

ANEXO I.

UN ENFOQUE CONVENCIONAL SOBRE LA INFLUENCIA
DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA SOBRE EL CRECIMIENTO:
EL CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES
EN URUGUAY

En este anexo se discute el impacto de la innovación tecnológica sobre el crecimiento tomando como referencia una de las medidas tradicionales: el cálculo de la *productividad total de los factores* (PTF). Para introducir el problema, se explican brevemente el esquema analítico del crecimiento económico, sus fuentes directas (entre ellas la PTF) y sus causas en última instancia; seguidamente se analiza en qué medida las fuentes directas o próximas han contribuido a explicar el crecimiento económico de Uruguay en las últimas dos décadas. Por último, se discuten las limitaciones de representar a la innovación tecnológica a través de la medida tradicional de la PTF.

1. Fuentes primarias y fuentes últimas de crecimiento del económico. La PTF

Se suele asumir que todo cambio en la producción de una economía puede explicarse por cambios en la cantidad de trabajo y el capital aplicado, en la calidad de estos factores o en los avances tecnológicos y la eficiencia en la utilización de los factores de producción. Pero el crecimiento económico es atribuible no sólo a esos factores, cuantificables, medibles y directos, sino también a las influencias cualitativas e institucionales que constituyen las causas en última instancia del crecimiento.

En OCDE (2000) se puede hallar un marco analítico para entender el crecimiento económico. Allí se explicitan sus fuentes primarias o directas —como el trabajo, el capital físico y sus productividades— y sus causas últimas. El esquema que surge de ese trabajo se presenta en la diagrama 1.

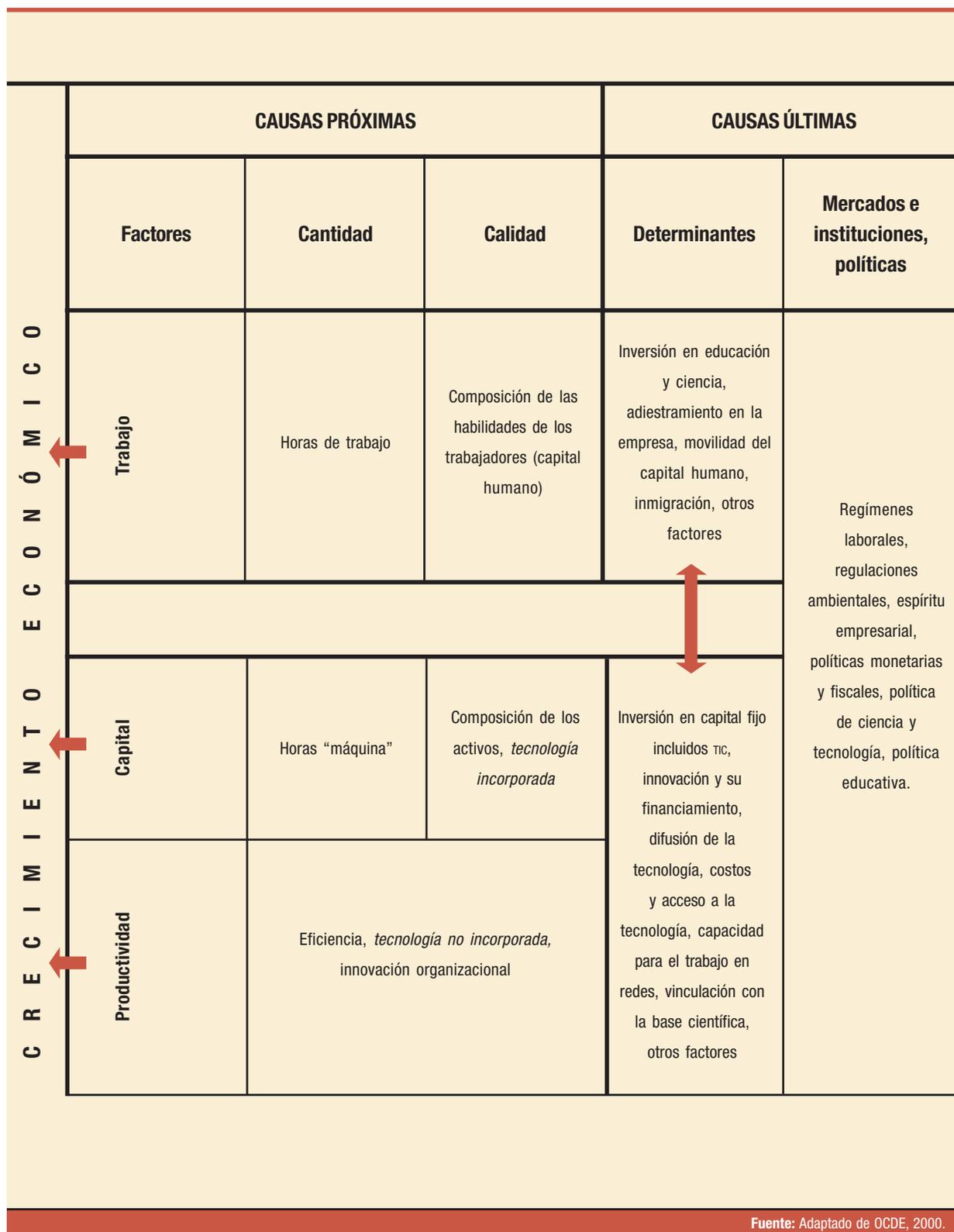
Las causas primarias o próximas pueden ser vistas como los ingredientes o insumos necesarios para la producción y, por lo tanto, para el crecimiento económico. Los determinantes del crecimiento son los que actúan directamente sobre las fuentes primarias. Entre ellos se incluyen la inversión en capital fijo, en capital humano y en innovación, el grado de apertura comercial de una economía, la fuerza del proceso de difusión de la tecnología, la movilidad de los recursos humanos. Por detrás de los determinantes está la influencia de los factores institucionales, los regímenes de mercado, las regulaciones, las ideologías, la acción de los grupos de interés socioeconómico, las políticas estatales, monetarias, fiscales, educativas, de ciencia y tecnología, etc. Es prácticamente imposible establecer la ligazón exacta entre estas causas últimas y el crecimiento, si bien pueden plantearse hipótesis sobre el sentido (el signo) de sus respectivas influencias.

Utilizando este mismo marco analítico, innumerables estudios, tanto en el contexto internacional como en el latinoamericano, han planteado la problemática de la identificación de los motores y fuentes del crecimiento de las economías (particularmente el papel que ha jugado la innovación tecnológica) y han indagado acerca de si estas fuentes han variado a lo largo del tiempo.

Por ejemplo, un ensayo sobre la historia económica de Estados Unidos en los dos últimos siglos (Abramovitz y David, 2001) analiza la naturaleza del proceso de crecimiento económico que ha caracterizado a ese país y encuentra que el patrón de crecimiento ha transformado las fuentes inmediatas del crecimiento. Así, los autores señalan que se ha

Diagrama 1

Las causas próximas y últimas del crecimiento económico



Fuente: Adaptado de OCDE, 2000.

verificado una transición desde el desarrollo interdependiente, la explotación extensiva de los recursos naturales y la sustitución de trabajo por capital tangible, hacia el liderazgo persistente del aumento de la PTF¹, a través de la inversión en capital intangible en la formación y explotación de conocimiento tecnológico y organizacional. En la modalidad de crecimiento que identifica al cambio de milenio, el conocimiento que no se ha incorporado en los bienes de capital o las personas es el principal motor de crecimiento. La innovación tecnológica explica el aumento de la productividad del trabajo y del capital; el conocimiento permite que el trabajo y el capital se usen más eficaz y eficientemente y se incorpora en la economía a través de la innovación tecnológica.

El punto de partida lo constituye el trabajo de Robert Solow de los años cincuenta,² en el que se sientan las bases de la metodología para el análisis del crecimiento económico en un marco de tipo neoclásico. Los primeros modelos de crecimiento de esta escuela consideraban dos temas centrales. Por un lado, la importancia del ahorro y de la acumulación del capital como bases del crecimiento y, por otro, el papel de los rendimientos marginales decrecientes del capital y el descenso consecutivo de su rentabilidad como freno al crecimiento. Sin embargo, al medir las fuentes del crecimiento de la economía estadounidense, Solow y otros autores encontraron que el producto por trabajador había crecido mucho más de lo que podía explicarse por la acumulación de capital. Así, una parte importante del crecimiento de Estados Unidos quedaba sin explicar. Esa parte no explicada —el *residuo*, como se suele denominar— es por lo general interpretada como si fuera producto del progreso técnico.

Por lo tanto, la PTF calculada a través del *residuo de Solow* es vista como una aproximación macroeconómica al impacto de la innovación o del progreso tecnológico sobre el crecimiento. O, más precisamente, una aproximación al impacto del progreso tecnológico *no incorporado* en los factores productivos *capital físico y humano*, sobre el crecimiento de las economías. En efecto, si se logra perfeccionar la medición de la PTF a tra-

vés del mejoramiento de las medidas de los factores productivos, para que reflejen la mayor «calidad» de los bienes de capital (por ejemplo, una máquina que tiene incorporados nuevos dispositivos electrónicos)³ o del trabajo (por ejemplo, una persona con más años de educación), entonces la PTF reflejará más precisamente el impacto del cambio tecnológico *no incorporado* (por ejemplo, la reorganización de la planta o de la empresa, la incorporación de una patente o licencia, la adopción de un nuevo procedimiento productivo, etc.) sobre el crecimiento, o sea, los cambios tecnológicos que no han sido incorporados en el mejoramiento de los factores de producción.

