia adquirida por distintas fuentes de financiamiento para solventar el desarrollo de innovaciones. La primera gran diferenciación establecida es entre las fuentes internas (aportes de capital, reinversión de utilidades) y las fuentes externas (otras empresas, instituciones, banca comercial y organismos internacionales, entre otras).

Si bien esta diferenciación de fuentes puede ser útil para dar cuenta del financiamiento de la innovación en el sector agropecuario, la propia estructura en torno a la cual se articulan estas actividades requiere especificidades también en las líneas de financiamiento, por lo que resulta necesario evaluar cuáles son los mecanismos pertinentes a relevar para entender la dinámica de financiamiento de los procesos de innovación en estas actividades. Por ejemplo, el rol que juegan en la financiación de cada cosecha los grandes proveedores de insumo al adelantar los mismos, y cobrar al momento de la siembra, es sumamente relevante, ya que juega un rol determinante sobre el paquete tecnológico a implementar²⁷. En este contexto, los proveedores de insumos y equipos son la fuente de financiamiento por excelencia en este tipo de actividades. Por su parte, otras fuentes consideradas en el financiamiento a la innovación en la industria manufacturera -tales como los bancos y las cooperativas-, adquieren en este caso una importancia marginal. Por el contrario, parece alcanzar cierta importancia relativa la financiación a través de familiares/amigos y de contratos adelantados (con ventas a futuro de la producción).

3.6. Objetivos-Incentivos e impacto de la innovación

El estudio de los procesos de innovación no solamente involucra el análisis de los esfuerzos y los resultados obtenidos, sino que también implica comprender las motivaciones que conducen a tomar la decisión de innovar y los impactos esperados a partir de este proceso.

Los lineamientos establecidos por los Manuales de Oslo y Bogotá en relación con estas dimensiones establecen que por objetivos e/o incentivos se entienden a las razones por las cuales las empresas deciden innovar, mientras que en el conjunto de los impactos evalúan los efectos de las innovaciones sobre distintos indicadores de desempeño de la empresa. El cumplimiento de los objetivos perseguidos en la decisión de encarar un proceso de innovación intenta estimarse a partir de la medición del impacto de las innovaciones logradas. En este sentido, objetivos e impactos pueden evaluarse a partir del análisis de los mismos factores pero desde perspectivas analíticas/temporales diferentes.

En el caso de la industria manufacturera, la definición de objetivos y la evaluación de impacto se realizan teniendo en cuenta distintos aspectos vinculados a los productos, a los procesos productivos, al posicionamiento en el mercado y a la organización del lugar de trabajo, entre

27. Esta modalidad de financiamiento lleva a un efecto lock-in de la tecnología a utilizar, ya que quien financia (el proveedor) termina definiendo la tecnología a utilizar -en lugar de la empresa que produce-.

otras cuestiones. Mientras, las motivaciones para innovar por parte de los productores agropecuarios pueden obedecer a cambios de las condiciones climáticas o del medio ambiente, razones de mercado (cambios en los patrones de demanda), cambios en el modelo tecnoproductivo imperante, cambios en las regulaciones ambientales, u otros motivos particulares a la producción agroindustrial. En este contexto, resulta interesante investigar los tipos de razones más frecuentes que motivan innovaciones en la esfera de la actividad agropecuaria.

3.7. Obstáculos a la innovación

De manera similar a lo expuesto en relación con los objetivos para innovar y los impactos esperados, es posible realizar algunas precisiones relacionadas con los obstáculos que los agentes encuentran para desarrollar el proceso de innovación. Por obstáculos, los Manuales analizados consideran a todos aquellos factores o razones que retardan o inhiben el desarrollo de innovaciones. Dichos factores pueden ser de diferentes tipos, encontrándose entre ellos los de carácter microeconómico, los vinculados a costos, los relacionados con el mercado y los derivados de los aspectos jurídico-institucionales que rigen el funcionamiento económico y las relaciones entre agentes.

También en este caso cabría realizar un análisis pormenorizado de la pertinencia para el sector agropecuario de los factores considerados en el análisis de la industria manufacturera, adaptándolo a las particularidades propias del sector, sobre el supuesto de la existencia de distintas cuestiones que inciden negativamente en la decisión de innovar. Un punto de partida que se deriva de las encuestas mencionadas puede encontrarse en las dificultades existentes para utilizar/incorporar una tecnología o un proceso productivo específico (siembra directa), o sobre las particularidades propias de la producción agropecuaria (como ciertos obstáculos específicos relacionados con los problemas del suelo y el ahorro de fertilizantes).

3.8. La protección de las innovaciones

La última dimensión a tener en cuenta para analizar los procesos innovativos se asocia con las formas en la que los agentes protegen los nuevos conocimientos generados. En particular, se trata de la capacidad de las empresas de apropiarse de los beneficios derivados de las actividades desarrolladas y de los resultados obtenidos.

Las patentes son el instrumento por excelencia utilizado para dar cuenta, simultáneamente, de la existencia de resultados y de la protección de innovaciones en la industria manufacturera. Sin embargo, su aplicación limitada a nuevos productos o procesos condiciona su funcionalidad en el caso de países de menor desarrollo relativo en los que, tal como ya se mencionó, las innovaciones más frecuentes tienden a expresarse en formas de organización o comercialización, o de adaptaciones de productos o procesos existentes, todas situaciones en las que la patente no es aplicable. En este marco, la utilización de distintos indicadores sustentados

en las patentes -solicitud y obtención, tasa y lugar de patentamiento, entre otros- poseen restricciones para dar cuenta de los resultados del proceso de innovación y para proteger el conocimiento generado a partir del mismo. Como consecuencia, los países de la región requieren contar con otros instrumentos (formales e informales) que permitan proteger los nuevos conocimientos de posibles imitaciones los cuales, pese a esto, aún no han sido incorporados de manera específica y recurrente en las encuestas de innovación de la región. Entre ellos se encuentran otros mecanismos de propiedad intelectual (modelo de utilidad, diseño industrial, marcas) y mecanismos no formales (secreto, llegar primero, control de canales de distribución).

En el caso de las actividades agropecuarias, la inclusión de mecanismos de protección alternativos que excedan a las patentes, es particularmente relevante, por diversos motivos. En primer lugar, debido a la ya mencionada complementariedad entre distintos tipos de innovaciones que tienen lugar en el marco de formas organizacionales que no se centran en un agente en particular, sino en un conjunto de agentes interrelacionados. Como consecuencia de ello, se requiere explorar la utilización de mecanismos de protección de las innovaciones que no se restrinjan a asegurar los beneficios derivados de la innovación en un segmento de la cadena, sino que permita garantizar los derechos de todos los agentes involucrados en el proceso de innovación.

En segundo lugar, las características productivas y de desarrollo de innovaciones propias de estas actividades requieren mecanismos específicos de protección de conocimientos. La actividad innovativa aplicada al mejoramiento vegetal tiene propiedades y repercusiones económicas que las diferencian del ámbito industrial. En primer lugar, las innovaciones recaen sobre seres no inertes y el proceso innovativo se basa en la modificación de entidades pre-existentes en la naturaleza a través de la implementación de un conjunto de técnicas conocidas. Estas características amplían el concepto de invención a productos que no son totalmente nuevos para el hombre, sino que son versiones mejoradas de productos ya existentes en la naturaleza que permiten obtener una ventaja técnica o económica respecto a los originales y que, además, son seres vivos que pueden modificarse o alterarse en el tiempo. En segundo lugar, surgen problemas de apropiación y difusión diferentes a los que habitualmente se estudian para los casos de bienes industriales. La posibilidad de que el mejorador de variedades vegetales (fitomejorador u obtentor) alcance el beneficio económico que perseguía al invertir recursos económicos y técnicos en la obtención de nuevos cultivares se ve amenazado por:

- la naturaleza reproductiva de algunas variedades vegetales (especies autóгамas) que al reproducir sus características genéticas a las sucesivas generaciones permiten la divulgación de una nueva variedad sin que se requiera de ninguna habilidad técnica ni conocimiento específico por parte del hombre;

- la práctica tradicional del agricultor de guardar semilla para asegurar su subsistencia -población campesina- o

volver a sembrar el grano de su cosecha en posteriores siembras -agricultura moderna-, sin tener que pagar derechos adicionales al obtentor de la variedad;

- la posibilidad de que terceros realicen nuevas variedades valiéndose de la propia sin pagar derechos por ello.

Los problemas de difusión y apropiación que se plantean en el caso del mejoramiento vegetal suscitan la búsqueda de instrumentos acordes para fomentar el progreso tecnológico de esta actividad. Existen actualmente dos alternativas posibles para proteger las variedades vegetales, según se trate de un gen o un ser vivo: las patentes y los derechos de obtentor (DOV) (protección de tipo sui generis). El primero es simplemente la aplicación de un mecanismo pre-existente e ideado para otro tipo de bienes al ámbito de las variedades vegetales, mientras que el segundo fue creado especialmente para estas actividades. En ambos casos, es necesario diseñar mecanismos específicos que permitan garantizar la cierta apropiación del conocimiento en relación con las producciones agropecuarias.

CONCLUSIONES

En este trabajo se han presentado distintos elementos que permiten dar cuenta, tanto de las dificultades existentes en la medición, como de las especificidades de la innovación en las actividades agropecuarias. Para ello, se comenzó por describir, las principales transformaciones operadas en el contexto productivo y organizativo de estas actividades, recogiendo fundamentalmente los cambios derivados de la incorporación tecnológica y de la implementación de modelos de producción en red.

Luego, se analizaron los principales instrumentos utilizados para dar cuenta de distintas dimensiones involucradas en la medición de las actividades de innovación de acuerdo a los lineamientos establecidos por los Manuales de Oslo y Bogotá, en paralelo a la evolución del tratamiento de la innovación específicamente sobre el sector agropecuario. Tal como se destacó, estas herramientas han encontrado su principal campo de aplicación hasta el momento en la industria manufacturera, mientras que en las actividades agropecuarias y de servicios la utilización ha sido considerablemente menor.

A continuación, y luego de presentar las dimensiones y variables consideradas para la medición de los procesos de innovación, especialmente en el contexto latinoamericano, las mismas fueron discutidas teniendo en cuenta las particularidades de las actividades agropecuarias. Esta tarea se realizó considerando un conjunto de encuestas desarrolladas en Argentina que indagan sobre la dinámica productiva de este sector y, en este sentido, aportan algunas consideraciones iniciales para la medición de la innovación en las actividades agropecuarias.

Las principales conclusiones que surgen de este análisis son las siguientes:

- Si bien los lineamientos establecidos por los Manuales mencionados aportan elementos básicos y fundamentales para dar cuenta de la medición de la innovación, en el caso particular del sector agropecuario es necesario realizar adaptaciones que permitan captar las especificidades de éstas actividades.

- Existen dificultades para definir “las” características de los procesos de innovación en las actividades agropecuarias dada la gran heterogeneidad de producciones y situaciones incluidas en las mismas. Como consecuencia de ello, es posible identificar dinámicas innovativas y elementos de medición asociados a las mismas que son específicos de cada una de las actividades incluidas tradicionalmente en la idea de “lo agropecuario”. Si bien diferencias similares pueden encontrarse en distintos sectores productivos, en el caso de estas actividades se tornan particularmente relevantes por el hecho de que dentro de un mismo predio usualmente se desarrolla más de un tipo de producción.

- El carácter biológico de las producciones consideradas requiere considerar la importancia de las especificidades locales, dadas las especificidades de clima y bioma en los que se desarrollan estas actividades. Complementariamente, es preciso tener en cuenta las particularidades de los sistemas de innovación, en tanto éstos inciden en la forma en la que se adoptan y difunden las tecnologías que permiten incrementar la productividad, la calidad y, por ende, la competitividad de estas actividades.

- Algunos indicios de cómo medir los procesos innovativos en el sector agropecuario pueden extraerse de encuestas ya realizadas con otras finalidades, tales como la captación de la dinámica de producción y las demandas específicas de estas actividades hacia el sistema público. Sin embargo, así como las encuestas de innovación tradicionales presentan dificultades para recoger la información del sector, estos ejercicios al no ser diseñados para tal fin tampoco son sustituto. Sigue vigente el desafío por construir una herramienta apropiada para medir la innovación en el sector.

- Por esto, es necesario ampliar el conjunto de preguntas dado que ciertas dimensiones clave, tales como el tipo de esfuerzos, los obstáculos y los vínculos necesarios para el desarrollo de la innovación, están aún ausentes o son débilmente tratados en estos relevamientos.

Como consecuencia de lo anterior, este estudio pone de manifiesto la necesidad de generar indicadores específicos que permitan analizar la forma en la que se desarrollan y difunden las innovaciones en las actividades de base biológica. Para ello, no solamente es necesario el desarrollo metodológico, sino también la instrumentación de relevamientos que busquen captar las especificidades de éstas frente a otras producciones, lo cual implica reconocer su importancia como actividad productiva generadora de valor.

BIBLIOGRAFÍA

- Anlló, G., Bisang, R. y Campi, M. (2010) "Organización del agro. La transición de un modelo de integración vertical a las redes de producción agrícolas", en: Reza, L.; Lema, D. y Flood, C., El crecimiento de la agricultura argentina. Medio siglo de logros y desafíos, Editorial Facultad Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Anlló, G., Bisang, R. y Campi, M. (2009) "Cadenas de valor en la agro-industria", en: Kosacoff, B. y Mercado, R., La Argentina ante la nueva internacionalización de la producción. Crisis y oportunidades, PNUD-CEPAL, Buenos Aires.
- Anlló, G., Bisang, R., Campi, M. y Albornoz, I. (2009) Innovación y competitividad en tramas globales. Documento de proyecto. CEPAL, Santiago de Chile.
- Arrow K (1968) "Classificatory Notes on the Production and Transmission of Technical Knowledge", *American Economic Review*, 81, 29-35
- Banco Mundial (2006); Enhancing Agricultural Innovation: How to Go Beyond the Strengthening of Research Systems.
- Barsky, O. y Dávila, M. (2008), La rebelión del campo. Historia del conflicto agrario argentino, Buenos Aires, Ed. Sudamericana, Buenos Aires.
- 104 Bisang, R. (2008), "La agricultura argentina: Cambios recientes, desafíos futuros y conflictos latentes", Fundación Real Instituto Elcano, España, agosto.
- Bisang, R., Gutman, G., Lavarello, P., Sztulwark, S. y Díaz, A. (comp.) (2006), Biotecnología y desarrollo. Un modelo para armar en la Argentina, Prometeo, Buenos Aires.
- Bisang, R. y Sztulwark, S. (2009), "Rentas económicas e inserción en cadenas globales de valor. El caso de la agro-industria argentina", en: Dabat, A., Pozas, M. A. y Rivera Ríos, M., Redes globales de producción, rentas económicas y estrategias de desarrollo. El papel de América Latina, UNAM, México, en prensa.
- Campi, M. (2008), Cambios históricos en la frontera agraria pampeana. La tecnología y el uso de la tierra, Tesis de Maestría en Investigación Histórica, Universidad de San Andrés.
- CEPAL, 2009, La sociedad de la información en América Latina y el Caribe. Desarrollo de las tecnologías y tecnologías para el desarrollo, editado por Peres W. y Hilbert M.; Santiago de Chile.
- Cloquell, S. (coord.), Albanesi R., Propersi, P. Preda G. y De Incola M. (2007), Familias rurales. El fin de una historia en el inicio de una nueva agricultura, Buenos Aires, Homo Sapiens.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1990). "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation." *Administrative Science Quarterly* 35: 128-152.
- Dahlman, C. y R. Nelson (1993), "Social Absorption Capability, National Innovation Systems and Economic Development", presentado en la UNU/Intech Research Conference, Maastricht, Junio.
- de Martinelli, G. (2008), "Pools de siembra y contratistas de labores. Nuevos y viejos actores sociales en la expansión productiva pampeana reciente". ", en: Balsa, J., Mateo, G. y Ospital, M. (Comp.), Pasado y Presente en el Agro Argentino, Buenos Aires, Luminere.
- Dicken, P. (2003), *Global shift: transforming the world economy*, Guilford Press, Nueva York.
- Ekboir, J. y Parellada, G. (2002), "Public-Private Interactions and Technology Policy in Innovation Processes for Zero Tillage in Argentina", en: Byerlee, D. y Echeverría, R. (Eds.), *Agricultural Research Policy in an Era of Privatization*, Londres, CABI.
- Farina, E. y Zylbersztajn, D. (2003), "Economics of Networks and Partners of Competition un Food and Agribusiness", Facultad de Economía, Administración y Contabilidad, Departamento de Administración, Universidad de San Pablo, Documento de Trabajo N° 03/027.
- Freeman, C. (1988) "The economics of technical change". En: D. Archibugi; J. Michia (eds). *Trade growth and technical change*. Cambridge University Press.
- Freeman, C. y Perez, C. (1984), "Long waves and new technology", *Nordisk Tidsskrift for Politisk Ekonomi*, 17: 5-14.
- Gereffi, G. (1996), "Global Commodity Chains: New Forms of Coordination and Control among Nations and Firms in International Industries", *Competition and Change*, Vol. 1, N° 4.
- Gereffi, G., Humphrey, J. y Sturgeon, T. (2005), "The governance of global value chains", *Review of International Political Economy*, Volume 12, Issue 1.
- Giuliani, E., Pietrobelli, C. y Rabbellotti, R. (2005), "Upgrading in global value chains: Lessons from Latin American Clusters", *World Development*, 33 (4), 549-573.
- Gregg J., Hassell C. y Richardson J.T. (1964) "Mathematical Trend Curves: An Aid to Forecasting", Oliver and Boyd, Edinburgo
- Griliches Z (1957) "Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technical Change", *Econometrica*, 25, 501-522
- Hall, A. (2007) "Challenges to Strengthen Agricultural Innovation Systems: Where do we go from here?", Paper presented at the Institute of Development Studies, University of Sussex, UK.
- Jamison D y Lau L (1982) "Farmer education and Farm Efficiency", Johns Hopkins University Press