2. Las fuentes de crecimiento en Uruguay. El aporte de la productividad total de los factores

Con el objetivo de identificar las fuentes próximas de crecimiento en Uruguay (no así sus causas remotas) durante las últimas dos décadas, se realizó un ejercicio de contabilidad del crecimiento económico, como un primer paso para el análisis de sus determinantes directos. Esta aplicación provee una descomposición del crecimiento económico observado en los componentes asociados a los cambios en los insumos factoriales y el resto (o residuo), que refleja el progreso tecnológico.

De esta forma fue posible poner en evidencia la contribución de los factores productivos (capital físico y trabajo) y de la PTF al crecimiento del producto. Este tipo de ejercicio puede servir para muchos propósitos; por ejemplo, para explicar las diferencias entre las tasas de crecimiento entre países y arrojar luz sobre los procesos de convergencia o divergencia, dando cuenta del papel del progreso técnico y calculando las pérdidas de producto potencial. La contabilidad del crecimiento no puede brindar una explicación causal completa, ya que investiga la causalidad inmediata y no las causas últimas. No da cabida, además, a los elementos de política subyacentes en el nivel nacional o internacional,

- 1 La PTF es calculada a través del *residuo de Solow*, que se explica más adelante en este texto.
- 2 R. Solow (1957): «Technical Change and the Aggregate Production Function», *Review of Economics and Statistics* 39, pp. 312-20.
- 3 El ajuste que se realiza refiere principalmente al tratamiento diferencial de los bienes de capital físico según las generaciones a las que pertenecen. Dicho procedimiento permite ajustar por calidad a este factor, y así trabajar con una medida del mismo que refleje la innovación tecnológica incorporada en los bienes de capital. De lo contrario, la innovación contenida en las sucesivas generaciones de capital físico se vería reflejada en el residuo, es decir, la PTF.

pero ayuda a identificar los hechos que requieren una mayor investigación.

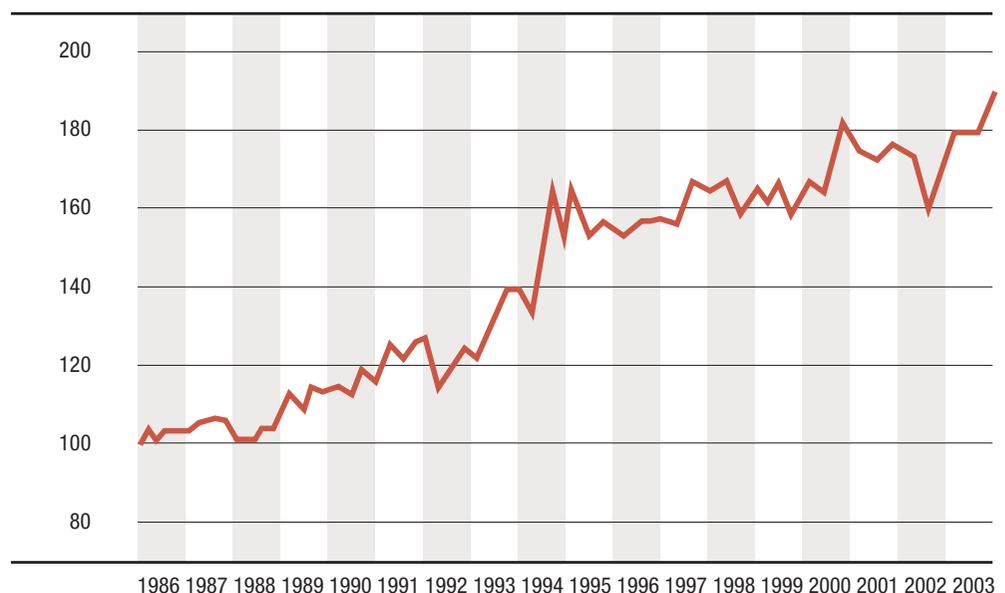
Para realizar la contabilidad del crecimiento es preciso disponer de cuentas de producto interno bruto (PIB) de largo plazo y series de formación de capital físico y humano que permitan analizar la evolución del PIB per cápita. Así, a partir de la información del Banco Central del Uruguay (BCU) y el Instituto Nacional de Estadística (INE), y tomando como referencia estudios previos (Harberger, 1978; Elías, 1996; Amarante y Arim, 2003), se elaboraron las series de capital humano y las series de capital físico (éstas no fueron ajustadas por calidad, es decir, no se incorporan los cambios de calidad del capital físico dado que no se contaba con información estadística suficiente). En los gráficos siguientes (gráfica 1 y gráfica 2) se puede apreciar la trayectoria de dichas series en el período 1986-2003.

Los resultados de las estimaciones⁴ sobre la contribución de los factores productivos y de la PTF al crecimiento se presentan en el cuadro 1. Éstos indican que, en el período considerado, el aporte de la PTF al crecien-

to ha sido prácticamente nulo. El capital humano es el principal factor explicativo del crecimiento. En tanto, la contribución del capital físico, si bien positiva, fue de menor importancia. No obstante, los resultados no son homogéneos a lo largo de todo el período considerado. Si se excluyen los últimos años, durante los cuales la economía uruguaya atravesó por una de las crisis económicas más profundas de su historia, se encuentra que la contribución de la PTF fue positiva y mayor que la del capital físico. En tanto, el aporte del capital humano disminuye en importancia, aunque continúa siendo el factor explicativo de mayor incidencia en el crecimiento. No obstante, es preciso aclarar que la contribución del capital físico posiblemente esté subvaluada debido a que la medida utilizada no fue ajustada por calidad. Al tiempo que la contribución del capital físico se ve disminuida por esta razón, la de la PTF se ve artificialmente aumentada. Es previsible que, en la medida en que la serie de capital físico utilizada sea ajustada por las mejoras tecnológicas que se van incorporando en las

Gráfica 1

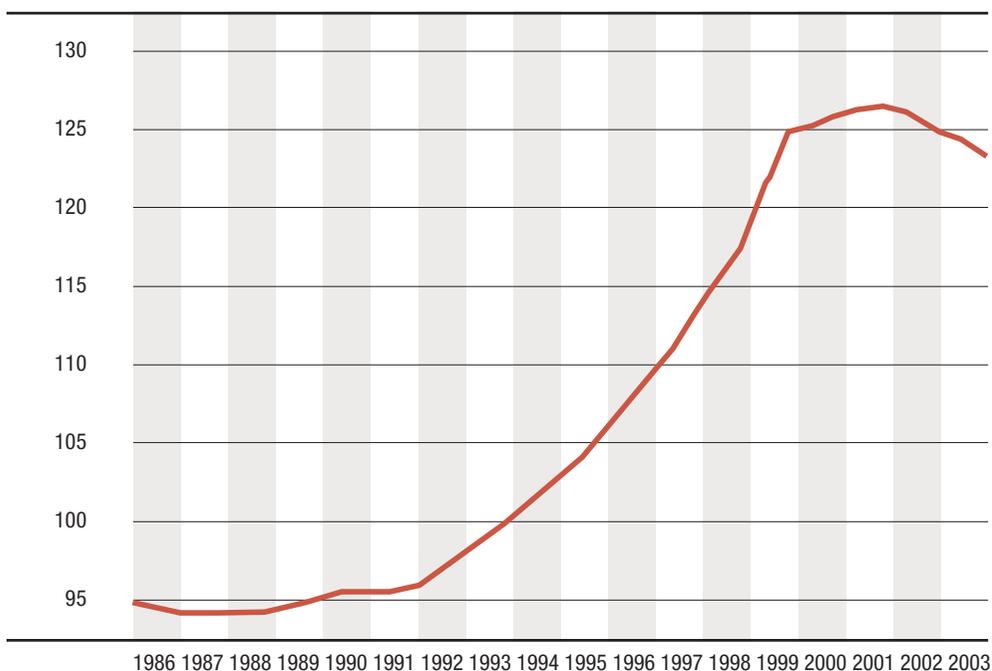
Índice de Capital Humano (marzo 1986=100)



4 Para la estimación de la PTF se estimó, en primer lugar, una función de producción de tipo Cobb Douglas. Para ello se indagó la existencia de una relación de largo plazo entre el capital humano y el físico y el producto por trabajador, mediante la utilización de las técnicas econométricas de cointegración desarrolladas por Johansen (1994). Seguidamente se estimó un sistema VECM y se contrastó la exogeneidad (débil) de los factores productivos respecto del PIB. Estas estimaciones arrojaron los parámetros correspondientes a las elasticidades factoriales respecto del producto, que bajo los supuestos neoclásicos se corresponden con las participaciones factoriales en el producto. Finalmente, se estimó la PTF como residuo.

Gráfica 2

Índice de Capital Físico (marzo 1986=100)



sucesivas generaciones de bienes, los resultados de las estimaciones revelen una mayor incidencia de este factor sobre el crecimiento.

Estas estimaciones son coincidentes con estudios previos como los de De Brun (2001) en cuanto a la importancia del capital humano en el crecimiento. No obstante, difieren respecto al aporte de la PTF y del capital físico. En efecto, De Brun encontró para períodos similares que la contribución del capital físico es positiva y significativa, en tanto que el aporte de la PTF es negativo.

Estos resultados son menos coincidentes con los de Bucacos (1999) y Pereira y Prieto (2003), también para períodos similares. El primero de estos estudios encuentra que la PTF ha desempeñado un papel preponderante en el crecimiento, incluso más importante que el capital humano, aunque éste constituye también un factor relevante. Por el contrario, Pereira y Prieto encuentran que el capital físico es el factor que más ha incidido en el crecimiento.

Las diferencias encontradas entre los tres trabajos citados en cuanto al aporte de la PTF denotan la sensibilidad de esta metodología para indagar sobre las fuentes de crecimiento de la economía y el papel del progreso tecnológico no incorporado (estimado a través de la PTF). En efecto, las conclusiones que resultan de este tipo de ejercicio de contabilidad del crecimiento son muy sensibles a la exactitud con que se estiman los factores productivos capital y trabajo, y en particular a los criterios utilizados para mejorar ambas medidas al intentar que ellas incorporen las mejoras tecnológicas y de calidad.⁵

Uruguay en el contexto latinoamericano

Los resultados hallados sobre la contribución de la PTF al crecimiento de la economía uruguaya en la década de los noventa (entre 1990 y 1999) se asemejan a los encontrados por Hofman (2000) para el promedio de al-

5 Cabe precisar que ninguno de estos estudios incorpora medidas refinadas del capital físico, aunque sí del factor trabajo. Además, todos los estudios utilizan metodologías diferentes para el cálculo del capital humano.

Cuadro 1

La contribución de los factores productivos al crecimiento en los últimos 18 años.						
PERÍODO	CRECIMIENTO PIB	INCIDENCIA DEL FACTOR CAPITAL HUMANO			INCIDENCIA DEL CAPITAL FÍSICO	PRODUCTIVIDAD DE FACTORES
		EMPLEO	CALIDAD	TOTAL		
1986-2003	1,9	0,5	1,2	1,7	0,3	0,0
1986-1998	3,5	0,7	1,3	2,0	0,4	1,0
1999-2003	-6,4	-0,7	0,0	-0,7	0,2	-5,0
Contribución al crecimiento del PIB						
1986-2003	100	25,8	63,4	89,2	16,1	-5,0
1986-1998	100	19,9	36,6	56,5	11,3	32,0
1999-2003	100	11,3	-0,4	10,9	-2,8	91,0

Nota: Los resultados del período 1999-2003 expresados en porcentaje están en negrita para subrayar que hubo caída del PIB.

Fuente: Elaboración propia

gunas economías latinoamericanas.⁶ El aporte del capital humano en Uruguay, no obstante, sería superior al que Hofman halla para el promedio de estas economías, y el del capital físico, inferior. Como se explicó en el apartado anterior, cabe suponer que se haya subestimado la contribución del capital físico, dado que no se calcularon series refinadas de este factor. En su trabajo, Hofman considera medidas refinadas tanto de capital físico como humano. En el cuadro 2 se presentan los resultados comparados de ambos trabajos.

3. ¿Es posible identificar el crecimiento de la PTF con progreso tecnológico?

Como se ha visto, parte del progreso tecnológico está incorporada en los bienes de capital (en el mejoramiento de las sucesivas generaciones de bienes de capital) y en el capital humano. Por lo tanto, sería más preciso afirmar que el crecimiento de la PTF reflejaría el progreso tecnológico *no incorporado*. Pero, aun así, esta caracterización ofrece reparos. La PTF refleja, además, otros factores.

Cuadro 2

Contribución al crecimiento del PIB (en porcentaje)			
	CAPITAL HUMANO	CAPITAL FÍSICO	PTF
1986-1989			
Hofman (promedio A. Latina) ^a	34	31	35
IE (Uruguay)	88	4	8
1990-1999			
Hofman (promedio A. Latina) ^a	30	31	39
IE (Uruguay)	49	16	34

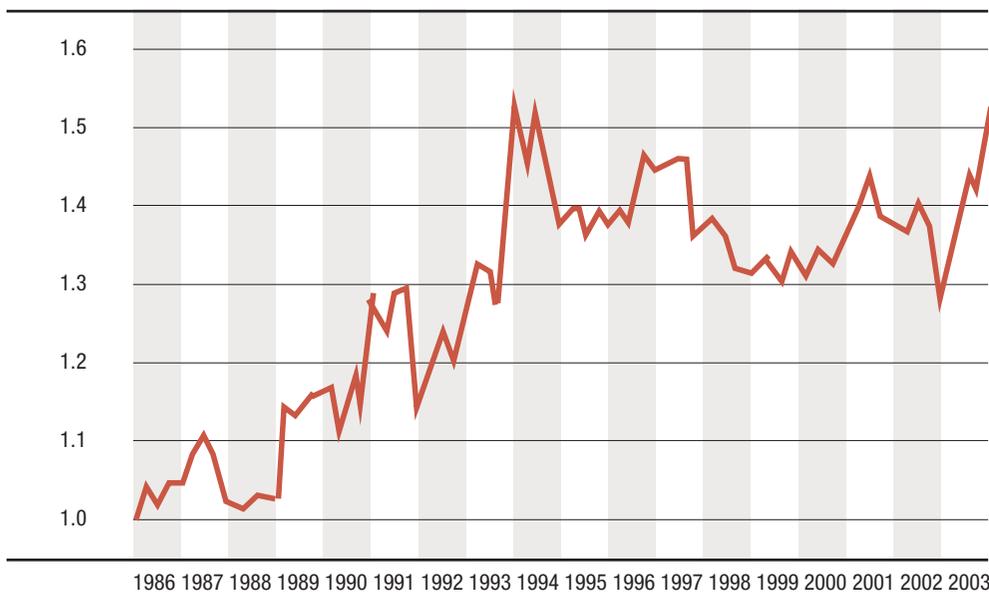
a / Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Peir

Fuente: Hofman (2000) e Instituto de Economía para Uruguay.

6 El autor trabaja con algunos países de Latinoamérica que cumplen con la condición de poseer estadísticas suficientes de stock de capital físico, trabajo y producto, a saber: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, México y Perú.

Gráfica 3

Relación entre capital humano y físico (1986-2003)



Es sabido que la medición del progreso tecnológico no incorporado mediante la PTF recoge los problemas estadísticos que puedan existir, por ejemplo, en la medición de los factores productivos, y particularmente en la medición del capital físico y del capital intangible. Ésta es la razón por la cual las diferentes estimaciones de la PTF difieren tanto entre sí. Los resultados de los estudios citados para Uruguay son elocuentes.

Más atención, no obstante, debe prestarse a los cuestionamientos vinculados a los supuestos simplificadores que se establecen a la hora de aplicar esta metodología. Entre ellos se destacan el supuesto de competencia perfecta y el de que es posible representar la producción agregada de la economía mediante una función de tipo neoclásico. La PTF capta un conjunto de influencias aparte de la tecnología. Entre ellas, las más notorias son: el grado de utilización de la capacidad instalada, los retornos crecientes a escala, la competencia imperfecta, supuestos simplificadores acerca de la neutralidad de la innovación tecnológica (Lall, 2000).

Son incluso más serios los problemas que se presentan cuando se intenta identificar las relaciones de causalidad. En este sentido, debe resaltarse la cita de Abramovitz que expresaba que la PTF no es más que una «medida de nuestra ignorancia», vale decir, una medida de todo lo que no se logra explicar del crecimiento a través del comportamiento de los factores productivos.

4. Algunas conclusiones acerca de los motores de crecimiento en Uruguay y el papel de la innovación tecnológica

Los resultados del estudio realizado, así como de investigaciones previas, permiten identificar el capital humano como factor relevante para explicar el crecimiento en Uruguay. Es importante diferenciar entre el aporte del factor trabajo (medido en horas de trabajo simples) y el aporte del capital humano (cuando las horas de labor se ajustan de acuerdo con las habilidades de los trabajadores

involucrados). La contribución del factor trabajo simple explica menos de la tercera parte del aporte total del capital humano (véase el cuadro 1). Ello puede estar reflejando un proceso de exclusión de los trabajadores menos calificados.

El capital humano es el factor que más ha incidido en el crecimiento y el que más ha crecido en el período considerado. No obstante, su comportamiento no ha sido homogéneo. En el gráfica 3 se aprecia que la relación entre capital humano y físico ha sido estable e incluso ligeramente decreciente desde mediados de la década de los noventa. Hasta esa fecha, la relación había evolucionado claramente a favor del capital humano, lo que se explica por un leve crecimiento de la ocupación y un importante aumento del nivel educativo de la población ocupada. En esa etapa, si bien el capital físico aumentó, lo hizo a tasas muy inferiores a las del capital humano, e incluso inferiores a las de la ocupación. Cabe

precisar que desde el 2002, año en el cual se expresaron con mayor rigor los efectos de la crisis, el *stock* de capital físico incluso decreció.