- Kaplinsky, R. (2000), "Globalization and Unequalization: what can be learned from value chain analysis", *The Journal of Development Studies*, Vol. 37, N° 2.
- Kaplinsky, R. y Morris, M. (2000), "A handbook for value chain research", Prepared for the IDRC.
- Kline, S. and N. Rosenberg (1986). "An Overview of Innovation". "The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth". R. Landau and N. e. Rosenberg, National Academies Press, Washington D.C.
- Lattuada, M. (1996), "Un nuevo escenario de acumulación", *Realidad Económica*, Nro 139.
- Lin, JY (1991), "Education and innovation adoption in agriculture: evidence from hybrid rice in China"; *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 73, No. 3 (Aug., 1991), pp. 713-723; Blackwell Publishing en nombre de Agricultural & Applied Economics Association.
- Lundvall, B.A. (1992) *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.
- Maddala, G.S. "Econometrics" McGraw-Hill, Nueva York, 1977.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (2000). "Knowledge, Innovative Activities and Industrial Evolution." *Industrial and Corporate Change* 9(2): 289-314.
- Milesi, D. (2006) *Patrones de Innovación en la Industria Manufacturera Argentina: 1998-2001*. Documento de Trabajo N° 1. LITTEC-UNGS.
- Norris P y Batie P (1987) "Virginia Farmer s Soil Conservation Decisions: An application of Tobit Analysis", *Southern Journal of Agricultural Economics* 19, 79-90.
- OECD (1992), *Technology and the Economy: The Key Relationship*, París.
- OCDE (2003) *Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*, "Manual de Frascati", París.
- OCDE (2006) *Principios básicos propuestos para la recogida e interpretación de datos de innovación tecnológica*, "Manual de Oslo", 3ª Edición, París.
- Pavitt, K. (1984) "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, 13, 343-374.
- Pérez, C. (2009), "Technological revolutions and techno-economic paradigms", TOC/TUT, Working Paper N° 20.
- Posada, M. y Martínez de Ibarreta, M. (1998), "Capital financiero y producción agrícola: Los pools de siembra en la región pampeana", *Realidad Económica*, Nro 153.
- Rahm M y Huffman W "The Adoption of Reduced Tillage: The Role of Human Capital and Other Variables", *American Journal of Agricultural Economics* 66, 405-413.
- Richardson, G. (1972). "The Organisation of Industry." *Economic Journal* 82: 883-896.
- Rothkopf, G. (2008), *A blueprint for green Energy in the Americas. Featuring: The Global Biofuels Outlook 2007*. BID, Washington.
- Schumpeter, J. (1912/1934) *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schumpeter, J. (1942) *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Harper.
- Sharif M y Ramanathan K (1981) "Binomial Innovation Diffusion Models with Dynamic Potential Adopter Population" *Technological Forecasting and Social Change* 20, 63-87.

2.3 PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA. INDICADORES DE ACTITUDES ACERCA DEL RIESGO Y LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA

El presente informe ha sido elaborado a pedido de la RICYT por un equipo de trabajo coordinado por el Mg. Carmelo Polino y contó con la colaboración de la Lic. Dolores Chiappe del Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior (REDES).

INTRODUCCIÓN

La percepción del riesgo y la participación ciudadana son dos temas clave para las políticas de ciencia y tecnología contemporáneas. La politización de la ciencia, su visibilidad, e impacto social, en el cual cuentan consecuencias no deseadas de la implementación de tecnologías, han agudizado los conflictos en relación al desarrollo científico tecnológico y su gestión política. Como exponentes de estos profundos cambios en la relación ciencia, tecnología y sociedad durante el último cuarto del siglo XX, las propuestas de democratización participativa están llegando a las instituciones científicas. Jasanoff (2004) asegura que éstas han sido las condiciones para que el término ciudadanía cobrara fuerza en el ámbito científico-tecnológico. En las instituciones científicas, alrededor del mundo, proliferan debido a esto los discursos y las prácticas para incluir la “voz ciudadana” en la definición y gestión de las políticas públicas. Se promueven mecanismos variados de distinta índole y alcance: conferencias de consenso, encuestas de opinión, audiencias públicas, referéndums, gestiones negociadas, etc. En dichos intentos, no exentos de conflictos acerca de su legitimidad, extensión y capacidad de incidencia en la política, se trata de que la categoría público no quede restringida al marco analítico tradicional como consumidor de los productos científico-tecnológico en el mercado o lector de las obras culturales de la tradición divulgativa. Se trata de otorgarle un estatuto de ciudadano.

Los indicadores colectados en las encuestas de opinión pública ofrecen información actualizada acerca de las ventajas y restricciones del fenómeno participativo en ciencia y tecnología; principalmente en lo que atañe a uno de los temas más íntimamente relacionados con la participación ciudadana como lo es la percepción social del riesgo (ambiental, sanitario, económico y/o social) que acompaña al desarrollo tecnocientífico. En este artículo

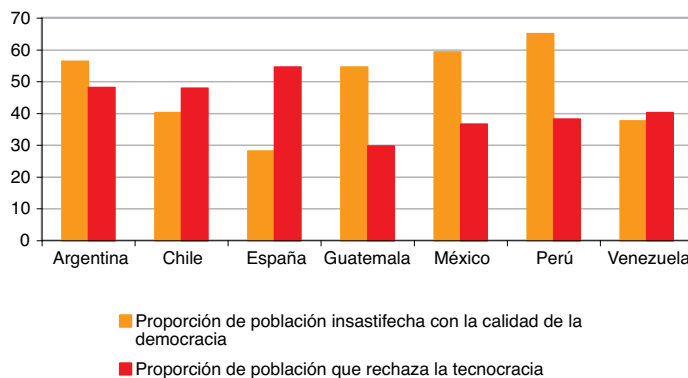
repasamos indicadores disponibles vinculados a riesgo y participación ciudadana, tomando como base distintos estudios de encuesta a escala nacional (Argentina, Brasil, Colombia, España, Estados Unidos, etc.), regionales (Iberoamérica y Europa) e internacionales (World Values Survey). Se mostrará que la participación ciudadana es un fenómeno que las personas reconocen como de creciente interés público, y que la percepción del riesgo admite complejidad, contradicciones y visiones críticas que dan cuenta de una cierta madurez en torno a los impactos sociales de la ciencia y la tecnología. Los indicadores suponen, de esta manera, un insumo valioso para la orientación de las políticas públicas en ciencia y tecnología. Por eso, finalmente, se plantea la necesidad de que en Iberoamérica se afiance el proceso de producción regular de indicadores de percepción social de la ciencia y la tecnología. Esto conduce necesariamente al planteo de avanzar en paralelo en el proceso de armonización metodológica que mejore la confiabilidad y comparabilidad de los indicadores registrados.

1. PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y POLÍTICAS PÚBLICAS

El ejercicio del poder en las democracias contemporáneas está atravesando fuertes tensiones. La democracia representativa se está transformando debido a la emergencia de formas deliberativas de participación política. Están surgiendo nuevas modalidades de representación y ejercicio del poder, basadas en la búsqueda de mecanismos más abiertos, menos centralizados y jerárquicos para la gestión de los asuntos públicos. Las administraciones intentan, de algún modo, incluir a la ciudadanía en la gestión de la política y es, al mismo tiempo, la población la que reclama la existencia de mecanismos participativos (muchas veces en base a reclamos y movilizaciones sociales con altos niveles de conflictividad). En las encuestas hay indicios que remiten

a la necesidad de reorientar las prácticas democráticas. De acuerdo, por ejemplo, a los datos proporcionados por la última aplicación del World Values Survey (2005-2007),¹ la mitad de los entrevistados de los siete países de Iberoamérica donde se incluyó una pregunta sobre calidad democrática se muestran insatisfechos con la situación en sus países. Hay, no obstante, una diferencia importante en la distribución de estas proporciones según el país que se considere. Los niveles de insatisfacción alcanzan el 60% en las poblaciones de Perú y México, seguidas por Argentina, y se ubican en torno al 40% en Chile y Venezuela. Entre los países de la lista, sólo en España la mayoría de la población se encuentra razonablemente satisfecha o muy satisfecha con la democracia (**Gráfico 1**).

Gráfico 1. Calidad democrática y tecnocracia



En la misma medida, cuando se consulta a los ciudadanos por la organización de la toma de decisiones para los asuntos públicos, hay proporciones muy significativas de la población que rechazan la implementación de formas de gestión tecnocrática, basada en el juicio de los sistemas expertos, como sustituto de la política. Más de la mitad de la población española opina que no es correcto que los saberes expertos deban reemplazar a los gobiernos como tomadores de decisión. Niveles similares de rechazo se advierten en Argentina y Chile (del orden de la mitad de los encuestados). Y esta misma tendencia, aunque en una proporción menor pero suficientemente destacable, en la medida en que alcanzan a un tercio aproximado de los ciudadanos, se encuentra también en México, Perú y Venezuela. Considerando ambos atributos, podríamos decir entonces que España es el único de estos países donde el balance democrático es satisfactorio y donde, al mismo tiempo, está más presente la negativa a la tecnocracia. Guatemala y Perú representan, por el contrario, el espejo invertido de la situación española: allí estaría la mayor aceptación de los sistemas expertos y la menor complacencia respecto a la calidad de sus democracias. En Argentina, Chile y Venezuela las proporciones son sustancialmente similares (Gráfico 1).

Aún con los recaudos que es necesario considerar, la deliberación parece haberse transformado en un reclamo por una “verdadera esencia” democrática: el “giro deliberativo” estaría representado por una preocupación acerca de la autenticidad de la democracia y el

control sustantivo -no meramente simbólico- de ésta por ciudadanos comprometidos. La deliberación pone el acento en el proceso colectivo para resolución de problemas sociales y de gestión y toma de decisión política. Abelson y colaboradores (2003) señalan cinco virtudes del involucramiento ciudadano para la toma de decisiones: 1) compartir opiniones de una forma que las votaciones no permiten; 2) generar y considerar un amplio rango de opciones o nuevas alternativas que anteriormente podrían no haberse considerado; 3) fortalecer propuestas en beneficio público, antes que en virtud de intereses particulares; 4) incrementar la legitimidad de las decisiones tomadas y facilitar su implementación; 5) mejorar las cualidades morales e intelectuales de los participantes.

La participación en ciencia y tecnología no es entonces un fenómeno aislado ni exclusivo. En rigor, sólo es comprensible dentro de este marco histórico-político más amplio en el cual se están redefiniendo las fronteras de las relaciones de poder, los criterios de representatividad y la calidad de las democracias contemporáneas. La participación y el involucramiento público forman parte de recursos y discursos que buscan legitimar el orden democrático y recomponer las relaciones políticas en la sociedad. Cada vez resulta más difícil para los poderes políticos actuar al margen del escrutinio público (donde cabe desde el reinado de las encuestas a los métodos de consulta y gestión participativa), como también al poder económico colocar innovaciones en el mercado, ignorando las preferencias y expectativas de los consumidores.

El estudio Iberoamericano de 2007 (FECYT-OEI-RICYT, 2009) mostró que la amplia mayoría de los encuestados entre los pobladores de grandes urbes reclama que los ciudadanos sean escuchados y su opinión tenida en cuenta. En algunos estudios nacionales que cuentan con estas preguntas también se advierte dicha cuestión: por ejemplo, el 70% de los panameños (SENACYT, 2008) opina que la población debe ser escuchada cuando hay que tomar decisiones de gran escala e impacto. En Brasil esta proporción llegaba al 63% de la población (MCT, 2006).

1. La World Values Survey (WVS) es una amplia encuesta demoscópica que forma parte de una investigación sobre cambio sociocultural y político llevada a cabo por una red de científicos sociales de todo el mundo. Han existido hasta la fecha cinco ediciones de esta encuesta (1981, 1990-1991, 1995-1996, 1999-2001, y 2005-2007). La última aplicación del estudio se hizo a muestras representativas de población de 57 países de todas las regiones del mundo. Quienes impulsan el estudio permiten el acceso a las bases de datos y la utilización de la información para fines académicos y pedagógicos. Más información puede encontrarse en: www.worldvaluessurvey.org/

En Europa la situación parece ser la misma y se manifiesta con la misma intensidad que en Iberoamérica. Los últimos dos barómetros de ciencia y tecnología, 2005 y 2010, ponen de manifiesto que entre los europeos hay un acuerdo amplio acerca de que el público debería ser escuchado y su opinión tenida en cuenta. En el Eurobarómetro 2005, por ejemplo, siete de cada diez entrevistados demanda mayor acceso a la toma de decisiones políticas sobre ciencia y tecnología. Los datos no varían significativamente al observar el comportamiento de distintas variables sociodemográficas. El reporte destaca, únicamente, que el público más informado parece tener mayor aceptación del involucramiento ciudadano en el proceso de decisiones políticas sobre ciencia y tecnología.

Los movimientos a favor de la participación democrática no implican necesariamente la extinción de los mecanismos tecnocráticos ni, tampoco, el desprestigio del saber experto: las encuestas europeas también ponen en evidencia que junto al reclamo de mayor acceso la mayoría también prefiere que sea el juicio experto el que prevalezca en la toma de decisiones. Dos tercios de los europeos prefieren que las decisiones sean tomadas sobre la base de decisiones expertas. Al mismo tiempo, también en el estudio iberoamericano de 2007 se podía observar que, como ocurría en Europa, dos tercios (seis de cada diez) de los entrevistados prefieren que los problemas sociales que se derivan de la ciencia y la tecnología sean atendidos y decididos sobre la base de juicios expertos. Esta evaluación permanece estable si se analizan distintas variables sociodemográficas: no hay diferencias significativas por género, edad, nivel educativo o hábito informativo, por ejemplo. Expresiones en esa línea también se advierten en Estados Unidos. En 2006, la Universidad de Chicago aplicó una encuesta nacional donde se consultó a la población acerca de cuánta influencia deberían tener ciertos grupos expertos de científicos (entre ellos médicos y economistas) en la toma de decisiones sobre cuatro temas de primer orden en la agenda pública en relación a otros actores sociales. Los temas considerados eran calentamiento global, investigación con células madre, el incremento en las tasas de ingreso federal y los alimentos genéticamente modificados. De acuerdo con la interpretación de los datos publicados por la National Science Foundation (2010), los norteamericanos consideraron que los científicos, comparados con otros actores sociales (por ejemplo, líderes del gobierno, los negocios o reconocidos religiosos), deberían tener una influencia importante a la hora de orientar las decisiones políticas sobre estos temas. Con pocas excepciones, dice el reporte de la NSF, las respuestas no difieren de forma acentuada entre distintos grupos sociodemográficos.