Por otra parte, fue posible situar a Uruguay en el contexto latinoamericano en cuanto a la contribución de la productividad total de factores, considerada como una aproximación del aporte de la innovación tecnológica *no incorporada* al crecimiento. Los resultados obtenidos sugieren que en la década de los noventa Uruguay se aproximó al promedio de América Latina en cuanto al aporte de la PTF al crecimiento.

Por último, si bien del estudio parece concluirse que la contribución de la PTF al crecimiento de Uruguay no ha sido significativa, cabe preguntarse las causas de esta situación. Máxime si se toma en cuenta que la evidencia internacional parece indicar que en los países que sí han mostrado un crecimiento significativo se ha verificado un fuerte dinamismo de la PTF.

ANEXO II.

LAS POLÍTICAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN
APLICADAS RECIENTEMENTE EN URUGUAY

El presente anexo temático tiene por objetivo presentar un panorama de las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) que se han aplicado en Uruguay recientemente. Hacia fines de la década de los ochenta el Estado comenzó a diseñar un conjunto de políticas en la materia. En un primer momento éstas se orientaron a fortalecer la oferta de conocimientos, y a partir de mediados de los años noventa comenzaron a reorientarse para otorgar mayor preeminencia al diseño y la utilización de instrumentos de fomento de la demanda de conocimientos, de apoyo a la transferencia de conocimientos tecnológicos al sector productivo y de articulación entre los agentes que componen el SNI.

Sin embargo, pese a los diferentes esfuerzos de política recién señalados, diversos informes (Macadar, 1994; Iturra et al., 1998; Procisur-BID, 2002; Cientis, 2003; Bértola et al., 2004) resaltan que Uruguay aún no tiene una política de CTI coherente, ordenada y enmarcada dentro de un plan estratégico de mediano y largo plazo. Corresponde destacar que el éxito de una política de este tipo requiere definiciones estratégicas, lineamientos de desarrollo nacional que permitan una asignación de recursos de CTI acorde con las prioridades de dicha estrategia. La ausencia de estas definiciones generales es uno de los obstáculos para un mejor desempeño de Uruguay, en particular en lo referente a la innovación. Más allá de la ausencia de una política definida, la dispersión de recursos y fuentes de financiamiento se va consolidando como un obstáculo para su desarrollo armónico.

En este anexo se exponen, en primer lugar, las políticas de ciencia y tecnología, luego las de innovación, y por último se dedica

un apartado a las del sector agropecuario, que presentan un desarrollo singular en el país.

1. Las políticas científicas y tecnológicas

A partir de 1985 se inició en Uruguay un proceso de desarrollo científico y tecnológico que involucró una serie de programas e instrumentos que incidieron en forma positiva en la expansión de la capacidad científica y tecnológica del país. En este apartado se analizan los instrumentos y programas que tuvieron un mayor impacto en dicha expansión: el Programa para el Desarrollo de la Ciencia Básica (Pediciba), creado en octubre de 1986; el Programa de Desarrollo de la Ciencia y Tecnología (PDCT), firmado entre el gobierno y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en 1991; y la política llevada adelante por la UdelaR en materia de investigación científica y tecnológica. Se reseña asimismo el Programa de Desarrollo Tecnológico (PDT), también cofinanciado por el BID y el gobierno.

El Pedeciba comenzó a funcionar en 1987; organizó a la comunidad de científicos básicos a escala interinstitucional, promovió el retorno de decenas de científicos uruguayos desde el exterior y el desarrollo de grupos de investigación. Las actividades educativas del Pedeciba se concentraron en instaurar y estimular posgrados nacionales en ciencias básicas: biología, matemáticas, informática, física y química. Hasta junio de 2004 el programa había permitido la formación de 562 doctores y mágisters, predominantemente en el área de biología y química.¹ Un estu-

¹ Pedeciba: base de datos hasta junio de 2004.

dio reseñado por el decano de la Facultad de Ciencias (UdelaR), Ricardo Ehrlich,² reveló que en 1998 y 1999 más del 90% de los jóvenes que completaron su formación en el programa residía en el país. No se disponen de cifras actualizadas sobre ese fenómeno, pero es de suponer que dicho porcentaje debe de haberse reducido luego de la crisis de 2002.

La experiencia exitosa del Pedeciba como ámbito de formación de maestrías y doctorados ha incidido en forma positiva en otras áreas de la enseñanza de cuarto nivel, hecho que se refleja en las diferentes maestrías y posgrados que actualmente se están desarrollando en las distintas facultades y centros de estudio. Por ejemplo, el Programa para la Investigación Biomédica (Proinbio), que comenzó a implementarse en la Facultad de Medicina –Fundación Manuel Pérez– a partir del año 2000, busca un cambio técnico y cultural en la formación académica y profesional de los médicos mediante la creación de maestrías y doctorados. Al mismo tiempo, se encuentra en el Parlamento un proyecto de ley para la creación del Programa Nacional de Investigación Científica, Tecnología e Innovación.³ Este Programa propone la reformulación del Pedeciba y la creación de otros programas similares para las ciencias sociales y el área tecnológica.

El PDCT, denominado también Programa Conicyt-BID I, comenzó a operar en diciembre de 1992 y ha permitido dar un impulso significativo a la generación de conocimiento, mayoritariamente por parte del sector público, aunque también incluyó un programa específico, minoritario en términos de fondos asignados, para promover la incorporación de conocimiento a la producción de bienes y servicios de las empresas (Programa FINTEC).

La evaluación del Programa Conicyt-BID I llegó a la conclusión de que ese primer Programa había sido muy exitoso en crear una oferta bastante amplia y de calidad internacional en cuanto a generación de conocimiento, pero que la capacidad de utilizar esa creación de conocimiento para apoyar un modelo de desarrollo económico-social sustentable, basado en la incorporación del

conocimiento a la producción de bienes y servicios, era aún poco relevante.⁴

A fines de la década de los noventa se revió el enfoque de política centrado en la promoción de la oferta de conocimientos y, finalmente, en el año 2001 se diseñó e implementó el PDT para reorientar las políticas hacia el logro de una mayor participación de los diferentes agentes que conforman el SNI y crear los mecanismos para fortalecer los vínculos entre las entidades y empresas que ofrecen conocimientos científico-tecnológicos y aquellas que los demandan. Sus principales subprogramas apuntan a movilizar el potencial de innovación del país para fortalecer la competitividad productiva de las empresas, particularmente las pymes (subprograma I), mejorar la capacidad de desarrollo científico y tecnológico (subprograma II) y fortalecer el sistema nacional de innovación (subprograma III). La distribución de los fondos asignados prioriza el subprograma I (53% de la asignación), aunque se sigue apostando fuertemente a la generación de capacidad científica y tecnológica a través del subprograma II (25% de los fondos asignados) (cuadro 1).

El monto global del PDT fue reducido en el 2002, aunque no se estableció en esa oportunidad la reasignación por subprograma. Este ajuste fue uno de los resultados de la crisis de ese año, que afectó profundamente a las empresas y a las finanzas públicas, con lo que los logros de los subprogramas I y II se redujeron en relación con las expectativas, con efectos que se arrastran hasta hoy.

En diciembre de 2004 se presentó públicamente⁵ el resultado de la Evaluación Intermedia del PDT, lo que representa un insumo de información y propuestas que resulta particularmente oportuno, dado que el programa sólo ha ejecutado aproximadamente el veinte por ciento de los recursos en la mitad del tiempo de ejecución establecido. A ello se agrega el próximo cambio de gobierno que posiblemente conduzca a una redefinición del tema de la CTI en Uruguay. Esa evaluación concluye que resulta inviable –dada la restricción de recursos en los últimos años– utilizar los recursos en el plazo previsto originalmente, lo que ha de conducir a la negociación de un nuevo plazo, probablemente

2 Comisión Eureka: Panel de análisis, discusión y propuesta, Palacio Legislativo, mayo 2004.

3 Proyecto de ley, Montevideo, 4/07/2004

4 Decano de la Facultad de Química Alberto Nieto: «Colaborar a crear demanda de conocimiento endógeno en el sector productivo: una misión y un desafío para el sistema uruguayo de ciencia y tecnología», *Cientis*, junio 2003.

5 Anexo del Palacio Legislativo, 6 de diciembre de 2004.

Cuadro 1

Asignación de fondos del programa PDT		
ESTRUCTURA DEL PROGRAMA PDT 2001-2006	U\$S	EN %
Subpr. I (Empresas)	1.766.7000	53%
Subpr. II (C+T)	8.410.000	25%
Subpr. III (Fort. SNI)	1.480.000	4%
Administración	2.076.667	6%
Sin asignar	500.000	1%
Costos Financieros	3.200.000	10%
Total	33.333.667	100%

Fuente: www.pdt.gub.uy

te junto con cambios en la operación del programa. En ese sentido se proponen algunos cambios o ajustes a ciertos instrumentos, a la organización institucional y otros aspectos vinculados a la concepción del programa para mejorar el rendimiento de los recursos disponibles.

En el subprograma II, que tiene directa relación con la generación de capacidades científicas y tecnológicas, las primeras convocatorias realizadas en el 2002 y 2003 aprobaron 38 proyectos en seis áreas de oportunidad por valor de 1,7 millones de dólares. En las convocatorias del 2004 se aprobaron 27 proyectos por un valor total de 1,1 millones de dólares. Esto significa un incremento relevante en la media anual del período, que pasa de 19 proyectos y 0,85 millones de dólares como promedio anual para 2002-2003, a 27 proyectos y 1,1 millones de dólares en el 2004. Estas cifras permiten concluir que en el 2005 aumentará el nivel de actividad del programa respecto de los años anteriores, recuperando al mismo tiempo los resultados del PDT. Por otra parte, también se concretaron llamados a los otros componentes del subprograma, tanto en becas como en intercambio de investigadores.

En cuanto a las acciones llevadas adelante por la UdelaR, no se pudo acceder a información sobre el monto asignado por cada facultad a la investigación, pero se obtuvieron datos sobre las actividades que lleva adelante la CSIC. A pesar de la menor magnitud

de los gastos en C+T de la CSIC respecto a los que realiza la UdelaR en su conjunto, es relevante analizar la asignación de los fondos a las diferentes áreas disciplinarias, pues, al ser estos fondos concursables, ella revela el nivel de excelencia de los proyectos aprobados.

El Programa de la CSIC comprende seis subprogramas: a) proyectos de I+D; b) proyectos de fortalecimiento institucional (FI); c) programa de recursos humanos (PRH); d) programa de régimen de dedicación total (RDT); e) programas especiales (PE); f) proyectos de vinculación con el sector productivo (VSP). Dos de estos subprogramas revisten especial importancia para la generación de capacidades científicas y tecnológicas: el de proyectos de I+D y el del RDT.

El objetivo del subprograma de proyectos de I+D es la promoción de la investigación científica y tecnológica, mediante el subsidio de investigaciones cuyos proyectos fueron evaluados por especialistas en las áreas. Al considerar la distribución de los montos asignados por área disciplinaria se constata que la mayor parte de los fondos se destinó a proyectos de investigación de las disciplinas básicas; le siguen las áreas sociales y, en tercer lugar, las disciplinas del área tecnológica.⁶

El Programa de Dedicación Total tiene por objetivo específico estimular la investigación y otras formas de actividad creadora y la formación de nuevos investigadores ofreciendo a aquellos docentes efectivos que desean acceder a este régimen una compensa-

6 UdelaR: *Estadísticas básicas*, Catálogos 2000, 2001 y 2002.

ción sobre el sueldo base. En el año 2002, la mitad de los docentes en RDT pertenecían al área de las disciplinas básicas.⁷

Cabe mencionar, si bien se encuentra aún en etapa de proyecto, la perspectiva de instalación del Instituto Pasteur en Montevideo, en las cercanías de la Facultad de Ciencias, como resultado de un acuerdo entre el propio Instituto Pasteur de París, la UdelaR y los ministerios de Educación y Cultura, Salud Pública y Economía y Finanzas. Dicho centro, el primero en América Latina, representará un hito en el desarrollo de las capacidades científicas del país y seguramente se constituirá en un referente científico que contribuirá a limitar la continua emigración de investigadores, y eventualmente atraerá a investigadores extranjeros y uruguayos actualmente radicados en el exterior.

Existen, asimismo, dos fondos de apoyo a la investigación cuyos recursos financieros han escaseado. El Fondo Profesor Clemente Estable de Investigación Científica y Tecnológica (FCE) fue creado en 1994 con el objeto de contribuir a la prosecución de proyectos de investigación científica de excelencia, calificados como prioritarios para el país. El desempeño del FCE ha sido errático por falta de recursos financieros. Por su lado, el Fondo Nacional de Investigadores (FNI) fue creado en 1996 con el objetivo de estimular la dedicación a la investigación científica, tecnológica y cultural en todas las áreas del conocimiento. El FNI otorga premios a investigadores de excelencia, sin exigir ningún tipo de rendición de las actividades realizadas con los recursos recibidos. El primer llamado del FNI se realizó en 1999, y en el actual gobierno las restricciones presupuestales llevaron a posponer el segundo llamado hasta julio de 2004.

2. Las políticas de innovación tecnológica

Existe en Uruguay menos experiencia en políticas de innovación tecnológica que en las de ciencia y tecnología, aunque en los últimos años se han multiplicado los instrumentos para su promoción.

El subprograma I del PDT⁸ es un nuevo instrumento de política que pretende estimular la innovación tecnológica en todos los sectores de actividad. El apoyo a las empresas se materializa en forma de subsidios a sus iniciativas innovadoras, que han de ser complementados con aportes propios de las empresas. Se trata de un programa «horizontal», en la medida en que no distingue entre sectores de actividad y hace una apuesta importante a la asociatividad entre empresas. Entre el 2001 y junio del 2004 se ejecutaron en los diversos instrumentos de dicho subprograma alrededor de 3,5 millones de dólares (de los cuales 1,9 millones fueron aportados por las empresas). El 83% de ese monto correspondió al instrumento de apoyo a proyectos individuales de innovación tecnológica (cuadro 2) y el 7% al de apoyo a proyectos individuales de gestión y servicios tecnológicos, lo que muestra la demanda poco significativa de los proyectos asociativos.⁹ Puede observarse también que la industria manufacturera absorbió la mayor parte de esos dineros (45,2%), seguida por la informática y actividades conexas (37,6%).

Un estímulo importante a la innovación tecnológica lo constituyen las incubadoras de empresas, parques tecnológicos, clústers territoriales o sectoriales o centros que estimulan la cooperación entre el sector productivo y la academia. En los últimos años se han concretado en Uruguay diversas iniciativas en torno a estos instrumentos:

El *Polo Tecnológico de Pando (PTP)* fue creado en el 2001 por la Facultad de Química (UdelaR), para promover proyectos conjuntos con el sector privado, en un parque de 7,5 ha con 4.000 m² de laboratorios. Tiene como objetivo ofrecer al sector productivo servicios tecnológicos e I+D para la innovación, a través de consorcios y otras formas de asociación, en los sectores farmacéutico, químico, biotecnológico y agroindustrial. La mayoría de las empresas uruguayas carecen de los recursos humanos y financieros para desarrollar independientemente su capacidad tecnológica. Por esto se trata de desarrollar programas de investigación cuyos objetivos son definidos en conjunto por la empresa y el PTP, de acuerdo con los nichos de merca-

7 Ibídem.

8 El subprograma I fue el más afectado por la crisis del 2002 y sus efectos posteriores, aunque ha mostrado un repunte en el 2004 y se espera —de contarse con recursos presupuestales adecuados— un nuevo impulso en el 2005. En general la evolución es razonable en cuanto al componente de innovación individual de empresas, y presenta un desempeño y una demanda menor en proyectos asociativos.

do-objetivo de la empresa y las limitaciones tecnológicas que encuentra para acceder a ellos. Ya están en marcha consorcios con empresas de la industria láctea y farmacéutica en los cuales cada parte contribuye con recursos: investigadores y equipos (UdelaR); personal, insumos y fondos para financiar la operación (la empresa beneficiada). Ambas partes comparten los resultados que se derivan del programa de investigación a través de *royalties* u otras formas de pago, según se establezcan en cada contrato. En el caso de las pymes, el PTP ofrece otras formas de cooperación tales como contratos para el suministro de servicios tecnológicos y para desarrollar nuevos productos o procesos. En el caso de nuevos emprendimientos, las iniciativas se apoyan a través de una incubadora. El PTP cuenta actualmente con el apoyo financiero de la Unión Europea.

El Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería (InCo) de la UdelaR y la industria nacional representada por la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI) se han propuesto desarrollar y gestionar en conjunto un *Centro de Ensayos de Software (CES)*. Ello implica la instalación de laboratorios que proporcionen entre otros, capacidad de ensayos, *testing*, estudios sobre

tendencias tecnológicas y capacitación –actividades que por razones de escala es imposible desarrollar a escala de las empresas de tecnología de la información uruguayas–. El CES también dispone de apoyo financiero de la Unión Europea.

Por otro lado, por medio de la firma de un convenio entre la UdelaR, las universidades privadas, la CUTI y el PNUD se creó el *Centro Académico Industrial de Tecnologías de la Información (CAITI)*. El CAITI nació a partir de una iniciativa del Comité Nacional para la Sociedad de la Información, en reunión de agosto del 2001. Su objetivo es promover el trabajo conjunto entre empresas locales de *software* y la academia, con el propósito de generar un ámbito de colaboración que conduzca a un desarrollo sustentable del sector *software*. Con este fin, se creó un centro con capacidad para identificar y promover proyectos académico-empresariales, con vistas a posicionar la industria en el mercado nacional e internacional.¹⁰

Ingenio es una incubadora de empresas de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) creada a partir de un proyecto conjunto del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) y la Universidad ORT, con el apoyo financiero del BID por un período de

Cuadro 2

Distribución de los fondos PDT en función de ramas de actividad económica (proyectos individuales de innovación tecnológica ejecutados 2001-2004)			
	CANTIDAD	U\$S	PARTICIPACIÓN EN FONDOS TOTALES
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	2	78.016	2,7%
Industria Manufacturera	25	1.317.159	45,2%
Suministro de electricidad, gas y agua	1	86.720	3,0%
Construcción	2	90.335	3,1%
Comercio	1	41.751	1,4%
Informática y actividades conexas	13	1.096.106	37,6%
Investigación y desarrollo	1	63.850	2,2%
Otras actividades empresariales	3	69.676	2,4%
Educación	2	70.589	2,4%
Total	50	2.914.201	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la www.pdt.gub.uy

9 Esto puede ser explicado por la forma en que operan las empresas en Uruguay y su falta de hábito de cooperación, sea dentro de una cadena de valor o en un ámbito geográfico determinado (PDT, Informe semestral, junio 2004).