2. CIENCIA, TECNOLOGÍA Y RIESGO

El riesgo y la percepción que tienen de él los individuos proporcionan otra interesante vía de análisis para comprender las dinámicas que se establecen en la actualidad entre política, ciencia, tecnología y sociedad. La construcción social del riesgo ha sido intensamente

estudiada desde la sociología por varios autores, entre ellos cabe destacar a Beck (1996, 1999, 2008) Giddens (1990, 1996) y Luhmann (1996), quienes han dado cuenta de la dimensión social y cultural que atañe a la conformación del riesgo como indicio y síntoma de una etapa propia de la modernidad.

Entre las transformaciones que trae aparejada esta etapa de la modernidad se encuentra el nuevo estatus que adquiere el conocimiento, el cual es provisional, está sujeto a la controversia, la confrontación y la incertidumbre. En ese sentido, los sistemas expertos que conviven muchas veces difieren en sus concepciones e implicancias. Los estudios de comunicación de la ciencia han documentado de forma abundante estas interacciones, ya sea, analizando la cobertura del impacto social de distintas tecnologías o debates asociados a descubrimientos o desarrollos experimentales, o bien emergencias médicas, ambientales, etc., y los movimientos sociales (ver, por ejemplo, Dunwoody, Griffin, 2007; Carvalho, 2008, 2007; Drache et al, 2003; Entwistle, Hancock-Beaulieu, 1992; Roche, Muskavitch, 2003; Irwin, 2008, 1995).

Luhmann destaca otro aspecto interesante de la estrecha conexión que existe entre conocimiento y riesgo. Este autor plantea que el riesgo se construye temporal y socialmente y por eso cobra relevancia para su análisis el saber quién o qué determina en un momento dado lo que debe o no debe definirse como riesgo. En este sentido, una decisión correcta tomada en el presente evitaría un riesgo futuro. Evitar los riesgos mediante la toma de decisiones acertadas llevaría a la conclusión de que un mayor conocimiento permitiría a la sociedad actual transitar del riesgo a la seguridad. Pero los hechos demuestran lo opuesto, ya que un mayor saber y su complejización hacen visible nuevas facetas del riesgo (Luhmann, 1996: 150)

Al igual que Luhmann, Beck (2008) señala que un mayor saber no reduce necesariamente el riesgo, sino que aumenta la visibilidad del mismo. A su vez, este saber devela nuevas dimensiones del no-saber sobre el futuro y esto genera una mayor indeterminación del riesgo. Para Beck, este no-saber, que enfrenta a las sociedades modernas con riesgos indeterminados, descubre la valoración social que se pone en juego en la definición de los riesgos y, por ende, delata la dimensión política que recorre esta problemática. Así, un riesgo minimizado, por ejemplo por las instituciones políticas, es susceptible de generar diferentes formas de protestas o reclamos sociales en la arena política.

La cualidad valorativa del riesgo y la imposibilidad de su cálculo a causa de su indeterminación coloca a los gobiernos, por otro lado, en una paradoja, ya que deben intensificar sus esfuerzos para aumentar sus conocimientos en aras de garantizar la seguridad y de poder controlar aquello que no pueden saber si existe (Beck, 2008). Luhmann también destaca el trasfondo político de la valoración social del riesgo que queda evidenciado en torno al problema de la prevención que interviene entre la decisión y el riesgo. En este sentido, la

prevención, cuya finalidad sería reducir la aparición de un riesgo o su envergadura en el futuro, expone a la política tanto a la sobreestimación como a la subestimación de riesgos, lo que a su vez desencadena la politización de estos temas en la sociedad.

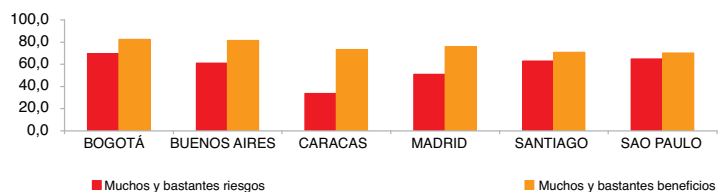
Muchos de los riesgos actuales están estrechamente vinculados con los desarrollos tecnocientíficos que se generan en áreas tan diversas como salud, medioambiente, energía y producción industrial, entre otras. Es por ello que la gestión de los riesgos está íntimamente relacionada con las regulaciones (que intentan minimizar los riesgos de naturaleza tecnocientífica) y las políticas públicas de ciencia y tecnología que tienen por finalidad promover la investigación científica en determinados campos de conocimiento. Si bien en este contexto el saber experto tiene un papel destacado en los procesos de toma de decisión política en materia de regulación y orientación de las políticas públicas sobre ciencia y tecnología, también lo es que cada vez cobra más relevancia la opinión de la ciudadanía respecto a las implicancias sociales, medioambientales, éticas o políticas que puede tener el apoyo a una determinada línea de investigación científica o una aplicación tecnológica. La conciencia que tienen los gobiernos sobre las dificultades que puede traer aparejadas el hecho de subestimar o sobredimensionar un riesgo o de tomar decisiones respecto a la orientación de las investigaciones científicas que estén en disonancia con los valores de la sociedad en la que serán realizadas, han convertido a las técnicas de consulta ciudadana en una valiosa herramienta para conocer, comprender y orientar mejor la agenda de las políticas públicas de ciencia y tecnología, como así también para poder evaluar la opinión de lo ya realizado. Por otra parte, estas técnicas también se han convertido en metodologías de investigación de suma utilidad para la reflexión y comprensión académica sobre la percepción social del riesgo, la valoración del desenvolvimiento tecnocientífico y el rol y la importancia asignada a las diferentes instituciones y actores sociales involucrados en el devenir sociotécnico.

2.1. Indicadores de valoración de riesgos en las encuestas de opinión pública

Una de las técnicas de consulta ciudadana más utilizada es la encuesta de opinión pública, pues si bien la intensidad de la participación que habilita es baja comparada a las posibilidades que ofrecen otras metodologías (como las conferencias de consenso, los referéndums o las audiencias públicas), permite sin embargo obtener información estadística valiosa extensible a niveles sectoriales, nacionales o regionales respecto a la opinión y percepción de los ciudadanos sobre estos temas.

La encuesta Iberoamericana de 2007 (FECYT-OEI-RICYT, 2009) incluyó un capítulo sobre valoración social del riesgo científico y tecnológico. Sus resultados permiten apreciar, por ejemplo, la valoración de riesgos futuros asociados a la ciencia y la tecnología. En este sentido se observa que en todas las ciudades -a excepción de Caracas- la mayoría de las personas señala que en los próximos veinte años habrá que gestionar “muchos” o “bastantes” riesgos (**Gráfico 2**).

Gráfico 2. Riesgos y beneficios futuros



Al mismo tiempo, también la amplia mayoría de los entrevistados señala que la ciencia y la tecnología producen “muchos” y “bastantes” beneficios (76% en promedio). Se destaca Bogotá con la visión más optimista, que comparte con Buenos Aires. Los optimistas datos de esta pregunta sobre beneficios parecen contradecir los de la pregunta anterior sobre riesgos. Sin embargo, no se trata de una contradicción. Más bien parecen estar reflejando una percepción no maniquea y crítica por parte de los entrevistados de la compleja realidad de la ciencia actual. Globalmente consideradas, las preguntas sobre riesgos y beneficios muestran que los entrevistados se inclinan por una valoración optimista aunque tienen bien presente los riesgos de la ciencia y la tecnología.

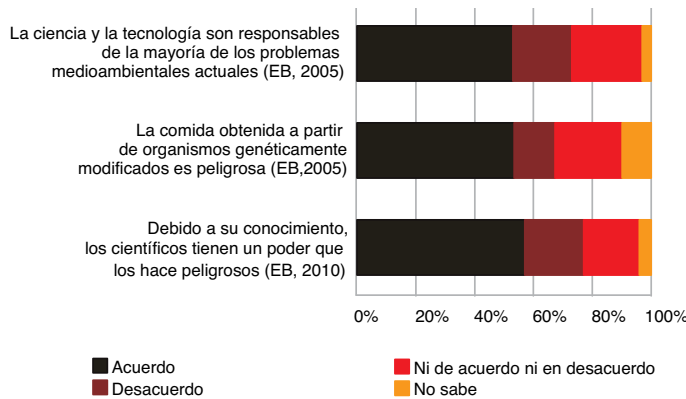
La **Tabla 1** ofrece el cruce de ambas preguntas (p.14 y p.15) y conforma una cierta tipología actitudinal en la que resalta, en primer término, la importancia de la posición que podríamos considerar más “realista”, es decir, la que se inclina por afirmar que en los próximos veinte años habrá tantos beneficios como riesgos. Dicha posición es asumida por cuatro de cada diez iberoamericanos encuestados.

Tabla 1 (p.14 y p.15). Perfil de actitudes ante riesgos y beneficios de la ciencia y la tecnología por ciudad

	Bogotá	Buenos Aires	Caracas	Madrid	Santiago	Sao Paulo	Total
muchos y bastantes riesgos / muchos y bastantes beneficios	57,3%	48,1%	23,9%	38,4%	43,1%	44,9%	42,6%
muchos y bastantes riesgos / poco y ningún beneficio	11,3%	12,0%	8,9%	11,1%	18,1%	19,2%	13,4%
muchos y bastantes beneficios / pocos y ningún riesgo	21,0%	29,4%	45,9%	32,1%	25,4%	24,4%	29,7%
pocos y ningún riesgo / pocos y ningún beneficio	1,9%	1,4%	5,7%	2,9%	3,1%	4,9%	3,3%
Ns / Nc	8,6%	9,2%	15,7%	15,5%	10,4%	6,5%	11,0%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Observada por ciudades, es más enfática en Bogotá, y está menos presente en Caracas. Por otra parte, casi un tercio de la muestra total podría considerarse como parte de un grupo que minimiza los riesgos y realza los beneficios. En Caracas este grupo es no obstante más grande que la media general. Luego hay un 13% que asume una postura pesimista: los riesgos serán muchos y los beneficios pocos o ninguno. En Sao Paulo este grupo tiene un peso mayor que en otras ciudades.

Gráfico 3. Escepticismo a la ciencia y a la tecnología (EB 2005 y 2010)



Los barómetros europeos también permiten dimensionar la valoración de la ciencia y la tecnología en relación a diferentes problemáticas abordadas desde la sociología del riesgo. Por una parte, los europeos resaltan el papel de la ciencia y la tecnología para la cura de enfermedades y la mejora de la calidad de vida. Sin embargo, en varios aspectos las posturas escépticas se hacen sentir. Por ejemplo, como muestra el Gráfico 3, en los Eurobarómetros de 2005 y 2010 la mayoría de los encuestados (seis de cada diez) señaló que la ciencia y la tecnología son responsables por los problemas del medioambiente, o bien que los científicos pueden tornarse peligrosos en virtud del conocimiento que poseen, o que los alimentos genéticamente modificados son peligrosos (la mitad de la población).

Algunas de las encuestas nacionales de percepción llevadas a cabo por los organismos de ciencia y tecnología en América Latina también ponen de relevancia la complejidad de la valoración de los riesgos y beneficios. En el caso de Brasil (MCT, 2006), por una parte, se ve que la mayoría de los encuestados (casi la mitad) opinaba que en el balance los beneficios son mayores que los perjuicios (deteniéndose en cuestiones fuertemente vinculadas a la protección de la salud, el aumento en la calidad de vida, la educación y las formas de comunicación). Una proporción importante del público -casi un tercio- descartaba la existencia de riesgos. Un 13%, en cambio, sostenía que riesgos y beneficios estaban en equilibrio. Entre los principales riesgos mencionados figuraban los efectos sobre el medio ambiente (un tema central de la agenda pública de Brasil), la reducción del empleo y la provocación de nuevas dolencias y enfermedades. Sin embargo, los brasileños no parecían tener una visión optimista ingenua. Varias de las respuestas apoyan esta suposición. Por ejemplo, siete de cada diez opinaba que el conocimiento científico podía tornar peligrosos a los investigadores. La misma proporción reclamaba que los científicos deberían exponer públicamente los riesgos de las investigaciones que llevan a cabo. Seis de cada diez, por otra parte, consideraba que las aplicaciones tecnológicas de gran impacto podían ser catastróficas para el medio ambiente. Y también la mitad de los brasileños

encuestados no creía que la ciencia y la tecnología fueran a eliminar, por ejemplo, la pobreza en el mundo (MCT, 2006). La encuesta 2008 de España (FECYT, 2008) registró una situación en parte similar a la encontrada en Brasil. Así, la mitad de la población consideró que los beneficios de la ciencia son, globalmente considerados, mayores que sus riesgos. Se ponderó su capacidad para el desarrollo económico, la calidad de vida, y el combate de enfermedades y epidemias. Sin embargo, casi un 30% sostuvo que beneficios y perjuicios están en pie de igualdad. Entre las desventajas se enfatizó el aumento de las diferencias entre pobres y ricos, la pérdida de puestos de trabajo o problemas de conservación del medio ambiente. En la segunda encuesta nacional de Colombia (Colciencias, 2004) la ambivalencia respecto a los riesgos también era evidente, dividiendo a los entrevistados en dos grupos con el mismo peso estadístico: la mitad pensaba que el desarrollo científico-tecnológico ocasiona problemas para la humanidad, como el deterioro del medio ambiente y la utilización del conocimiento para la guerra. La mitad restante se mostraba en desacuerdo con estas ideas. En la encuesta nacional de Argentina (SECYT, 2007) se introdujo un capítulo específico sobre energía nuclear donde se preguntaba entre otras cuestiones por el riesgo percibido y su gestión. La mitad de los argentinos opinaba que se trata de un riesgo que puede ser gestionado eficazmente, mientras que otro 20% también acordaba con que se trata de un riesgo incontrolable.

2.2. Una problemática compleja: riesgo, medio ambiente y opinión pública

En el libro titulado *The politics of climate change*, Giddens (2009) señala que a pesar de la preocupación que la mayoría de las personas expresan respecto al cambio climático y al conocimiento sobre el impacto que en ello tiene la producción industrial y los productos derivados de ella que se utilizan y consumen diariamente, la mayoría de los ciudadanos en casi todos los países apoyaría iniciativas nacionales e internacionales para lidiar con el calentamiento global siempre y cuando estas iniciativas no demanden una alteración significativa del estilo de vida. Este tipo de condicionamiento al apoyo de políticas públicas destinadas a la mitigación o reducción de los riesgos generados por el desarrollo tecnocientífico ilustran la complejidad que entrañan los procesos de toma de decisión para la generación de leyes y regulaciones que puedan enfrentar estas problemáticas sin dejar de contemplar, al mismo tiempo, la opinión de la ciudadanía y su deseo generalizado de no ver afectado drásticamente su estándar de

y multiforme puede asociarse a distintos factores: las profundas transformaciones en la estructura institucional de la ciencia y la tecnología contemporáneas y su grado de exposición y alcance público; la forma en que el conocimiento y sus aplicaciones han permeado estructuras sociales diversas, y en muchos sentidos redefinido fronteras económicas, instituciones y hasta subjetividades; la magnitud política de la ciencia y la tecnología; y, también, las propias dinámicas de gestión política del poder en las democracias actuales.

De la misma forma, los indicadores ponen de manifiesto que los gobiernos y las instituciones científicas, particularmente en América Latina, se enfrentan al desafío de generar cauces y mecanismos institucionalizados para que el “reclamo participativo” pueda concretarse en acciones que incluyan a la ciudadanía. La intervención social implicaría pensar en mecanismos de consulta e inclusión para un paulatino proceso de apertura (que algunos autores llaman de democratización) de la ciencia al escrutinio social. Habida cuenta de la historia institucional y política de la región, es comprensible que esto provoque reacciones diversas que van de la amplia aceptación a la mayor de las resistencias. Pero la idea de una democracia deliberativa no parece compatible con denegar el acceso público, o delegar sólo en los expertos, en la inteligencia empresarial, intelectual y profesional, decisiones que afectan al conjunto de la sociedad y que en última instancia determinan los rumbos que una sociedad decide emprender. Ahora bien, pensar la participación ciudadana en América Latina no se correspondería con la adopción acrítica de modelos o técnicas desarrolladas en los países avanzados, sin tomar en cuenta la posición relativa de la ciencia y la tecnología en las sociedades de América Latina, las matrices económicas y productivas, así como las formas que adopta la participación política y social en las democracias regionales.