10 Hasta el momento se han constituido once grupos académicos de tres universidades (dos del Universitario Autónomo del Sur, siete de la UdelaR y dos de la ORT).

tres años (2002-2004). Ingenio promueve la transformación de ideas y proyectos en nuevos negocios en el sector de las TIC mediante un mecanismo de incubación que facilita la creación de nuevas empresas y promueve su crecimiento en un medio protegido que disminuye los riesgos inherentes al inicio de un negocio. En el 2004 se produjeron los primeros egresos de empresas incubadas.

Existe en este momento un proyecto de la Unión Europea que comenzará a ejecutarse en el 2005 en la Dirección Nacional de Pequeñas y Medianas Empresas (Dinapyme) perteneciente al Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), denominado *Pacpyme*, que se plantea dinamizar la competitividad e innovación de la economía uruguaya. Dicho proyecto propone el uso de *clústers* como instrumentos exitosos para favorecer la competitividad, la cooperación, el asociativismo productivo y la generación positiva de sistemas de valor, así como para la optimización de políticas de desarrollo regional y local. Se pone el acento en las pymes con capacidad de innovación e internacionalización, entendiendo que la microempresa en general y otras iniciativas (en su mayoría sustitutivas de autoempleo o de economía informal) habrán de fortalecerse de manera indirecta como consecuencia de la correcta aplicación de ese proyecto. A partir de este concepto, el proyecto propone apoyar y propiciar el lanzamiento de clústers a partir de iniciativas exitosas, como los llamados *núcleos empresariales sectoriales (NES)*¹¹ que se han desarrollado a lo largo del país. Dichos núcleos habrán de transformarse tanto con la incorporación de nuevos miembros, aportando áreas aún no contempladas (como internacionalización, tecnología, calidad, actores públicos, entes locales, universidades), una nueva metodología, una estructura permanente, un componente territorial y un marco global que posibilite su interconexión con otros clústers en desarrollo.¹²

De iniciativa totalmente privada, *Zonamérica Business & Technology Park* es una zona franca que se ha desarrollado como plataforma de negocios y tecnología de alcance internacional. Ofrece instalaciones, infraestructura y servicios de alta calidad, incluyendo

tecnología de comunicación de última generación, a empresas internacionales que operan en las áreas de logística, servicios financieros, biotecnología, informática y tecnología, *call centers*, consultoría y comercio en general. En el año 2004 se inauguró el laboratorio de evaluación de software *NET Solution Center*, por Zonamérica Business & Technology Park, Microsoft Uruguay y ARTECH –con el apoyo de Hewlett Packard–. El laboratorio está asociado al programa de laboratorios asociados del CES.

Desde el lado del gobierno municipal de Montevideo, se ha incentivado el desarrollo del *Parque Tecnológico Industrial del Cerro (PTI)*. Éste tiene un perfil más industrial que tecnológico, y su fin es albergar a pequeñas y medianas empresas (pymes) y ofrecerles servicios para la producción, asistencia técnica y apoyo en marketing y comercialización, y el acceso a créditos para capital de giro e inversión.¹³ Además, desde febrero del 2004 existe una reglamentación municipal para el funcionamiento de los parques industriales y tecnológicos municipales y privados que incluye, entre otros beneficios, la exoneración de tributos municipales (tasa bromatológica, tasa de higiene ambiental y patente de rodados).

Finalmente, el PDT ha iniciado acciones para comenzar a apoyar a *unidades de vinculación tecnológica*, tanto en la UdelaR y en las universidades privadas, como en la Cámara de Industrias (Centro de Gestión Tecnológica, CEGETEC¹⁴) y en el ámbito privado (como Zonamérica).

3. Las políticas de CTI en el sector agropecuario¹⁵

El *sistema nacional de innovación agropecuaria (SNIA)* presenta un grado de desarrollo sustancialmente mayor que el del resto de los sectores productivos: además de las políticas de extensión y validación tecnológica que se han aplicado desde hace muchos años en el país, existe un instituto de investigación, el INIA, al que le compete, entre otras tareas, asesorar al Poder Ejecutivo, a través del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), en materia de políticas de genera-

11 Los NES han sido promocionados por la red Propymes y financiados por GTZ (cooperación alemana) para incentivar la competitividad de las pequeñas empresas a través de acciones de cooperación. Se han creado 37 núcleos sectoriales (servicios turísticos, panaderías, fabricación de muebles, artesanos, inmobiliarias e institutos de belleza), 7 núcleos zonales, 2 verticales (las firmas integran una misma cadena productiva y el objetivo es fortalecer esas transacciones mutuas) y un consorcio de empresas de diversas ramas. Véase una descripción y evaluación de los NES creados entre 1999 y 2002 en <http://www.redpropymes.com.uy>.

12 Informe de formulación del proyecto de diversificación productiva y promoción de exportaciones de pymes competitivas, Unión Europea, Montevideo 2004-2007.

13 Actualmente, cerca de 400 personas trabajan en el PTI, la mitad de ellas residentes en el barrio, y las 28 empresas instaladas se dedican a las más variadas actividades industriales, de reciclaje, de ingeniería ambiental y audiovisual.

ción y transferencia de tecnología para el sector agropecuario. Sin embargo, no puede decirse que exista una política tecnológica agropecuaria explícita y formalizada, ni tampoco una fuerte articulación entre las entidades dedicadas a la investigación agropecuaria.

Las principales instituciones que realizan I+D vinculada al sector agropecuario son el INIA, la UdelaR (a través de las facultades de Agronomía, Veterinaria y, en menor medida, Ciencias y Química), el MGAP y el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL). Adicionalmente, diversas agencias públicas y privadas realizan trabajos de investigación, pero éstos parecen ser a menudo actividades ad-hoc, puesto que la investigación no está especificada en su mandato, y su contribución a la investigación agropecuaria nacional es mínima.

El INIA tiene los siguientes cometidos: a) formular y ejecutar programas de investigación agropecuaria tendientes a generar y adaptar tecnologías adecuadas a las necesidades del país y a las condiciones económicas de la producción agropecuaria en Uruguay; b) participar en el desarrollo de un acervo científico y tecnológico nacional en el área agropecuaria a través de su propia actividad o de una eficiente coordinación con otros programas de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria que se lleven a cabo en el ámbito público o privado, y c) articular una efectiva transferencia de la tecnología generada con las organizaciones de asistencia técnica y extensión que funcionan en los ámbitos público o privado.

No obstante, algunos elementos del diseño original del INIA afectaron sus posibilidades de accionar y, en consecuencia, las del SNIA en su conjunto.

En primer lugar, la expresa renuncia a incluir en el INIA servicios de extensión limitó sus actividades a las de investigación y divulgación, asignando, de hecho, al mercado la tarea de difusión o transferencia de tecnología.¹⁶

En segundo lugar, si bien el diseño institucional mejoró sustantivamente los aportes financieros a la investigación agropecuaria (el INIA se financia a través de un impuesto a las exportaciones agropecuarias y la asignación de una partida presupuestal anual equivalen-

te a lo recaudado por ese tributo), los recursos asignados tienen un marcado carácter procíclico que no parece el más adecuado para dar estabilidad al desarrollo de actividades de investigación.

En tercer lugar, se incluyó la participación en la dirección del INIA del sector privado primario (representado por las cuatro principales gremiales agropecuarias del país) y a escala regional en los CAR (Comités de Asesoramiento Regional), con la intención de mejorar la interacción entre la oferta y la demanda de los conocimientos tecnológicos. Sin embargo, no se incluyó a representantes del sector agroindustrial, que es el que efectivamente está en condiciones de conocer más directamente los cambios tecnológicos demandados por los mercados finales.

En cuarto lugar, se previó expresamente la creación de un Consejo Coordinador de Tecnología Agropecuaria (CCTA), integrado por el MGAP —que lo preside—, el ministro de Educación y Cultura (MEC), el ministro de Industria, Energía y Minería (MIEM), los decanos de las facultades de Agronomía y Veterinaria y un representante de la Agrupación Universitaria (artículo 32 de la ley n° 16.065). Dicho Consejo tiene facultades amplias para asesorar al MGAP sobre lineamientos de política tecnológica, coordinar las instituciones especializadas en el tema y asesorar sobre el uso de instrumentos para mejorar la coordinación interinstitucional. En los hechos, el CCTA prácticamente no ha funcionado, lo que no sólo ha dejado al INIA en una situación de relativo aislamiento del resto de los actores del SNIA a la hora de definir prioridades de investigación, sino que, lo que es más relevante, ha implicado el desaprovechamiento de un marco institucional relevante para su mejor conformación y funcionamiento.

Pese a esas limitaciones, los principales logros del INIA consisten en el incremento de la oferta tecnológica disponible para el sector agropecuario, con la evaluación y liberación de cultivares de mayor rendimiento, calidad, sanidad y estabilidad, así como con nuevas prácticas culturales y el mejoramiento del manejo animal, que contribuyen particularmente al desarrollo de las cadenas de producción de carne, leche, lana, granos, hor-

14 El CEGETEC fue creado en 1994 para oficializar de agente de conexión entre la oferta y demanda de tecnología. Según Bértola et al. (2004), actualmente «[...] se encuentra ejecutando su tercera fase, y de hecho funciona como una oficina dentro de la Cámara de Industrias del Uruguay (CIU). Sus acciones están dirigidas fundamentalmente a brindar servicios de gestión de tecnología a las empresas socias de la CIU, habiéndose constituido en el principal formulador de proyectos de innovación tecnológica para el PDT. Sin embargo, no se observan resultados que indiquen una vinculación estrecha con los centros de I+D (universidades, centros de investigación). Como segunda debilidad importante cabe señalar que tampoco se identifican acciones concretas de extensionismo industrial, ni de la realización sistemática de diagnósticos tecnológicos, aspecto este último que fuera especialmente recomendado al comenzar la tercera fase de su existencia».

15 Sección basada principalmente, pero no sólo, en el trabajo del Ing. Agr. Dr. Alfredo Picerno sobre el cambio tecnológico en el sector agropecuario.

16 Con excepción de algunos programas específicos, públicos y privados, en particular para productores pobres o prioritarios desde una perspectiva de reconversión productiva.

talizas, frutales, citrus y forestales, así como también a otro conjunto de rubros de menor importancia económica.

Por otro lado, a través del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA), establecido en la ley de creación del INIA, se instauró una modalidad concursable para financiar proyectos especiales de investigación tecnológica relativos al sector agropecuario, complementarios de las actividades de investigación del INIA y que deben asignarse a agencias e investigadores ajenos a dicha institución. La existencia de este fondo es sumamente relevante, dado que en Uruguay existen pocos mecanismos de financiamiento por medio de esa modalidad concursable. Ha de tenerse en cuenta que este tipo de instrumento de política de financiamiento de la investigación viene adquiriendo una importancia creciente en el ámbito internacional, derivada de los nuevos desafíos que se les plantean a los sistemas de investigación agroindustrial de responder a los requerimientos del sector productivo y a la creciente diferenciación de los modelos de consumo, aportando soluciones tecnológicas específicas.

El FPTA se financia con el 10% de los recursos provenientes del mencionado impuesto agropecuario y de su correspondiente contrapartida del gobierno.¹⁷ En la última década ha otorgado financiamiento por un total de US\$ 3,6 millones repartidos entre 103 proyectos (los principales ejecutores fueron la UdelaR con 43 proyectos, empresas privadas con 32 y el MGAP con 17). Entre 1991 y 1998, el 36% de los fondos asignados (por concurso) se destinó a proyectos de producción animal, el 25% a proyectos de cultivos y el 22% a proyectos de carácter multidisciplinario.¹⁸

No obstante, si bien los proyectos FPTA, los proyectos estratégicos y los de investigación aplicada contribuyen para establecer mecanismos de vinculación entre actores del SNIA, el aporte puede catalogarse como relativo, dada la magnitud de la problemática en cuestión. Esto no hace más que reafirmar la idea de que existe en la actualidad una limitada capacidad de coordinación entre instituciones vinculadas a la innovación tecnológica agropecuaria.

Por su parte, el MGAP dispone de varias direcciones y programas cuyos objetivos están específicamente orientados a realizar actividades de CTI. Dentro de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables se encuentra el Laboratorio de Microbiología de Suelos y Control de Inoculantes (LMSCI), que investiga sobre inoculantes. La División de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) realiza actividades de investigación centradas en el diagnóstico y la prevención de enfermedades en los animales, y la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) desarrolla diferentes programas de investigación, tanto en el área de tecnología industrial como de recursos acuáticos.

Un programa y un proyecto recientemente ejecutados dentro de la órbita del MGAP se han constituido en importantes propulsores de la innovación tecnológica: por un lado, el Programa de Desarrollo de la Granja (PREDEG) financió cambios tecnológicos de los hortifruticultores, citricultores y vitivinicultores con recursos provenientes del Estado, de la agencia de cooperación internacional alemana (GTZ) y del BID.¹⁹ Coordinó asimismo durante esos años las actividades de tres unidades ejecutoras del MGAP: la Junta Nacional de la Granja (Junagra), la Comisión Honoraria del Plan Citrícola (ChPC) y el Programa de Exportaciones no Tradicionales Agropecuarias (PENTA), así como del Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI), persona pública no estatal. Por otro lado, el Proyecto Ganadero fue un proyecto piloto, ejecutado por el MGAP y cofinanciado por el BID, que culminó sus actividades el 30 de enero de 2004. Tuvo por objetivo introducir y validar estrategias institucionales novedosas para estimular innovaciones que mejoraran la competitividad de la ganadería en tres áreas: la eficiencia de las empresas criadoras, la articulación de los eslabones de la cadena ganadera y las formas de comercialización.

Algunas instituciones, fuera de la órbita del MGAP, también tienen un papel relevante en los procesos de innovación tecnológica: a) La Federación Uruguaya de Centros Regionales de Experimentación Agropecuaria (FUCREA) es una institución pública no estatal creada en 1966, que tiene como objetivo la

17 En los últimos años los fondos de contratación con terceras instituciones se han visto reforzados a través de la implementación de la Línea de Investigación Aplicada (LIA) y la Línea de Investigación Estratégica, ambas manejadas por el INIA con recursos BID.

18 Datos obtenidos de Bértola et al. (2004).

19 Dispuso para el período 1997-2001 de 49 millones de dólares, de los cuales 17 fueron aportados por el Estado, 3 por GTZ y el resto por el BID.

difusión y la mejora tecnológica de los productores, a través de un sistema comunitario de libre adhesión. Cuenta con una estructura mínima que administra el sistema y dinamiza el intercambio tecnológico. b) El SUL es un organismo privado sin fines de lucro que tiene la misión primordial de apoyar y promover las investigaciones científicas y tecnológicas sobre la lana y asegurar su difusión (básicamente en temas relacionados con producción, almacenaje, comercialización y calidad del producto) y colaborar con el gobierno, los productores, fabricantes y comerciantes en asuntos que afecten a la producción lanera. Su presupuesto es financiado mayoritariamente por un impuesto a la exportación de la lana, que luego de haber disminuido durante varios años debido a las dificultades por las que atravesó el sector se ha recuperado en función de la importante alza del precio internacional de la lana. c) El INAVI es una institución clave que ha guiado y facilitado la interacción indispensable para la reconversión del sector vitivinícola. Se ha impuesto como prioridad el ordenamiento del sector, el estudio de sus características y la difusión de esta información, así como actividades de desarrollo y promoción en apoyo a una estrategia basada en la calidad y la exportación

Desde un punto de vista sectorial, existen las *mesas tecnológicas sectoriales* desde los años noventa. Éstas se han constituido en nuevas formas de vinculación entre actores privados y públicos de las cadenas agroindustriales. Están conformadas por investigadores, tecnólogos y empresarios de complejos o cadenas productivas. El objeto de estas mesas es reunir a los diversos actores del proceso innovador de una cadena determinada para que, a través de su interacción, se pro-

gramen y lleven a cabo proyectos de generación de nuevas tecnologías, sea de proceso o de producto. Se han creado mesas de la cebada, la madera, el arroz, el trigo y textil, con diferente sobrevivencia y capacidad para convertirse en un mecanismo efectivo para solucionar problemas tecnológicos de la cadena.

En suma, de lo expresado en este anexo se destacan las dificultades que la crisis económica generó a los diferentes proyectos de investigación y grupos de investigadores. Las fuentes de recursos públicos resultaron particularmente afectadas debido a que estos gastos fueron objeto del ajuste presupuestal realizado por el gobierno. En este sentido, se pueden citar el recorte realizado al PDT durante el 2002 y también la crítica situación del FCE y el FNI, a lo cual se agregan las dificultades financieras que atraviesan la UdelaR, el Pedeciba, el IIBCE e incluso el INIA. Sin embargo, las dificultades de la CTI en Uruguay se originan en factores más estructurales, como la inexistencia de una política en la temática coherente, ordenada y enmarcada en un plan estratégico de mediano y largo plazo, y la consecuente dispersión de recursos y fuentes de financiamiento.

Es de esperar que el desarrollo de la CTI adquiera mayor relevancia a partir de la instalación del gobierno electo —el 1 de marzo de 2005—, en tanto uno de los cinco elementos centrales de su programa de gobierno es justamente el *Uruguay innovador*, que junto con los otros cuatro han sido publicados de modo sistémico. Ello implicará probablemente cambios en la inserción del tema en la política gubernamental, así como el incremento y la racionalización de los recursos destinados a ese fin, si la aplicación de las propuestas resulta exitosa.