Estas consideraciones llevan a destacar la importancia de los indicadores para observar la evolución de las actitudes públicas respecto a temas sensibles como la percepción del riesgo y la participación ciudadana en ciencia y tecnología en Iberoamérica. Habida cuenta de esto, es necesario que las encuestas se apliquen de forma periódica, que los indicadores atiendan las particularidades regionales, y que existan acuerdos metodológicos para mejorar la fiabilidad y comparabilidad de los indicadores colectados.

BIBLIOGRAFÍA

Albeson, J., Derlier-Forest, P., Eyles, J., Smith, P., Martin, E., Gauvin, F.P. (2003), “Deliberations about deliberative methods: issues in the design and evaluation of public participation processes”, *Social Science & Medicine*, 57: 239-251.

Bauer, M. (2008), “Survey research on public understanding of science”, in M. Bucchi, B. Trench (eds.), *Handbook of public communication of science and technology*, London-New York, Routledge.

Beck, U. (2008), *La sociedad del riesgo mundial. En busca de la seguridad perdida*, Buenos Aires, Paidós.

Beck, U. (2002), *La sociedad del riesgo global*, Madrid, Siglo XXI.

Beck U. (1998), *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*, Barcelona, Paidós.

Beck, U. (1996), “Modernidad reflexiva”, en J. Beriain (comp.), *Las consecuencias perversas de la modernidad. Modernidad, contingencia y riesgo*, Barcelona, Anthropos.

Carvalho, A. {ed.} (2008), *Communicating Climate Change: Discourses, Mediations and Perceptions*, Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade, Braga, Universidade do Minho.

Carvalho, A. (2007), “Ideological cultures and media discourses on scientific knowledge: re-reading news on climate change”, *Public Understanding of Science*, 16:223.

Colciencias (2004), *La percepción que tienen los colombianos sobre la ciencia y la tecnología*, Bogotá, Colciencias.

Einsedel, E., Thorne, B. (1999), “Public responses to uncertainty”, en *Communicating Uncertainty. Media coverage of new and controversial science*, Sharon Friedman; Sharon Dunwoody; Carol Rogers (eds.), New Jersey/Londres, Lawrence Erlbaum.

Drache, D., Feldman, S. (2003), *Media Coverage of the 2003 Toronto SARS Outbreak: A report on the role of the press in a public crisis*, York University, Toronto

Dunwoody, S., Griffin, J. (2007), “Risk communication, risk beliefs and democracy: the case of agricultural biotechnology”, D. Brossard et al (eds.), *The public, the media and the agricultural technology*, UK, CABI.

Elzinga, A., Jamison, A. (1995), “Changing policies agendas in science and technology”, en S. Jasanoff, G.E. Markle, J.C. Pickering, T. Pinch (eds.), *Handbook of Science and Technology Studies*, Thousand Oaks, CA: Sage, 572-626

Entwistle, V., Hancock-Beaulieu, M. (1992), “Health and medical coverage in the UK national press”, *Public Understanding of Science*, vol. 1: 367 - 382.

Eurobarometer (2010), “Science and Technology, Special Eurobarometer 340/ Wave 73.1”, European Commission.

Eurobarometer (2005), “Europeans, Science and Technology, Special Eurobarometer 224”, European Commission.

FECYT-RICYT-OEI (2009), *Cultura científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos*, Fecyt, Madrid.

FECYT (2008), *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España-2008*, Madrid, Fecyt.

Fischer, F. (2000), *Citizens, experts, and the Environment: the politics of local knowledge*, Durham-Londres: Duke University Press.

Giddens, A. (2009), *The politics of climate change*, Cambridge, Polity Press.

Giddens, A. (1996), "Modernidad y autoidentidad", en J. Beriain (comp.), *Las consecuencias perversas de la modernidad. Modernidad, contingencia y riesgo*, Barcelona, Anthropos.

Giddens A. (1990), *The Consequences of Modernity*, Cambridge, Polity Press.

Irwin, A. (2008), "STS perspectives on scientific governance", en E. Hackett, O. Amsterdamska, M. Lynch, J. Wajcman (eds.), *The handbook of science and technology policies* (Third edition), Massachusetts Institute of Technology, pp.583-607.

Jasanoff, S. (2004), "Science and citizenship: a new synergy", *Science and Public Policy*, 31 (2), April, 90-94.

Lengwiler, M. (2008), "Participatory approaches in science and technology: historical origins and current practices in critical perspective", *Science, Technology & Human Values*, 33:186.

López Cerezo, JA. (2003) (ed.), *La democratización de la ciencia*, San Sebastián, Erein.

López Cerezo, J.A., Gómez, J. (2009) (eds.), *Apropiación Social de la Ciencia*, Madrid, Biblioteca Nueva.

Luhmann N. (2005), *Risk: a sociological theory*, New Brunswick, AldineTransaction.

Luhmann, N. (1996), "Modernidad 'contingente'", en J. Beriain (comp.), *Las consecuencias perversas de la modernidad. Modernidad, contingencia y riesgo*, Barcelona, Anthropos.

NSF (2010). *Science and Engineering Indicators 2010*. National Science Board, VA. Disponible en: <http://www.nsf.gov/statistics/seind10/c7/c7g.htm>

MCT (2006), "Percepção Pública da Percepção Pública da Ciência e Tecnologia", Brasil.

Roche, J., Muskavitch, M. (2003), "Limited Precision in Print Media. Communication of West Nile Virus Risks", *Science Communication*, Vol. 24 No. 3, March, 353-365.

SECYT (2007), *La percepción de los argentinos sobre la investigación científica en el país. Segunda encuesta nacional*, C. Polino (Coordinador), M.E. Fazio, D. Chiappe, G. Neffa, Buenos Aires, Observatorio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

SENACYT (2008), *Indicadores de percepción social de la ciencia y la tecnología en Panamá-2008*, Panamá, Senacyt.

World Values Survey 2005 Official Data File v.20090901, 2009. World Values Survey Association (www.worldvaluessurvey.org). Aggregate File Producer: ASEP/JDS, Madrid.

2.4 INDICADORES DE TRAYECTORIAS DE LOS INVESTIGADORES IBEROAMERICANOS: AVANCES DEL MANUAL DE BUENOS AIRES Y RESULTADOS DE SU VALIDACIÓN TÉCNICA

El presente informe ha sido elaborado a pedido de la RICYT por un equipo coordinado por la Lic. María Guillermina D'Onofrio (Subsecretaría de Evaluación Institucional del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva –MINCYT-, Argentina) e integrado por el Dr. Francisco Solís (Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, España), la Lic. María Victoria Tignino (Subsecretaría de Evaluación Institucional del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva –MINCYT-, Argentina) y la Lic. Esther Cabrera (Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, España). Para el desarrollo del informe se ha contado con el apoyo del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad del Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

1. LA GÉNESIS DE LA PROPUESTA

Desde abril de 2009, la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT), con el apoyo del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la Organización de los Estados Iberoamericanos (CAEU-OEI), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) de Argentina y la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía de España, se encuentran elaborando una nueva guía conceptual y metodológica para la construcción de indicadores de ciencia y tecnología. Se trata del futuro Manual de Indicadores de Trayectorias Científicas y Tecnológicas de Investigadores Iberoamericanos de la RICYT, que también será denominado “Manual de Buenos Aires” en reconocimiento a la ciudad en donde surgió y se realizó la primera reunión de expertos en la temática.

La iniciativa de elaborar este Manual reconoce dos orígenes de naturaleza diferente pero complementaria.

Por un lado, esta propuesta se originó en la identificación de una necesidad estratégica: contar con un conocimiento más profundo y detallado acerca de las características de los recursos humanos altamente calificados disponibles en los países iberoamericanos y medir las capacidades de las diversas poblaciones de investigadores y de las instituciones que los albergan para producir y difundir conocimiento a lo largo del tiempo. Al igual que en otros trabajos similares de la RICYT, como el Manual de Lisboa o el Manual de Santiago, el grupo conformado con tal propósito se encuentra abordando una problemática que está creciendo fuertemente en todo el mundo y que se

estudia en diversos centros de investigación dedicados a estos temas en los países más desarrollados¹.

Por otro lado, la propuesta se gestó a partir de la identificación de una posibilidad recientemente abierta: la utilización de la micro-información disponible en las bases electrónicas de los currículum vitae (CVs) estandarizados del personal científico y tecnológico, de creciente implementación en numerosos países de Iberoamérica (D'Onofrio 2009, D'Onofrio y Gelfman 2009). Estas bases electrónicas de CVs estandarizados (diseñados siguiendo algún formato común, desde la indicación de las grandes secciones que el formulario de CV debe incluir al detalle de los contenidos básicos de cada una de ellas, en ocasiones con opciones predeterminadas para seleccionar), constituyen una fuente de información privilegiada para la medición de las trayectorias de investigadores y que puede ser complementada -e incluso potenciada- por otras fuentes de información como las encuestas y las bases de datos bibliográficas y de patentes disponibles (D'Onofrio y Gelfman 2009). Han sido, además, fundamentales para la producción de los primeros avances en la materia a nivel iberoamericano,

1. Han sido fundamentales para la expansión de los estudios en este tema a nivel internacional los trabajos pioneros de los prestigiosos investigadores afiliados al Research Value Mapping Program (Barry Bozeman, Juan Rogers, Monica Gaughan, Elizabeth Corley, James Dietz y otros) fundado en el Georgia Institute of Technology (actualmente asentado en la Arizona State University), que desarrollaron un paradigma para la evaluación de las actividades científicas y tecnológicas realizadas por los individuos y las instituciones basado en las capacidades individuales y colectivas para la producción de conocimiento y el dinamismo del capital humano científico y tecnológico utilizando, entre otros, datos provenientes de los currículum vitae de los científicos e ingenieros. Una breve pero representativa panorámica del “estado de la cuestión” de buena parte de la investigación heredera de esa línea de trabajo puede consultarse en Cañibano y Bozeman (2009).

como muestran los trabajos de Hernán Jaramillo Salazar y otros explotando la base de datos curriculares CvLAC de la Plataforma ScienTI de Colombia (Jaramillo et al. 2006; 2008 a y 2008 b) y de Carolina Cañibano y otros (incluyendo la prueba de validación técnica de una selección de indicadores de trayectorias que se presenta en este trabajo) analizando datos provenientes del Sistema de Información Científica de Andalucía (SICA) de España (Cañibano et al. 2010).

La metodología para la elaboración de la propuesta de Manual ha incluido hasta el presente las siguientes etapas:

- recopilación y análisis de antecedentes, esto es, de los principales enfoques e indicadores tradicionalmente utilizados en materia de medición de los recursos humanos en ciencia, tecnología e innovación, especialmente por la OCDE y la RICYT, y las metodologías y resultados de las experiencias internacionales y regionales recientes de estudio de las carreras y trayectorias académicas de los científicos e ingenieros y su relación con la producción científica y tecnológica a partir de información proveniente de datos de CVs;
- I Taller de expertos² celebrado en abril de 2009 en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires para la constitución de una Subred temática de la RICYT dirigida a promover el desarrollo de un manual de indicadores de trayectorias de los recursos humanos en ciencia y tecnología. En ese encuentro se lograron poner en marcha las discusiones de esta Subred y se construyeron los acuerdos básicos sobre los aspectos generales del Manual, las principales problemáticas que debía abordar y de qué manera propondría una mirada cuantitativa a este tema. El análisis y la discusión crítica preliminar de distintos enfoques preexistentes sobre el estudio de las trayectorias profesionales de los científicos y tecnólogos, resultó ampliamente pertinente para la construcción de una perspectiva analítica distinta -aunque complementaria- a la tradicionalmente seguida por los indicadores de recursos humanos. En este Manual serán elementos como la perspectiva longitudinal de los eventos académicos y profesionales más significativos en las trayectorias de los investigadores, el análisis de las organizaciones de formación y trabajo en las que las desarrollan, y la consideración de las relaciones de interacción social en las que se encuentran involucrados, lo que permitirá construir un nuevo marco de estudio de las capacidades societales para la producción y la aplicación de conocimiento en los diferentes niveles de análisis de que se trate (países, instituciones, disciplinas, etcétera);
- elaboración de diversas propuestas preliminares de indicadores de trayectorias de investigadores. Dichas

2. Los participantes en el I Taller fueron: Mario Albornoz (Argentina), Rodolfo Barrere (Argentina), Iván de la Vega (Venezuela), María Guillermina D'Onofrio (Argentina), Sergio Duarte Masi (Paraguay), Julia Gelfman (Argentina), Rocio Grediaga Kuri (México), Hernán Jaramillo Salazar (Colombia), Carolina Lopera Oquendo (Colombia), Lucas Luchilo (Argentina), Mónica Salazar Acosta (Colombia), Roberto Pacheco (Brasil), Anna María Prat (Chile), Samaly Santa (España), Judith Sutz (Uruguay) y María Victoria Tignino (Argentina).

propuestas confluyeron en un documento para la discusión de seis dimensiones de análisis de las trayectorias, denominadas provisoriamente: continuidad, intensidad, precocidad, heterogeneidad, movilidad y colaboración, todas ellas con sus correspondientes definiciones y 44 indicadores que podrían construirse para medirlas. El documento para la discusión introdujo también el concepto de "cohortes de investigadores", entendidas como los conjuntos de individuos de poblaciones dadas que han compartido, en carácter de "contemporáneos", el mismo acontecimiento durante un período de tiempo específico (como las cohortes de nacimiento o las cohortes de graduación universitaria de una disciplina en determinado año), fundamental para considerar el impacto de diferentes eventos y procesos históricos compartidos por cada población de investigadores bajo análisis a lo largo de la vida;

- II Taller de expertos³ celebrado en Sevilla en noviembre de 2009 para la discusión en profundidad de las dimensiones de análisis preliminares propuestas y el desarrollo metodológico de sus correspondientes indicadores y variables. Como resultado de los intercambios mantenidos en este segundo encuentro grupal, se consensuaron redefiniciones y especificaciones acerca de diversos aspectos de la medición del objeto bajo análisis.
- elaboración de una nueva versión, corregida y aumentada, del listado de los indicadores del Manual (compuesto finalmente por 52 indicadores descriptivos de las trayectorias de los investigadores) y constitución de un equipo de trabajo para la validación técnica de una selección de los indicadores de dicho listado a partir de datos curriculares disponibles en el Sistema de Información Científica de Andalucía (SICA). Reuniones del equipo de trabajo conformado con tal propósito a través de video-conferencias y encuentros presenciales realizados en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en abril de 2010⁴ y en Granada en julio de 2010 ; y, finalmente,
- presentación y discusión de los avances producidos en la Subred temática, incluyendo los principales resultados de la prueba de validación técnica del Manual realizada con datos andaluces, en una Mesa específica del VIII Congreso Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología de la RICYT que fue celebrado en Madrid en octubre de 2010 (con la

3. Los participantes en el II Taller fueron: Mario Albornoz (Argentina), Rodolfo Barrere (Argentina), Esther Cabrera (España), Carolina Cañibano (España), Daniela de Filippo (España), Iván de la Vega (Venezuela), María Guillermina D'Onofrio (Argentina), Sergio Duarte Masi (Paraguay), Antonio García Romero (España), Julia Gelfman (Argentina), Rocio Grediaga Kuri (México), Hernán Jaramillo Salazar (Colombia), Carolina Lopera Oquendo (Colombia), Lucas Luchilo (Argentina), José Navarrete (España), Emília Rodrigues Araújo (Portugal), María José Romero García (España), Mónica Salazar Acosta (Colombia), Silvia Sánchez (España), Francisco Solís (España), Roberto Pacheco (Brasil), Anna María Prat (Chile), Samaly Santa (España) y María Victoria Tignino (Argentina).

4. Los participantes en las reuniones de trabajo realizadas en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires fueron: Rodolfo Barrere, María Guillermina D'Onofrio, Julia Gelfman y María Victoria Tignino (Argentina) y Esther Cabrera y José Navarrete (España). En Granada fueron: María Guillermina D'Onofrio y María Victoria Tignino (Argentina) y Esther Cabrera, José Navarrete, María José Romero García, Silvia Sánchez y Francisco Solís (España).

participación de más de un centenar de profesionales especializados en la medición de la ciencia, la tecnología y la innovación provenientes de los diferentes países de la región iberoamericana).

Actualmente se encuentra en proceso de elaboración la versión preliminar del Manual, previéndose la discusión final de dicha versión con especialistas en la temática a mediados de 2011.

2. EL ENFOQUE DE LA RICYT PARA EL DISEÑO DE LOS INDICADORES DE TRAYECTORIAS DE INVESTIGADORES

La propuesta de indicadores de trayectorias de investigadores del Manual de Buenos Aires explora nuevos espacios analíticos en la producción de indicadores de recursos humanos en ciencia y tecnología, de naturaleza diferente -aunque complementaria- del modelo conceptual clásico según el cual los indicadores de recursos humanos son producidos en forma agregada para el nivel de análisis país (dando lugar a conteos de stock y flujo de investigadores, becarios u otro personal empleado en actividades de I+D, macro-caracterizados por edad, género, sector, disciplina científica y nivel de formación, entre otros aspectos) y considerados “insumos” de un sistema de ciencia y tecnología que, funcionando a modo de una “caja negra” de procesos no conocidos, produce “productos” y “resultados” de acuerdo a una lógica de “función de producción” (Lepori et al. 2008).

En el enfoque adoptado en este Manual, el foco de interés de la elaboración de los indicadores está puesto en la apertura de la “caja negra” a partir de la descripción y caracterización de los investigadores dentro del sistema de ciencia y tecnología. Siguiendo el “estado de la cuestión” (con ya una década de literatura de investigación internacional en esta temática), se asumieron dos cuestiones fundamentales:

- que los científicos y los tecnólogos no existen en el “vacío social”, sino que son miembros de varias instituciones sociales y colegas que están en interacción en una variedad de niveles (Bozeman et al. 2001) y
- que las asimetrías en la distribución de la productividad científica y tecnológica entre ellos están asociadas a sus patrones de comportamiento y estilos de trayectorias y a las capacidades de las diversas instituciones académicas y científicas en las que participan a lo largo de sus cursos de vida para la producción de conocimiento.

En ese marco, el Manual propondrá definir a las trayectorias científicas y tecnológicas como el devenir de aquellos eventos y roles socialmente definidos, graduados por la edad, que las diferentes poblaciones de investigadores viven y desempeñan a lo largo del tiempo en diferentes contextos (temporales, geográficos, disciplinarios, de intercambios en grupos de investigación y desarrollo, en redes de conocimiento, en instituciones

académicas y de ciencia, tecnología e innovación, u otros), particularmente de aquellos eventos y roles vividos y desempeñados por tales poblaciones de investigadores desde el desarrollo de su formación universitaria de grado o pregrado.

De acuerdo con tal definición, el Manual planteará un conjunto de indicadores dirigidos a describir y comparar los principales rasgos de las trayectorias que permiten marcar diferencias en la producción para cada población específica de investigadores (pertenecientes a diferentes países, cohortes de nacimiento y/o campos disciplinarios, entre los principales aspectos que, en cada caso, se recomendará especialmente considerar)⁵.

En el trabajo realizado hasta el momento se han identificado cinco rasgos básicos o dimensiones de análisis de las trayectorias de los investigadores:

- dedicación a la I+D: la dedicación anual a la realización de actividades de I+D, a tiempo completo o parcial, de una población dada de investigadores, durante el período de referencia o bien a lo largo de toda la trayectoria científica y tecnológica de esa población de investigadores;
- diversidad de perfiles profesionales, de perfiles de producción científica y tecnológica y/o de desempeño en diferentes campos disciplinarios: el desarrollo combinado y simultáneo de una pluralidad de actividades profesionales, la realización de una pluralidad de productos científicos y tecnológicos y/o el desempeño en una pluralidad de campos disciplinarios a lo largo de toda la trayectoria científica y tecnológica, de una población dada de investigadores en un período de referencia;
- temporalidad: la obtención de una determinada posición o experiencia de una determinada situación relativa a la trayectoria científica y tecnológica, en una edad o etapa temprana o tardía con respecto a una población dada de investigadores en un momento y contexto histórico determinado (especialmente referida a la temporalidad en la formación doctoral, en la producción científica y tecnológica, en la dirección de proyectos de I+D, y en la dirección de recursos humanos de I+D);
- movilidad: el cambio de ámbito institucional, sector y/o ámbito geográfico, en el transcurso de la formación académica y/o durante el desarrollo de actividades profesionales, de una población dada de investigadores en un período de tiempo determinado; y

5. Por tratarse de un Manual de comparabilidad regional e internacional, el nivel de análisis básico de los indicadores propuestos se define como el de las poblaciones de investigadores de cada uno de los países de la RICYT. Por la naturaleza de la temática abordada, la recomendación de este Manual es complementar esa comparabilidad interregional e internacional desagregándola, a su vez, en múltiples sub-niveles de análisis (de acuerdo con las cuestiones específicas bajo análisis). Se sugiere enfáticamente el cálculo más detallado de los indicadores generales para sub-poblaciones relativas a diferentes cohortes de investigadores, fundamentalmente de nacimiento, en tanto constituyen conjuntos de individuos de una población que han compartido, en carácter de “contemporáneos”, el mismo acontecimiento durante un período de tiempo específico y/o diferentes campos disciplinarios o, dentro de ellos, disciplinas.

- colaboración: el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas y la realización de productos en forma conjunta con colegas del mismo país y/u otros países por una población dada de investigadores durante un período de tiempo determinado (especialmente referida a la colaboración en la realización de proyectos de I+D, en la formación investigadora -tanto recibida como dirigida-, y en la producción científica y tecnológica).

Estrechamente articulada con la medición de los rasgos característicos de las trayectorias se encuentra en esta propuesta la medición de los productos de la actividad científica y tecnológica desarrollada por las diferentes poblaciones de investigadores. En este caso, el Manual sugerirá períodos (ventanas) de observación de 5 años y planteará la importancia de construir medidas resumen (sean éstas índices numéricos, tipologías u otras) dirigidas a dar cuenta de la complejidad y diversidad de los productos del trabajo cotidiano de los investigadores (enriqueciendo con ello los tradicionales indicadores de producción basados únicamente en conteos de papers y patentes registrados en las bases de datos internacionales de la “corriente principal de la ciencia”).

Por ello, propondrá el abordaje de los siguientes aspectos o componentes de la producción científica y tecnológica a lo largo de las trayectorias:

- la producción de nuevo conocimiento científico y tecnológico en sus distintas y variadas modalidades:
- artículos de investigación,
- libros de investigación,
- capítulos de libros de investigación,
- productos o procesos tecnológicos patentados (patentes, modelos de utilidad) o registrados (software, variedad animal o vegetal y todo diseño o modelo registrado) y
- productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o registrables,

construyendo diferentes medidas resumen para el nuevo conocimiento científico, el nuevo conocimiento tecnológico y el nuevo conocimiento científico y tecnológico de mayor calidad relativa (una sub-clasificación de los anteriores de acuerdo con diferentes criterios de calidad como el factor de impacto de la revista de publicación del artículo, el tipo de editorial del libro de investigación, el alcance nacional o internacional y/o la aplicación industrial del desarrollo tecnológico u otros criterios de valoración de la calidad a establecer);

- la producción de investigadores formados, fundamentalmente tesis de doctorado y maestría dirigidas o co-dirigidas, y
- la producción para la apropiación social del conocimiento y la extensión de las actividades de investigación:
- servicios científico-tecnológicos y consultorías,
- actividades y productos de extensión y difusión de información científico-tecnológica (cursos, cartillas, ponencias en congresos, manuales pedagógicos, etcétera).

3. UNA “CAJA DE HERRAMIENTAS” PARA LA MEDICIÓN DE LAS TRAYECTORIAS DE LOS INVESTIGADORES

Como resultado del enfoque sucintamente presentado en el apartado anterior, el Manual de Buenos Aires propondrá:

- un conjunto de indicadores “descriptivos” de los principales rasgos que permiten caracterizar las trayectorias de los investigadores pertenecientes a cada uno de los países miembros de la RICYT, y
- una matriz para la elaboración de un conjunto de indicadores “compuestos” de trayectorias de investigadores, a partir del entrecruzamiento de uno o varios rasgos característicos de las trayectorias identificados (esto es, dedicación, diversidad, temporalidad, movilidad y colaboración) con uno o varios aspectos o componentes de la producción científica y tecnológica propuestos (esto es, nuevo conocimiento científico, nuevo conocimiento tecnológico, nuevo conocimiento científico y tecnológico de alta calidad, nuevo conocimiento científico y tecnológico en general, productos de formación, y productos para la apropiación social del conocimiento).

El Manual de Buenos Aires funcionará así como una “caja de herramientas”: un instrumento teórico y metodológico para la construcción e interpretación de indicadores de trayectorias de investigadores que permitirá garantizar un conjunto de mediciones estandarizadas para el establecimiento de comparaciones representativas de nivel regional y, a la vez, abrirá una multiplicidad y diversidad de otros usos “a medida”, cada vez que su propuesta analítica se inscriba en los contextos concretos de la evaluación de las actividades científicas y tecnológicas a nivel de cada uno de los países e, incluso, de cada una de las instituciones de la región iberoamericana.

La **Tabla 1** muestra los 52 indicadores descriptivos definidos, clasificados de acuerdo a las dimensiones y sub-dimensiones de análisis a las que corresponden. El Manual ofrecerá una descripción detallada de cada uno de esos indicadores, indicando sus variables y la microinformación curricular que resulta necesaria para su construcción. Incluirá también una sección especial con un modelo de CV científico y tecnológico estandarizado que, a modo de formulario electrónico de encuesta, contendrá las variables mínimas requeridas para la elaboración de la propuesta de indicadores, para su potencial aplicación en los países de la región sin bases de CV.

La **Tabla 2** presenta la matriz diseñada para la elaboración de los indicadores compuestos del Manual a partir del entrecruzamiento de las cinco dimensiones de análisis (con sus sub-dimensiones) que permiten caracterizar las trayectorias de los investigadores (y las diversas combinaciones que entre algunas o todas ellas pueda ser pertinente, en cada caso concreto, formular) y las medidas resumen de las siete diferentes componentes de la producción propuestas.

Tabla 1. Listado de indicadores descriptivos de trayectorias de investigadores

DIMENSIÓN DE TRAYECTORIA	SUB-DIMENSIÓN	INDICADORES DESCRIPTIVOS
DEDICACIÓN	<i>a la actividad investigadora</i>	1. Porcentaje de investigadores con dedicación completa a la I+D a lo largo de la trayectoria científica y tecnológica respecto al número total de investigadores del país en el año de referencia
	<i>el período de referencia</i>	2. Porcentajes de investigadores del país según patrones de dedicación a la I+D durante el período de referencia
DIVERSIDAD	<i>de perfiles profesionales</i>	3. Porcentajes de investigadores del país según tipos de perfiles de trayectoria profesional en el año de referencia
		4. Porcentajes de investigadores del país según patrones de perfiles de trayectoria profesional durante el período de referencia
	<i>de perfiles de producción científica y tecnológica</i>	5. Porcentaje de investigadores con producción científica y tecnológica respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		6. Porcentajes de investigadores del país según niveles de producción científica y tecnológica durante el período de referencia
		7. Porcentajes de investigadores del país según patrones de producción científica y tecnológica durante el período de referencia
		8. Porcentaje de investigadores con producción de nuevo conocimiento científico y tecnológico respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		9. Porcentajes de investigadores del país según niveles de producción de nuevo conocimiento científico y tecnológico durante el período de referencia
		10. Porcentaje de investigadores con producción de nuevo conocimiento científico respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		11. Porcentajes de investigadores del país según niveles de producción de nuevo conocimiento científico durante el período de referencia
		12. Porcentaje de investigadores con producción de nuevo conocimiento tecnológico respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		13. Porcentajes de investigadores del país según niveles de producción de nuevo conocimiento tecnológico durante el período de referencia
		14. Porcentaje de investigadores con producción de nuevo conocimiento científico y tecnológico de alta calidad respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		15. Porcentajes de investigadores del país según niveles de producción de nuevo conocimiento científico y tecnológico de alta calidad durante el período de referencia
		16. Porcentaje de investigadores con producción de recursos humanos de I+D formados respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		17. Porcentajes de investigadores del país según niveles de producción de recursos humanos de I+D formados durante el período de referencia
		18. Porcentaje de investigadores con producción para la apropiación social del conocimiento respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		19. Porcentajes de investigadores del país según niveles de producción para la apropiación social del conocimiento durante el período de referencia
	<i>disciplinaria</i>	20. Porcentajes de investigadores del país según niveles de diversidad disciplinaria a lo largo de la trayectoria científica y tecnológica durante el período de referencia
		21. Porcentajes de investigadores del país según niveles de diversidad disciplinaria en la producción a lo largo de la trayectoria científica y tecnológica durante el período de referencia
TEMPORALIDAD	<i>en la graduación doctoral</i>	22. Porcentaje de investigadores con precocidad en la graduación doctoral respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		23. Grado de precocidad en la graduación doctoral de los investigadores del país con título de doctor durante el período de referencia
	<i>en la producción científica y tecnológica</i>	24. Porcentaje de investigadores con precocidad en la producción de nuevo conocimiento respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		25. Grado de precocidad en la producción de nuevo conocimiento de los investigadores del país con producción de nuevo conocimiento durante el período de referencia

		26. Porcentaje de investigadores con precocidad en la producción de nuevo conocimiento científico respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		27. Grado de precocidad en la producción de nuevo conocimiento científico de los investigadores del país con producción de nuevo conocimiento científico durante el período de referencia
		28. Porcentaje de investigadores con precocidad en la producción de nuevo conocimiento tecnológico respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		29. Grado de precocidad en la producción de nuevo conocimiento tecnológico de los investigadores del país con producción de nuevo conocimiento tecnológico durante el período de referencia
	<i>en la dirección de proyectos de I+D</i>	30. Porcentaje de investigadores con precocidad en la dirección de proyectos de I+D respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		31. Grado de precocidad en la dirección de proyectos de I+D de los investigadores del país con proyectos de I+D dirigidos durante el período de referencia
	<i>en la dirección de recursos humanos de I+D</i>	32. Porcentaje de investigadores con precocidad en la dirección de recursos humanos de I+D respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		33. Grado de precocidad en la dirección de recursos humanos de I+D de los investigadores del país con dirección de recursos humanos de I+D durante el período de referencia
MOVILIDAD	<i>en la formación</i>	34. Porcentaje de investigadores con movilidad institucional durante la formación respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		35. Porcentaje de investigadores con movilidad espacial durante la formación respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
	<i>laboral</i>	36. Porcentaje de investigadores con movilidad institucional durante la trayectoria profesional respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		37. Grado de movilidad institucional de los investigadores del país a lo largo de su trayectoria profesional durante el período de referencia
		38. Porcentaje de investigadores con movilidad sectorial durante la trayectoria profesional respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		39. Grado de movilidad sectorial de los investigadores del país a lo largo de su trayectoria profesional durante el período de referencia
		40. Porcentaje de investigadores con movilidad espacial durante la trayectoria profesional respecto al número total de investigadores del país durante el período de referencia
		41. Grado de movilidad espacial de los investigadores del país a lo largo de su trayectoria profesional durante el período de referencia
COLABORACIÓN	<i>en la realización de proyectos de I+D</i>	42. Porcentajes de investigadores del país según tipos de colaboración en la realización de proyectos de I+D durante el período de referencia
		43. Grado de colaboración en la realización de proyectos de I+D de los investigadores del país durante el período de referencia
	<i>en la formación investigadora</i>	44. Porcentajes de investigadores del país según tipos de colaboración en la formación investigadora durante el período de referencia
	<i>en la producción científica y tecnológica</i>	45. Porcentajes de investigadores del país según tipos de colaboración en la producción de nuevo conocimiento científico y tecnológico durante el período de referencia
		46. Grado de colaboración en la producción de nuevo conocimiento científico y tecnológico de los investigadores del país durante el período de referencia
		47. Porcentajes de investigadores del país según tipos de colaboración en la producción de nuevo conocimiento científico y tecnológico de alta calidad durante el período de referencia
		48. Grado de colaboración en la producción de nuevo conocimiento científico y tecnológico de alta calidad de los investigadores del país durante el período de referencia
		49. Porcentajes de investigadores del país según tipos de colaboración en la producción de nuevo conocimiento científico durante el período de referencia
		50. Grado de colaboración en la producción de nuevo conocimiento científico de los investigadores del país durante el período de referencia
		51. Porcentajes de investigadores del país según tipos de colaboración en la producción de nuevo conocimiento tecnológico durante el período de referencia
		52. Grado de colaboración en la producción de nuevo conocimiento tecnológico de los investigadores del país durante el período de referencia

Tabla 2. Matriz de indicadores compuestos de trayectorias de investigadores

PRODUCTOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS DE INVESTIGADORES		Productos de nuevo conocimiento científico y tecnológico				Recursos humanos de I+D formados	Productos para la apropiación social del conocimiento	SÍNTESIS DE PRODUCTOS
		Nuevo conocimiento científico	Nuevo conocimiento tecnológico	Nuevo conocimiento científico y tecnológico de alta calidad	Síntesis de productos de nuevo conocimiento			
INVESTIGADORES CON DIFERENTES RASGOS DE TRAYECTORIAS								
Dedicación	a la actividad investigadora							
Diversidad	de perfiles profesionales							
	de perfiles de producción científica y tecnológica							
	disciplinaria							
Temporalidad	en la graduación doctoral							
	en la producción científica y tecnológica							
	en la dirección de proyectos de I+D							
	en la dirección de recursos humanos de I+D							
Movilidad	en la formación							
	profesional							
Colaboración	en la realización de proyectos de I+D							
	en la formación investigadora							
	en la producción científica y tecnológica							
COMBINACIONES DE RASGOS								

4. LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DE VALIDACIÓN TÉCNICA

La prueba de validación técnica de una parte importante de los indicadores de trayectorias de investigadores que contendrá el Manual de Buenos Aires se realizó utilizando, con carácter anónimo, datos disponibles en el Sistema de Información Científica de Andalucía (SICA). Este sistema, pionero en España y Europa, fue creado en el año 2001 y desde entonces recoge los CVs electrónicos actualizados de los investigadores andaluces y sus colaboradores extra-andaluces⁶.

La muestra de población sobre la cual se realizó la prueba, cuya información curricular fue descargada en julio de 2010, corresponde a 15.557 docentes investigadores andaluces empleados por universidades públicas (esto es, el 85% de la población investigadora andaluza registrada en el SICA) y que presentan al menos un tipo de actividad científica y tecnológica registrada en su CV en los últimos cinco años. El perfil predominante de esa muestra de investigadores es el de una población masculinizada (prácticamente dos terceras partes de la muestra son varones), concentrada entre los 30 y los 49 años de edad, y pertenecientes a las ciencias naturales y a las ciencias sociales (casi tres de cada diez docentes investigadores universitarios de la muestra son, respectivamente, de una

de esas dos grandes áreas del conocimiento; para ubicarse luego, en orden decreciente, las humanidades, las ingenierías y tecnologías, las ciencias médicas y de la salud, y -con una representación mucho menor- las ciencias agrarias).

La primera tarea desarrollada por el equipo multidisciplinario conformado *ad hoc*⁷ consistió en identificar las variables del SICA que permitirían construir los indicadores descriptivos presentes en la batería preliminar del Manual⁸. A partir de esas variables (a veces directamente, otras transformadas) se extraía la información curricular para el cálculo de los indicadores y se realizaban diversas pruebas, tanto estadísticas como de consistencia, con respecto a cada concepto en medición. Como resultado de ese proceso, en numerosos casos se comprobó la aplicabilidad y potencialidad de los indicadores propuestos para dar cuenta de las diferentes dimensiones bajo análisis y se fueron estableciendo indicadores definitivos. En otros casos, en cambio, no se llegó inmediatamente a resultados válidos, sino que fue necesario refinar los alcances y atributos de los indicadores definidos preliminarmente, lo cual llevó a realizar nuevas búsquedas de variables y extracciones de información, implementándose nuevos procesos de cálculo.

7. Integrado por sociólogos, economistas, documentalistas, estadísticos e ingenieros informáticos especializados en gestión de la I+D.

8. Algunos indicadores no pudieron probarse técnicamente por falta de información curricular suficiente en la base de datos del SICA, encontrándose actualmente en desarrollo una versión ampliada y renovada del sistema que se denominará SICA 2.0.

6. Para más información acerca de la experiencia, situación actual y perspectivas futuras del Sistema de Información Científica de Andalucía (SICA), consultar Solís Cabrera (2008) y <http://sicaresearch.cica.es>, entre otros.

4.1. Cómo se midieron los rasgos de las trayectorias

De los cinco rasgos característicos de las trayectorias de los investigadores identificados en el Manual, se han concluido las pruebas de validación técnica en tres de ellos: dedicación, diversidad y temporalidad. En esta sección se ofrece una breve descripción de la metodología aplicada.

• *Dedicación a la actividad investigadora*

Con el propósito de medir el nivel de dedicación a la I+D de la población investigadora de la muestra a lo largo de la trayectoria laboral de cada uno de los docentes investigadores universitarios que la integran, se extrajo la información curricular correspondiente a las siguientes variables:

- días por año en los que cada investigador ha estado dedicado a actividades de I+D a tiempo parcial (DPA),
- días por año en los que cada investigador ha estado dedicado a actividades de I+D a tiempo completo (DCA), y
- total de años de la trayectoria laboral de cada investigador.

Con la información reunida para estas variables se implementó el siguiente procedimiento de cálculo:

1. tiempo anual a dedicación completa (TDC) = $DCA + (DPA/2)$,
2. si $TDC < 75\%$ de 365 días, se le imputó ese año al investigador como “con dedicación parcial a actividades de I+D”,
3. si $TDC \geq 75\%$ de 365 días, se le imputó ese año al investigador como “con dedicación completa a actividades de I+D”,
4. sobre el total de años de la trayectoria laboral, se calculó el % de años que el investigador ha estado “con dedicación completa a actividades de I+D” y el % de años en los que ha estado “con dedicación parcial a actividades de I+D”, y
5. se clasificó al investigador en “con trayectoria de dedicación completa” o “con trayectoria de dedicación parcial” de acuerdo al porcentaje mayoritario obtenido en el punto anterior.

El punto 1 del procedimiento descrito calculó la cantidad de tiempo a lo largo de cada año que cada investigador ha estado realizando actividades de I+D con dedicación completa, teniendo en cuenta no sólo los días de la variable DCA, sino también la suma de aquellas fracciones de tiempo en las que el investigador se dedicó a la realización de actividades de I+D con dedicación parcial (DPA).

Los puntos 2 y 3 permitieron clasificar cada uno de los años de la trayectoria laboral de cada investigador, como años en los que cada investigador estuvo “completamente” dedicado a actividades de I+D o no. El criterio para identificar un año como “con dedicación completa” se estableció atendiendo a que más del 75% de los días del año el investigador hubiera registrado dedicación completa en la realización de actividades de I+D.

Finalmente, en los puntos 4 y 5 se decidió si un investigador era “con trayectoria de dedicación completa” o “con trayectoria de dedicación parcial” en su desempeño en actividades de I+D de acuerdo a si el porcentaje de años en los que se dedicó “con dedicación completa” o “con dedicación parcial” a tales actividades había superado o no el 50% del total de años que componían su trayectoria laboral.

• *Diversidad*

Para la prueba de validación técnica de este rasgo de trayectoria de los investigadores se seleccionó la subdimensión diversidad de perfiles profesionales. Se definieron cinco tipos de actividades científicas y tecnológicas característicamente desempeñadas en Andalucía por los investigadores adscritos a universidades, que los investigadores de la muestra podían haber realizado o realizar exclusiva o simultáneamente y que fueron construidos con los siguientes conjuntos de variables:

Actividades de I+D

- número de estancias como becarios, doctorales o postdoctorales,
- número de proyectos de I+D dirigidos o participados,
- evaluador en comités de revistas,

Actividades de docencia universitaria

- días de docencia como invitado o como contratado,
- porcentaje de la jornada laboral de dedicación a la docencia actual,

Actividades de formación de recursos humanos en I+D

- número de tesis doctorales dirigidas,

Actividades de dirección y/o gestión institucional

- número de experiencias profesionales en gestión,
- número de eventos organizados,

Actividades de prestación de servicios y/o transferencia

- número de contratos y/o convenios dirigidos o participados, y
- otros tipos de experiencia relacionada con la transferencia

Se calculó, para cada investigador de la muestra, el porcentaje de presencia de cada uno de esos cinco perfiles o tipos de actividades científicas y tecnológicas a lo largo de su trayectoria profesional. Se construyeron así cinco variables que recogían, respectivamente, el porcentaje que cada tipo de actividad representaba en cada investigador, obteniendo de esta forma un vector con 5 valores para cada uno de los investigadores bajo análisis.

Sobre este vector resultante, se realizó un estudio de clusters dirigido a detectar posibles asociaciones entre perfiles de actividades. El método de agrupación usado fue el de conglomerados de las k-medias, el más recomendado cuando se trabaja con una elevada cantidad de observaciones. Se construyeron así 7 diferentes conglomerados cuyos centroides⁹ representaban la

Tabla 3. Centroides de los clusters de perfiles de actividades de investigadores andaluces

Perfil de actividad	Conglomerados						
	1	2	3	4	5	6	7
Docente	42,467	91,141	68,028	9,160	0,837	0,239	42,692
Gestión	0,887	0,242	2,272	60,685	0,556	0,000	2,812
Investigador	17,883	5,190	22,507	23,301	90,728	1,346	41,892
Transferencia	2,497	1,813	2,750	5,327	7,029	98,415	3,665
Formador	36,266	1,614	4,442	1,527	0,849	0,000	8,938

presencia media de cada tipo o perfil de actividad profesional que puede observarse en la **Tabla 3**.

Finalmente, se consideraron como profesionalmente “diversos” a aquellos investigadores clasificados en clusters en los que los centroides presentaban valores significativos para más de un perfil de actividad. Los investigadores ubicados en los conglomerados 1 (fundamentalmente docentes y formadores de recursos humanos de I+D, con presencia de I+D), 3 (preponderantemente docentes, pero combinado con el desarrollo parcial de actividades de I+D), 4 (gestores e investigadores científicos y tecnológicos, con docencia universitaria parcial) y 7 (docentes e investigadores en proporciones equivalentes, con actividades de formación de recursos humanos de I+D) fueron clasificados como “diversos”; y los pertenecientes a los conglomerados 2 (fundamentalmente docentes), 5 (casi exclusivamente investigadores) y 6 (fundamentalmente dedicados a la transferencia) como “no diversos”.

• *Temporalidad*

La prueba de validación técnica de este rasgo de trayectoria de los investigadores se realizó para tres de sus cuatro sub-dimensiones: temporalidad en la producción científica y tecnológica (diferenciando entre ambas), en la dirección de proyectos de I+D y en la dirección de recursos humanos de I+D.

El criterio adoptado para decidir si un investigador podía ser clasificado como temporalmente “precoz” (esto es, con temporalidad temprana) o no, consistió en comparar la “edad en la que el investigador presentó por primera vez” una determinada experiencia de vida o producto con respecto a la edad en la que habitualmente se producía este hecho en la población de referencia (por ejemplo, la totalidad de la muestra, los investigadores de su cohorte de nacimiento o los investigadores pertenecientes a su mismo campo disciplinario). Para posicionar la edad “habitual” de la población investigadora de referencia, se comenzó identificando el estadístico moda como un posible y adecuado indicador de ese hito entre los investigadores andaluces incluidos en la muestra.

Para cada una de las sub-dimensiones de interés se extrajo del SICA la información correspondiente a las siguientes variables:

Temporalidad en la producción científica

- edad en la que el investigador publicó su primer libro,
- edad en la que el investigador publicó su primer capítulo de libro,
- edad en la que el investigador publicó su primer artículo,

Temporalidad en la producción tecnológica

- edad en la que el investigador solicitó su primera patente,
- edad en la que el investigador solicitó su primer modelo de utilidad,
- edad en la que el investigador solicitó su primer producto registrable de otro tipo,
- edad en la que el investigador solicitó su primer producto no patentable,

Temporalidad en la dirección de proyectos de I+D

- edad en la que el investigador dirigió su primer proyecto de investigación, y

Temporalidad en la dirección de recursos humanos de I+D

- edad en la que el investigador dirigió su primera tesis.

Para estudiar el comportamiento de la moda como estadístico que estableciera la “edad de primera vez” habitual de la población, se realizaron las primeras pruebas de la temporalidad de las trayectorias teniendo en cuenta todas las actividades y productos considerados a la vez o, dicho en términos de variables, seleccionando el mínimo de la edad de primera vez de todas las variables extraídas del SICA para esta dimensión analítica. Así, se construyó una nueva variable denominada “edad de primera vez”, que contenía para cada investigador de la muestra la edad mínima a la que empezó a producir artículos, libros, capítulos de libros, patentes u otros tipos de productos de nuevo conocimiento, a dirigir tesis, o a dirigir proyectos de I+D. Esta variable se estratificó de acuerdo a la pertenencia de los investigadores de la muestra a un determinado campo disciplinario y cohorte de nacimiento o generación, y en cada uno de esos estratos se calculó la moda. Seguidamente se procedió a comparar, para cada investigador, su “edad de primera vez” con la moda de su estrato correspondiente, siendo finalmente clasificado como “precoz” o “no precoz” atendiendo a que su “edad de primera vez” fuera menor o mayor respectivamente a la citada moda.

Sin embargo, cuando se contabilizó qué porcentaje de la población quedaba clasificada como temporalmente “precoz” bajo este procedimiento, se encontró que se trataba, muy frecuentemente, de la mayoría de la población. Este hecho entraba en contradicción con el

9. Medias de cada componente de los vectores asociados a los investigadores pertenecientes a cada cluster.

propósito de medición de esta dimensión, que considera a la temporalidad temprana o precoz como una característica que se presenta de manera minoritaria en la población, dado que el objetivo es estudiar los patrones de producción de aquellos investigadores en los que un determinado hito de su trayectoria profesional se presenta antes de lo habitual en su contexto socio-temporal.

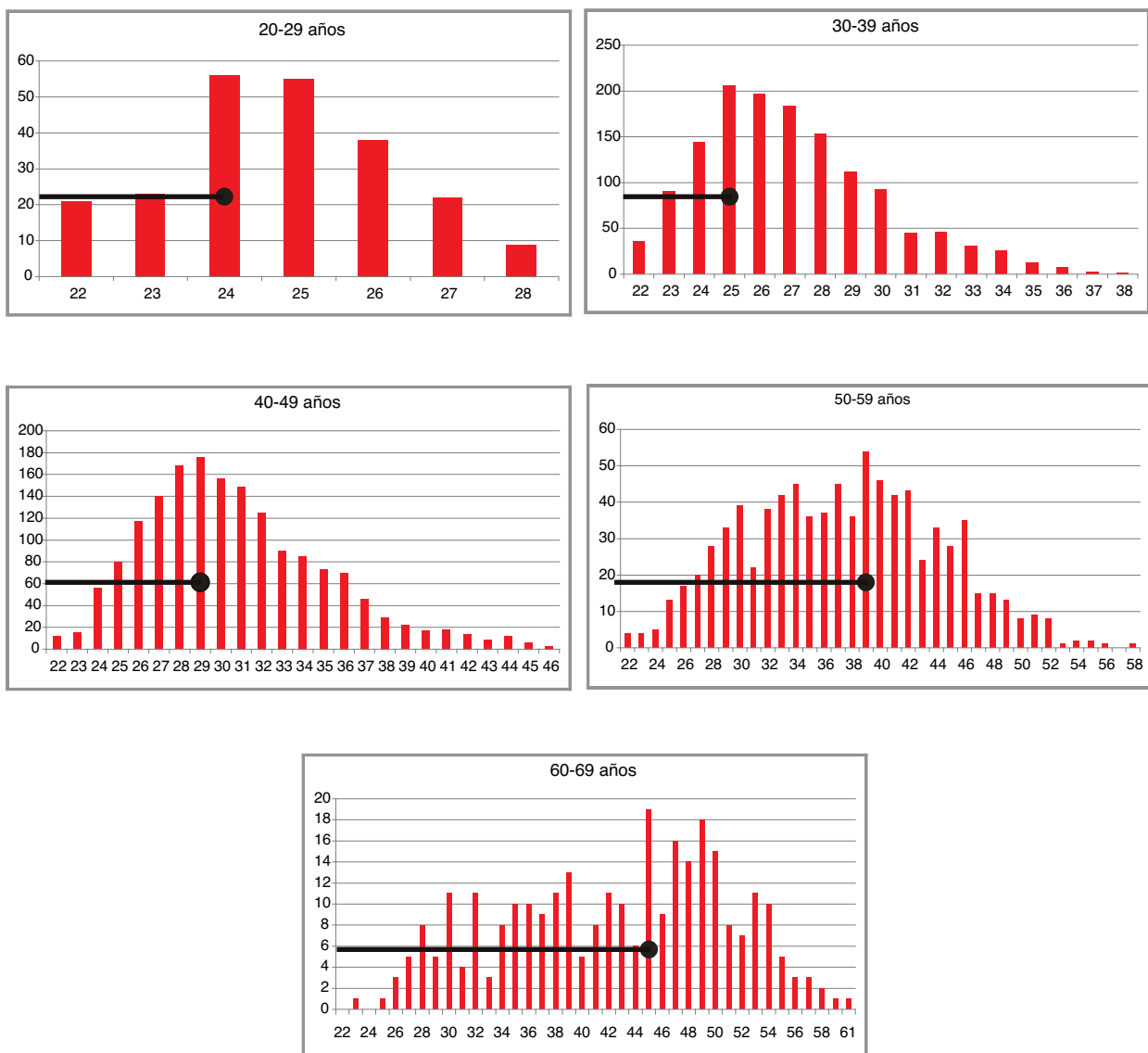
Los histogramas que representan la variable “edad de primera vez” para las distintas cohortes de nacimiento y disciplinas científicas arrojan luz sobre esta distribución de la población en “precozes” y “no precozes” atendiendo a la clasificación que establecería el estadístico moda. El **Gráfico 1** permite visualizar, a modo de ejemplo, esa información para los investigadores andaluces de la

muestra pertenecientes al campo de las “Ciencias sociales” de diferentes generaciones, con la posición de la moda señalizada con un punto y la parte de la muestra que consiguientemente iba quedando clasificada como temporalmente “precoz” subrayada por una línea.

Se observó que a medida que se avanzaba en el análisis de las generaciones, la moda se iba desplazando hacia la derecha provocando que un elevado número de investigadores deban ser clasificados como “precozes”.

Para evitar que eso ocurriera, se optó finalmente por seleccionar y probar otra medida estadística: el primer cuartil o percentil 25 (el valor en el cual o por debajo del cual queda una cuarta parte o el 25% de los datos de la

Gráfico 1. Investigadores andaluces de ciencias sociales precoces en la realización de algún producto científico y tecnológico, distintas generaciones (cálculos preliminares a partir de la moda)



población considerada), como indicador de la “edad de primera vez” menos habitual y, por tanto, “precoz” (en tanto el otro 75% de la misma población pertenecerá al patrón más “común”).

4.2. Cómo se midió la producción de resultados científicos y tecnológicos y se construyó un índice sintético

La producción científica y tecnológica de los investigadores de la muestra, considerada en su complejidad y diversidad siguiendo la propuesta del Manual, fue medida construyendo un novedoso indicador sintético que se propuso condensar en una única medida el conjunto de productos de las actividades realizadas por los investigadores y ponderarlos de acuerdo a su importancia relativa.

La estructura básica del Indicador Sintético de Producción (ISP) especialmente elaborado para esta prueba de validación se inspiró en un índice de naturaleza similar, pero referido a la producción científica y tecnológica de los grupos de I+D de Colombia, el ScientiCol (COLCIENCIAS 2008).

Su cálculo consistió en la suma de tres componentes (expresión de los tres aspectos de la producción propuestos), cada una de ellas ponderadas por un peso determinado. Estas componentes fueron estandarizadas entre 0 y 10, permitiendo que el índice se mueva acotado entre tales valores.

Su fórmula básica es:

$$ISP = PNC \cdot NC + PF \cdot F + PASC \cdot ASC,$$

entendiendo por NC la producción de nuevo conocimiento (ítems tradicionales de resultados científicos y tecnológicos asociados a la generación de conocimiento), por F la formación de nuevos recursos humanos de I+D y por ASC la producción para la apropiación social del conocimiento (productos relacionados con la difusión y la transferencia del conocimiento producido hacia la sociedad).

Para la prueba de validación técnica se desagregó, además, la componente NC en tres sub-componentes, con el objeto de detectar posibles comportamientos diferenciales que permanecerían ocultos si sólo se estudiara esa componente de manera global: Nuevo Conocimiento Científico (NCC), Nuevo Conocimiento Tecnológico (NCT) y Nuevo Conocimiento de Alta Calidad (NCA).

Las componentes del ISP están formadas por ítems identificados como cada uno de los

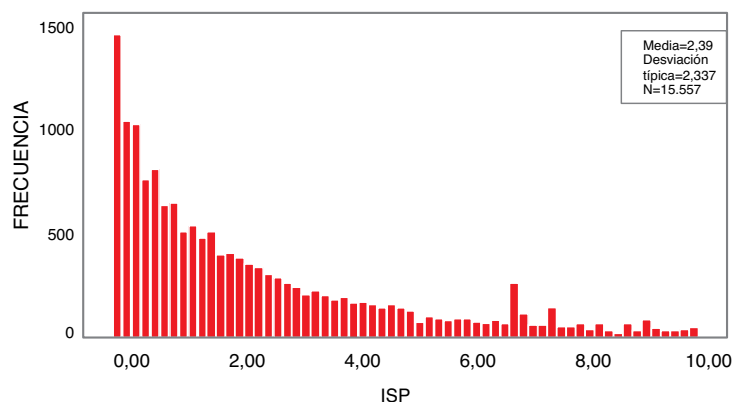
tipos posibles (con disponibilidad de información curricular en la base de datos para su cálculo) y relevantes de productos resultantes de la actividad científica y tecnológica de los investigadores. Al igual que las componentes estuvieron ponderadas por unos pesos, los ítems que las integran también llevaron asociados pesos específicos que pretendieron conceder una diferente importancia relativa a cada uno de ellos ¹⁵. En el ANEXO se ofrece la lista completa de los ítems incluidos en cada componente para la prueba.

Los ítems de la producción se midieron en una ventana temporal de 5 años que, en el caso de este estudio comprendió el período 2005-2009, por lo que todos aquellos investigadores andaluces que no presentaban ningún registro de producto o actividad científica y tecnológica durante ese período fueron descartados de la muestra de trabajo al ser considerados como inactivos.

Dado que los indicadores compuestos de trayectorias (cuyos resultados preliminares se ejemplificarán a continuación) están dirigidos a conocer la influencia que los rasgos básicos o dimensiones de las trayectorias de los investigadores ejercen sobre sus niveles de producción científica y tecnológica, medidos esos niveles en el marco de esta prueba a través del ISP, se consideró importante establecer si el comportamiento del índice sintético construido podría ajustarse a una distribución normal, de cara a posteriores contrastes de hipótesis que permitieran verificar la igualdad o diferencia del ISP en presencia o no de los rasgos o dimensiones de las trayectorias.

El Gráfico 2 contiene un histograma de frecuencias de los valores que asume el ISP entre los investigadores de la muestra que lleva a afirmar que el índice sintético no sigue una distribución normal: la mayoría de los investigadores bajo estudio presentan los valores más bajos de ese indicador, mientras que sólo una minoría alcanza los más altos niveles de producción científica y tecnológica. Adicionalmente se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, cuyos resultados confirmaron el rechazo de la normalidad.

Gráfico 2. Distribución del ISP en investigadores andaluces



Fuente: SICA.

Es importante destacar que durante el proceso de construcción de este índice sintético de producción se realizaron diversas modificaciones consistentes en variaciones en los pesos y/o componentes del ISP pero obteniendo siempre valores en el índice coherentes con esas variaciones, lo que permite caracterizar al índice resultante como robusto. Otra cualidad del índice que merece ser destacada es la sencillez y agilidad que implica su cálculo, siempre

que se disponga -como es el caso del SICA- de la información curricular de los investigadores pertinente.

4.3. Qué mostraron los primeros cálculos de indicadores descriptivos e indicadores compuestos de trayectorias de investigadores

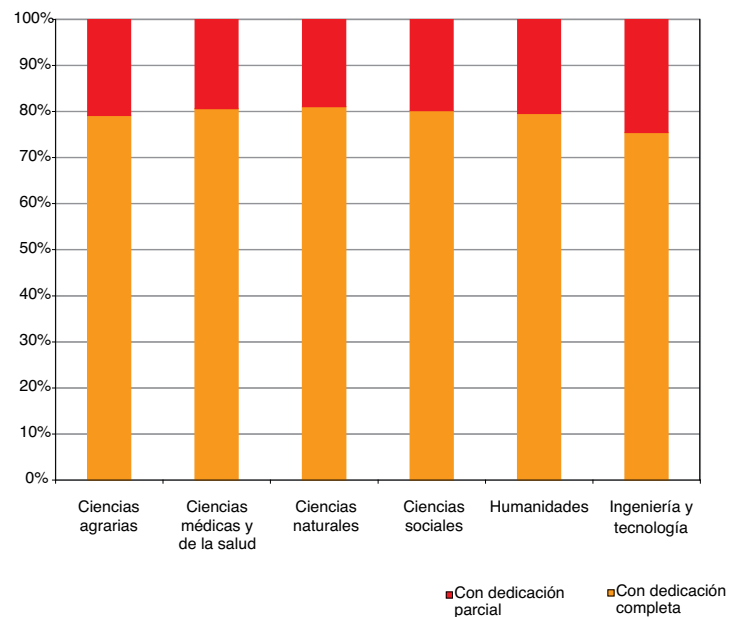
En esta sección se presentan algunos resultados obtenidos a partir de los cálculos desarrollados para una selección de indicadores descriptivos correspondientes a las dimensiones dedicación, diversidad y temporalidad probadas, estudiando luego su influencia en los valores del Índice Sintético de Producción a modo de construcción de indicadores compuestos de trayectorias de investigadores.

• *Dedicación a la actividad investigadora y producción*

Con los criterios establecidos anteriormente para clasificar los 15.557 investigadores de la muestra en “con trayectoria de dedicación completa” o “con trayectoria de dedicación parcial” (es decir, que se han dedicado a la realización de actividades de I+D a lo largo de su trayectoria profesional mayoritariamente en forma completa para los primeros o parcial para los segundos), se obtuvo que el 20,3% de los investigadores estudiados eran “con trayectoria de dedicación parcial” y -por ello- el 79,7% pertenecía a la categoría de los “con trayectoria de dedicación completa” (dato, este último, que representa la prueba de validación del cálculo del indicador descriptivo 1 presentado en la Tabla 1).

El **Gráfico 3** permite observar la distribución de investigadores con dedicación completa a la actividad investigadora a lo largo de su trayectoria profesional y para cada disciplina científica, manteniéndose fuertemente la tendencia indicada para el conjunto de la población investigadora de la muestra.

Gráfico 3. Investigadores andaluces con dedicación completa y parcial a lo largo de sus trayectorias por campos disciplinarios



Fuente: SICA.

La **Tabla 4** resume los valores medios que alcanzan tanto el ISP como cada una de sus componentes de acuerdo a la presencia o no del rasgo de trayectoria estudiado en esta dimensión, es decir, de acuerdo a la dedicación completa o parcial a la I+D a lo largo de la trayectoria investigadora. Se trata de un conjunto de indicadores compuestos de trayectoria que permitirían completar los valores que asume la relación entre el rasgo “dedicación a la actividad investigadora” y las distintas expresiones de la producción científica y tecnológica propuestas en el Manual para una población de investigadores en un período determinado (conjunto representado en la primera fila de la matriz de indicadores compuestos de trayectorias que figura en la Tabla 2).

Los datos obtenidos revelan una ligera diferencia en los valores de la producción científica y tecnológica cuando se calculan sus diferentes componentes sobre la sub-muestra de investigadores andaluces con dedicación completa a lo largo de sus trayectorias con respecto a los de dedicación parcial.

Como se apuntó anteriormente, para acreditar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el comportamiento del ISP y sus componentes en cada una de las sub-muestras de

Tabla 4. Medias del ISP y sus componentes en investigadores andaluces con dedicación completa y parcial a lo largo de sus trayectorias

Dedicación a la actividad investigadora	ISP	NC	NCC	NCT	NCA	F	ASC
Con trayectoria de dedicación completa	2,46	3,04	2,99	0,22	2,86	1,09	1,31
Con trayectoria de dedicación parcial	2,08	2,63	2,60	0,19	2,47	0,67	1,23

Fuente: SICA.

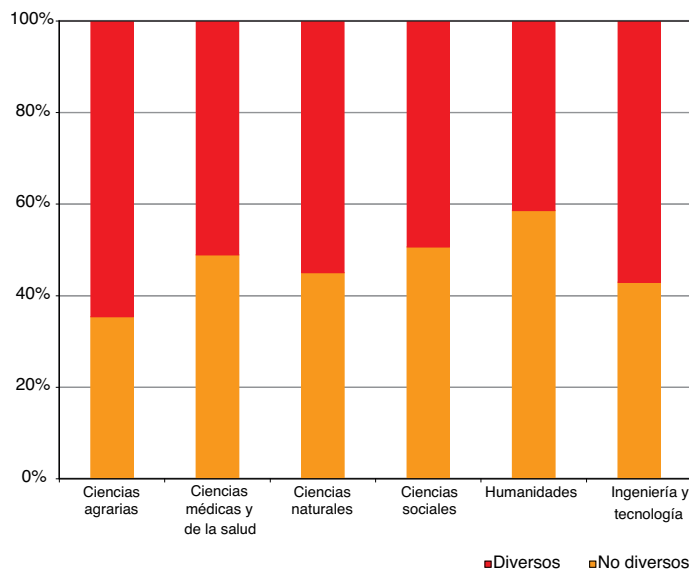
investigadores bajo estudio, se realizaron diversos contrastes de hipótesis. Como quedó demostrado a través de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, el ISP (al igual de lo que ocurre con sus componentes) no sigue una distribución normal, lo que lleva a la implementación de contrastes de hipótesis no paramétricos como son el test de Kruskal-Wallis y el test de la mediana. Los resultados obtenidos en estos dos contrastes de hipótesis permitieron afirmar que tanto el ISP como las componentes NC, NCC, NCA y F presentan un comportamiento distinto entre las sub-muestras de los investigadores que se han dedicado en forma completa a actividades de I+D a lo largo de su trayectoria profesional y los que no lo hicieron. A todo ello cabe agregar que las medias de los índices de producción construidos eran superiores entre los primeros tipos de investigadores, pudiéndose concluir que, en el marco de la prueba realizada, la dedicación completa a la I+D a lo largo de la trayectoria influye positivamente en la producción de los investigadores.

- Diversidad de perfiles profesionales y producción

De acuerdo a los criterios descritos para ordenar a los investigadores de la muestra según sus tipos de perfiles de trayectoria profesional (tipos de perfiles reflejados en los 7 conglomerados emergentes de las combinaciones de las actividades científicas y tecnológicas por ellos desarrolladas, que podrían dar lugar al cálculo del indicador descriptivo 3 de la Tabla 1) y luego clasificarlos en “diversos” y “no diversos”, se obtuvo que un 51,2% de la muestra global estaba compuesta por investigadores andaluces que se habían dedicado a diversas actividades profesionales a lo largo de su trayectoria y un 48,8% que se habían concentrado en una sola actividad.

En el **Gráfico 4** se muestra la distribución de los investigadores de la muestra con perfiles profesionales “diversos” y “no diversos” a lo largo de sus trayectorias para cada campo disciplinario. En este caso, a diferencia de lo que se observaba en la dimensión dedicación a la I+D, se marcan algunas especificidades entre las distintas comunidades científicas. Los investigadores andaluces de las Humanidades son los menos diversos de la muestra (41%), mientras que los más diversos son los de las Ciencias agrarias y las Ingenierías y tecnologías (65% y 57% respectivamente)

Gráfico 4. Investigadores andaluces con perfiles profesionales diversos y no diversos a lo largo de sus trayectorias por campos disciplinarios



Fuente: SICA.

El cálculo del ISP y sus componentes en las sub-muestras de investigadores diversos y no diversos, así como en cada conglomerado emergente o tipo de perfil de actividad profesional desarrollada a lo largo de la trayectoria, se presenta en la **Tabla 5**. Se trata de otro conjunto de indicadores compuestos de trayectoria que permitirían completar los valores que asume la relación entre el rasgo “diversidad de perfiles profesionales” y las distintas expresiones de la producción propuestas en el Manual para una población de investigadores en un período determinado (correspondiente, en este

Tabla 5. Medias del ISP y sus componentes en investigadores andaluces con diversidad de perfiles profesionales a lo largo de sus trayectorias

Diversidad de perfiles profesionales	ISP	NC	NCC	NCT	NCA	F	ASC
C1 (fundamentalmente docentes y formadores de recursos humanos de I+D, con presencia de I+D)	4,29	4,50	4,45	0,26	4,08	4,76	1,67
C3 (preponderantemente docentes, combinado con el desarrollo parcial de actividades de I+D)	2,77	3,47	3,40	0,19	3,28	1,04	1,60
C4 (gestores e investigadores científicos y tecnológicos, con docencia universitaria parcial)	2,55	3,10	3,01	0,20	3,13	0,70	2,65
C7 (docentes e investigadores en proporciones equivalentes, con actividades de formación de recursos humanos de I+D)	4,46	5,16	5,07	0,57	4,65	2,86	3,01
DIVERSOS	3,43	4,06	3,99	0,31	3,77	1,98	2,06
C2 (fundamentalmente docentes)	1,70	2,30	2,29	0,07	2,32	0,21	0,62
C5 (casi exclusivamente investigadores)	1,77	2,40	2,35	0,28	2,19	0,17	0,83
C6 (fundamentalmente dedicados a la transferencia)	0,75	0,92	0,93	0,03	0,88	0,00	1,24
NO DIVERSOS	1,63	2,20	2,17	0,14	2,13	0,17	0,76

Fuente: SICA.

caso, a la segunda fila de la matriz de indicadores compuestos de la Tabla 2).

Como puede observarse, la prueba realizada para esta dimensión muestra que desempeñar diversas actividades profesionales a lo largo de la trayectoria ha implicado significativamente mayor producción a los investigadores, en comparación con los no diversos profesionalmente. Asimismo, dado que las pruebas reafirman que el ISP y sus componentes son estadísticamente distintos entre las sub-muestras de los investigadores diversos y no diversos, puede concluirse que, en el marco de la prueba realizada, la diversidad de perfiles profesionales influye positivamente en los niveles de producción.

Estas mismas conclusiones son aplicables al estudio desagregado por tipos de perfiles profesionales, obteniéndose grandes diferencias entre los distintos

temporalidad de dirección de proyectos de I+D) y 32 (precocidad en la temporalidad de dirección de recursos humanos de I+D).

Como en los rasgos de las trayectorias anteriores, para conocer si cada una de estas sub-dimensiones de análisis tiene influencia en los niveles productivos de los investigadores de la muestra, se calculó el Índice Sintético de Producción y sus diferentes componentes para cada sub-muestra de la población bajo estudio (**Tabla 7**). Asimismo, se realizaron las pruebas de Kruskal-Wallis y de la mediana para estudiar si estadísticamente los comportamientos de los índices construidos eran o no distintos en cada una de las sub-muestras de investigadores “precoces” y “no precoces” consideradas.

Los resultados obtenidos arrojan tres vertientes diferenciadas de información. Por un lado se observa que,

Tabla 6. Investigadores andaluces con temporalidades precoces y no precoces para producir determinados resultados y/o realizar diferentes actividades científicas y tecnológicas

Temporalidad	En la producción científica (Q25 = 26 años)	En la producción tecnológica (Q25 = 31 años)	En la dirección de proyectos de I+D (Q25 = 36 años)	En la dirección de recursos humanos de I+D (Q25 = 37 años)
% investigadores precoces	16,3%	2,3%	5,0%	6,4%
% investigadores no precoces	83,7%	97,7%	95,0%	93,6%

Fuente: SICA.

130

Tabla 7. Medias del ISP y sus componentes en investigadores andaluces con temporalidades precoces y no precoces

Temporalidad		ISP	NC	NCC	NCT	NCA	F	ASC
Precocidad en producción científica	No precoz	2,40	2,95	2,90	0,22	2,77	1,08	1,34
	Precoz	2,34	3,03	3,00	0,19	2,86	0,65	1,12
Precocidad en producción tecnológica	No precoz	2,38	2,95	2,90	0,18	2,78	1,01	1,29
	Precoz	2,77	3,54	3,18	2,00	2,98	0,72	1,73
Precocidad en la dirección de proyectos de I+D	No precoz	2,30	2,86	2,82	0,21	2,70	0,95	1,22
	Precoz	4,03	4,82	4,75	0,41	4,40	2,02	2,80
Precocidad en la dirección de recursos humanos de I+D	No precoz	2,26	2,83	2,77	0,20	2,69	0,86	1,23
	Precoz	4,30	4,95	4,90	0,47	4,28	3,09	2,29

Fuente: SICA.

conglomerados en la producción científica y tecnológica tanto considerada a nivel global como en sus distintas componentes.

• *Temporalidad y producción*

Los porcentajes de investigadores que pudieron ser clasificados como temporalmente precoces, con relación al resto de los investigadores de la muestra, para cada una de las sub-dimensiones de análisis probadas pueden observarse en la **Tabla 6**. Se trata, en este caso, de la prueba técnica de cuatro indicadores descriptivos de las trayectorias investigadoras presentados en la Tabla 1: los indicadores 26 (precocidad en la temporalidad de producción científica), 28 (precocidad en la temporalidad de producción tecnológica), 30 (precocidad en la

en el marco de la muestra de investigadores estudiada, la relativa precocidad en la producción científica no afecta significativamente los niveles de producción. Sólo se elevan para los “precoces” en esta materia, pero muy levemente, los valores en las componentes Nuevo Conocimiento Científico y Tecnológico en general, Nuevo Conocimiento Científico y Nuevo Conocimiento Científico y Tecnológico de Alta Calidad.

Por otro lado se advierte que la relativa precocidad en la producción tecnológica incrementa muy notoriamente los niveles de la componente Nuevo Conocimiento Tecnológico y, más moderadamente, los niveles de producción científica y tecnológica resumidos en el Indicador Sintético de Producción y en las restantes componentes (con la sola diferencia de la producción en Formación).

Finalmente, se destacan los efectos de la precocidad tanto en la dirección de proyectos de I+D como en la dirección de recursos humanos de I+D sobre los niveles de producción de los investigadores de la muestra. Ambas subdimensiones de análisis revelan una fuerte influencia tanto en los niveles del ISP como de sus componentes, duplicando en media los valores alcanzados por los investigadores "precoces" con respecto a los de los investigadores "no precoces".

5. CONSIDERACIONES FINALES

Como todo documento de esta índole, el futuro Manual de Buenos Aires será un instrumento para la medición de las trayectorias profesionales de los investigadores de la región que se irá revisando con el tiempo tanto por los avances conceptuales que se produzcan en la temática, como por las evidencias empíricas que vaya planteando su aplicación concreta. En este sentido, cabe destacar una vez más que la prueba de validación técnica realizada con datos curriculares de la Comunidad Autónoma de Andalucía fue una experiencia piloto de "traducción" especializada de las ideas e indicadores de un Manual en construcción a variables y micro-información concreta existente en una base de datos curricular que, como permitieron ilustrar los ejemplos que se presentaron de este trabajo, significó una contribución fundamental para la consolidación de la propuesta.

La RICYT espera poder ampliar próximamente el estudio de caso que realizó en España a un conjunto más amplio de países iberoamericanos que disponen de bases electrónicas de CVs implementadas (como es el caso de Brasil, Colombia, México, Portugal y Uruguay, entre otros), más allá de los diferentes grados de cobertura de sus respectivas poblaciones nacionales de investigadores.

Uno de los aprendizajes del proceso de elaboración del Manual de Buenos Aires es la necesidad de propiciar estudios para refinar conceptualmente las definiciones operativas adoptadas y profundizar la validez metodológica de los indicadores propuestos para la medición de las trayectorias de investigadores, además de analizar las claves para la interpretación de los resultados de su implementación en el contexto de los países de la RICYT y su difusión ampliada entre los organismos nacionales de ciencia y tecnología, las instituciones y los investigadores interesados.

BIBLIOGRAFIA

BOZEMAN, Barry; DIETZ, James S. and GAUGHAN, Monica (2001): "Scientific and technical human capital: An alternative approach to R&D evaluation", *International Journal of Technology Management*, 22 (8), 716-740.

CAÑIBANO, Carolina and BOZEMAN, Barry (2009): "Curriculum vitae method in science policy and research evaluation: the state-of-the-art", *Research Evaluation*, 18 (2), Special issue on the use of CVs in research evaluation, 86-94.

CAÑIBANO, Carolina; OTAMENDI, Javier y SOLÍS, Francisco (2010): "Investigación y movilidad internacional: análisis de las estancias en centros extranjeros de los investigadores andaluces", *Revista Española de Documentación Científica*, 33 (3), 428-457.

COLCIENCIAS (2008): Modelo de medición de Grupos de Investigación Científica, Tecnológica o de Innovación. Año 2008, Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS), Bogotá, disponible en <http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/documentos/2656.pdf>.

D'ONOFRIO, María Guillermina (2009): "The Public CV Database of Argentine Researchers and the 'CV-minimum' Latin-American Model of Standardization of CV Information for R&D Evaluation and Policy Making", *Research Evaluation*, 18 (2), Special issue on the use of CVs in research evaluation, 95-103.

D'ONOFRIO, María Guillermina y GELFMAN, Julia (2009): "Fuentes de información para el análisis de resultados e impactos de programas de becas de posgrado en ciencias e ingenierías en Iberoamérica", *Revista CTS*, 13 (5), 1-35.

JARAMILLO, Hernán; PIÑEROS J., Luis; LOPERA, Carolina y ÁLVAREZ, Jesús María (2006): *Aprender haciendo. Experiencia en la formación de jóvenes investigadores en Colombia*, Bogotá: Facultad de Economía, Universidad del Rosario.

JARAMILLO, Hernán; LOPERA, Carolina y ALBÁN, Carolina (2008 a): *Carreras Académicas. Utilización del CV para la modelación de carreras académicas y científicas*, Bogotá: Facultad de Economía, Universidad del Rosario, disponible en <http://www.urosario.edu.co/FASE1/economia/documentos/pdf/bi96.pdf>.

JARAMILLO, Hernán; LATORRE SANTOS, Catalina; ALBÁN, Carolina y LOPERA, Carolina (2008 b): *El hospital como organización de conocimiento y espacio de investigación y formación. Los recursos humanos en salud y su tránsito hacia comunidades científicas: el caso de la investigación clínica en Colombia*, Bogotá: Facultad de Economía, Universidad del Rosario.

LEPORI, Benedetto; BARRÉ, Rémi and FILLIATREAU, Ghislaine (2008): "New perspectives and challenges for the design and production of S&T indicators", *Research Evaluation*, 17 (1), 33-44.

SOLÍS CABRERA, Francisco M. (2008): "El sistema de información científica de Andalucía, una experiencia pionera en España", *Revista madri+d*, No. Extra 22, 12-18, disponible en http://www.madrimasd.org/informacionidi/revistas/monograficos/monografias/monografia22/las_CA_frente_IDi-sistema_informacion_cientifico_andalucia.pdf.

ANEXO. Ítems que conforman las componentes del Indicador Sintético de Producción (ISP)

Productos de Nuevo Conocimiento Científico y Tecnológico (NC)	
Nuevo Conocimiento Científico (NCC)	<ul style="list-style-type: none"> • NC1 - N° artículos JCR cuyo factor de impacto se encuentra en el primer cuartil (Q1= peor cuartil, Q4= mejor cuartil) N_ART_REV_1Q • NC2 - N° artículos JCR cuyo factor de impacto se encuentra en el segundo cuartil (Q1= peor cuartil, Q4= mejor cuartil) N_ART_REV_2Q • NC3 - N° artículos JCR cuyo factor de impacto se encuentra en el tercer cuartil (Q1= peor cuartil, Q4= mejor cuartil) N_ART_REV_3Q • NC4 - N° artículos JCR cuyo factor de impacto se encuentra en el cuarto cuartil (Q1= peor cuartil, Q4= mejor cuartil) N_ART_REV_4Q • NC5 - N° artículos NO JCR internacionales N_ART_REVIEW_NOJCR_INT • NC6 - N° artículos NO JCR nacionales N_ART_REVIEW_NOJCR_NAC • NC7 - N° libros internacionales N_LIBROS_INT • NC8 - N° libros nacionales N_LIBROS_NAC • NC9 - N° libros internacionales en el que el investigador aparece como primer autor N_LIBROS_INT_1AUTOR • NC10 - N° libros nacionales en el que el investigador aparece como primer autor N_LIBROS_NAC_1AUTOR • NC11 - N° capítulos de libros internacionales N_CAP_LIBROS_INT • NC12 - N° capítulos de libros nacionales N_CAP_LIBROS_NAC • NC13 - N° capítulos de libros internacionales en el que el investigador aparece como primer autor N_CAP_LIBROS_INT_1AUTOR • NC14 - N° capítulos de libros nacionales en el que el investigador aparece como primer autor N_CAP_LIBROS_NAC_1AUTOR
Nuevo Conocimiento Tecnológico (NCT)	<ul style="list-style-type: none"> • NC15 - N° patentes explotadas N_PATENTES_EXP • NC16 - N° patentes concedidas internacionales N_PATENTES_CONC_INT • NC17 - N° patentes concedidas nacionales N_PATENTES_CONC_NAC • NC18 - N° patentes solicitadas internacionales N_PATENTES_SOL_INT • NC19 - N° patentes solicitadas nacionales N_PATENTES_SOL_INT • NC20 - N° modelos de utilidad explotados N_MODELOS_UTILIDAD_EXPL • NC21 - N° modelos de utilidad concedidos N_MODELOS_UTILIDAD_CONC • NC22 - N° modelos de utilidad solicitados N_MODELOS_UTILIDAD_SOL • NC23 - N° de productos registrados explotados N_PRODUCT_REG_EXPL • NC24 - N° de productos registrados concedidos internacionales N_PRODUCT_REG_CONC_INT • NC25 - N° de productos registrados concedidos nacionales N_PRODUCT_REG_SOL_NAC • NC26 - N° de productos registrados solicitados internacionales N_PRODUCT_REG_SOL_INT • NC27 - N° de productos registrados solicitados nacionales N_PRODUCT_REG_SOL_NAC • NC28 - N° de productos no patentables N_PRODUCT_NO_PAT
Nuevo Conocimiento Científico y Tecnológico de Alta Calidad (NAC)	<ul style="list-style-type: none"> • N_ART_REV_1Q • N_ART_REVIEW_NOJCR_INT • N_LIBROS_INT • N_LIBROS_INT_1AUTOR • N_CAP_LIBROS_INT • N_CAP_LIBROS_INT_1AUTOR • N_PATENTES_EXP • N_PATENTES_CONC_INT • N_MODELOS_UTILIDAD_EXPL • N_PRODUCT_REG_EXPL • N_PRODUCT_REG_CONC_INT • N_PRODUCT_NO_PAT
Recursos Humanos de I+D Formados (F)	
Formación (F)	<ul style="list-style-type: none"> • F1 - N° de tesis dirigidas N_TESIS_DIR • F2 - N° de tesis dirigidas que han sido premios extraordinarios N_TESIS_DIR_EXT
Productos para la Apropiación Social del Conocimiento (ASC)	
Apropiación Social de Conocimiento (ASC)	<ul style="list-style-type: none"> • ASC1 - N° de eventos internacionales organizados N_ORG_EVENTOS_INT • ASC2 - N° de eventos nacionales organizados N_ORG_EVENTOS_NAC • ASC3 - N° contratos / convenios dirigidos cuyo importe es mayor o igual que el tercer cuartil (Q1= menor importe, Q4= mayor importe) N_MAYOR_Q3_DIR • ASC4 - N° contratos / convenios dirigidos cuyo importe es menor que el tercer cuartil (Q1= menor importe, Q4= mayor importe) N_MENOR_Q3_DIR • ASC5 - N° contratos / convenios participados cuyo importe es mayor o igual que el tercer cuartil (Q1= menor importe, Q4= mayor importe) N_MAYOR_Q3_PAR • ASC6 - N° contratos / convenios participados cuyo importe es menor que el tercer cuartil (Q1= menor importe, Q4= mayor importe) N_MENOR_Q3_PAR • ASC7 - N° artículos periodísticos N_ARTICULOS_PERIODISTICOS • ASC8 - N° informes técnicos N_INFORMES_TECNICOS