ANEXO III.

EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO URUGUAYO PUBLICADO
EN REVISTAS INTERNACIONALES (1981-2002)

El objetivo de este anexo es analizar la generación del conocimiento científico uruguayo en el período comprendido entre 1981 y 2002, a partir de la elaboración de indicadores bibliométricos que intentan reflejar la cantidad y calidad de la producción científica registrada en el país.¹ El estudio se basa en los datos proporcionados por la empresa estadounidense Thomson ISI,² previamente conocida como Institute for Scientific Information (ISI). Esta empresa clasifica los documentos de las principales revistas científicas del mundo y evalúa el impacto de cada documento según el número de veces que éste es citado por otras publicaciones académicas.

La utilización de indicadores bibliométricos elaborados a partir de los datos procesados por el ISI para medir la producción científica en los países en desarrollo debe ser interpretada con cautela, debido a los sesgos específicos que presenta esta base: se favorece la inclusión de revistas del país productor (Estados Unidos) y de aquellas que se publican en los países desarrollados y anglohablantes, lo cual suele situar en desventaja a los investigadores de países subdesarrollados. En efecto, en el año 2003 el 95% de las revistas científicas incluidas en la base Science Citation Index (SCI) pertenecía a los países desarrollados y el 65% procedía de países anglosajones. Por su parte, las revistas de los países iberoamericanos son insignificantes (apenas superan el 1%). Este hecho se explica por los exigentes requisitos que deben cumplir las revistas para ser incluidas en la base ISI: calidad científica (juicios de expertos), calidad formal (cumplimiento de requisitos formales de publicación), reconocimien-

to de la comunidad científica a partir de las citas recibidas y periodicidad de publicación.

En el mismo sentido, un reciente estudio³ da cuenta de las desigualdades crónicas entre países en términos de productividad científica, ya que durante el período 1997-2001 un grupo de 31 países concentró más del 98% de las citas de las publicaciones más prestigiosas de la base, mientras que los restantes 162 países contribuyeron con menos del 2%. Entre las 31 naciones más productivas hay países pequeños o en desarrollo como Suiza, Israel, Sudáfrica, Brasil e Irán. Estados Unidos es el país que concentra la mayor cantidad de publicaciones (34,8% del total), seguido por el Reino Unido (12,8%) y el esfuerzo realizado en forma conjunta por los 15 países de la Unión Europea (UE15) antes de su ampliación representó el 37,1%.

Pese a las desventajas mencionadas, esta base contiene el más significativo material de ciencia y tecnología (C+T) y es la más utilizada para realizar análisis de tipo bibliométrico, pues ofrece las siguientes ventajas: es una base multidisciplinaria que contiene todas las citas que reciben los trabajos, figuran en ella todos los autores y las instituciones a las cuales los trabajos pertenecen, y dispone además de series cronológicas largas. Por lo tanto, es una de las pocas bases de datos que permiten elaborar indicadores de visibilidad o impacto e indicadores de cooperación científica a partir de las copublicaciones realizadas por instituciones ubicadas en distintos países o regiones.

A partir del Informe Nacional para Uruguay provisto por el ISI, se observa que la producción científica uruguaya publicada en las revistas incluidas en la base presenta un

1 Este Anexo se basó en el documento de trabajo del Instituto de Economía (UdelaR) elaborado por Fernández, Franck y Pittaluga (2004).

2 Las bases del ISI (Science Citation Index, Social Science Citation Index y Arts & Humanities Citation Index) compilan información desde la década de los años cuarenta. En el 2003 se procesaron aproximadamente medio millón de artículos indexados en 8.403 revistas (5.789 de Ciencias, 1.693 de Ciencias sociales y 921 de Artes y humanidades) pertenecientes a 66 países y clasificados en más de 100 subáreas científicas especializadas.

3 «The scientific impact of nations», de D. King; publicado en la revista *Nature*, vol. 430, 15 de julio de 2004.

crecimiento sostenido entre los años 1981 y 2002. En ese período se publicaron 3.858 trabajos (una media de 175 publicaciones por año) y la tasa de crecimiento acumulativa anual (a. a.) alcanzó el 6,1%. La mayoría de las publicaciones son artículos (81% del total).

Como puede apreciarse en el gráfica 1, el número de publicaciones comienza a crecer en forma sostenida a partir de 1994. El escaso número de trabajos uruguayos publicados en revistas internacionales durante la primera mitad de la década de los ochenta confirma el diagnóstico de la situación de las ciencias básicas realizado en 1984,⁴ que mostraba la escasez de grupos de investigación con nivel internacional y una baja producción científica en casi todas las áreas.

El crecimiento de las publicaciones uruguayas en revistas internacionales se acelera significativamente a partir de la segunda mi-

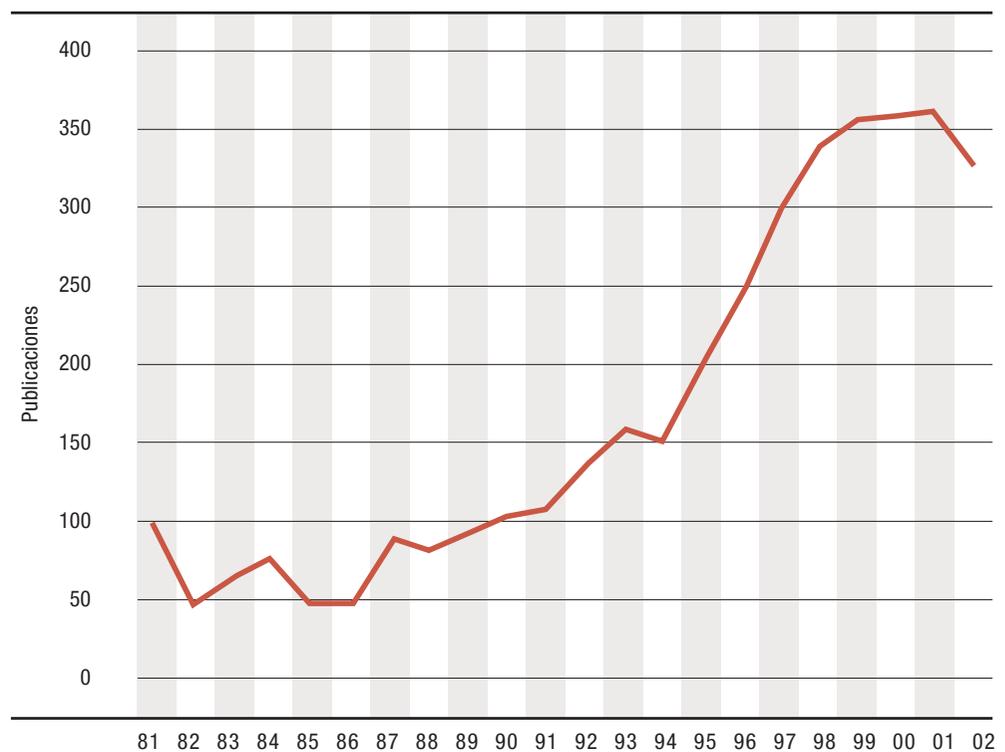
tad de la década de los ochenta, fenómeno que puede ser explicado por la creación de instituciones y programas específicos instaurados luego del retorno de la democracia en 1985.⁵ A partir del año 2001 comienza a disminuir el número de publicaciones, lo que puede explicarse por las dificultades crecientes para obtener el financiamiento para llevar adelante actividades de C+T.

La evolución positiva en la generación de conocimiento fue acompañada por un incremento de los indicadores de visibilidad (promedio de número de citas recibidas por publicaciones). La mayoría de las citas recibidas por los trabajos uruguayos provienen de Estados Unidos (27,3%), le sigue la UE15 (35,8%), Latinoamérica y el Caribe (8,4%), Uruguay (6,8%), resto de Europa (5,4%) y otros (16,3%).

La cooperación científica entre autores uruguayos y de otros países medida por el

Gráfica 1

Publicaciones de Uruguay. Período (1981 - 2002)



Fuente: ISI Informe Nacional para Uruguay, 2002.

4 Documento de la Reunión de Acción Preparatoria para el Desarrollo de las Ciencias Básicas.

5 Véase el Anexo II

Cuadro 1

Total de publicaciones realizadas en colaboración. 1981-2002			
PERÍODO	PUBLICACIONES		EN %
	TOTAL	EN COLABORACIÓN	
1981-1990	777	246	31,7%
1991-2000	2381	1294	54,3%
2001-2002	700	434	62,0%
1981-02	3858	1974	51,2%

Fuente: ISI Informe Nacional para Uruguay, 2002.

número de copublicaciones ha crecido a lo largo del período analizado. De los 3.858 trabajos, 1974 fueron realizados en cooperación (51,2% del total), mientras que si se consideran los dos últimos años la proporción es del 62% de los trabajos relevados (cuadro 1).

A los efectos de analizar el perfil de la producción científica uruguaya, se consideró la distribución de las publicaciones agrupadas por áreas temáticas siguiendo la clasificación del ISI y su evolución en el período analizado.

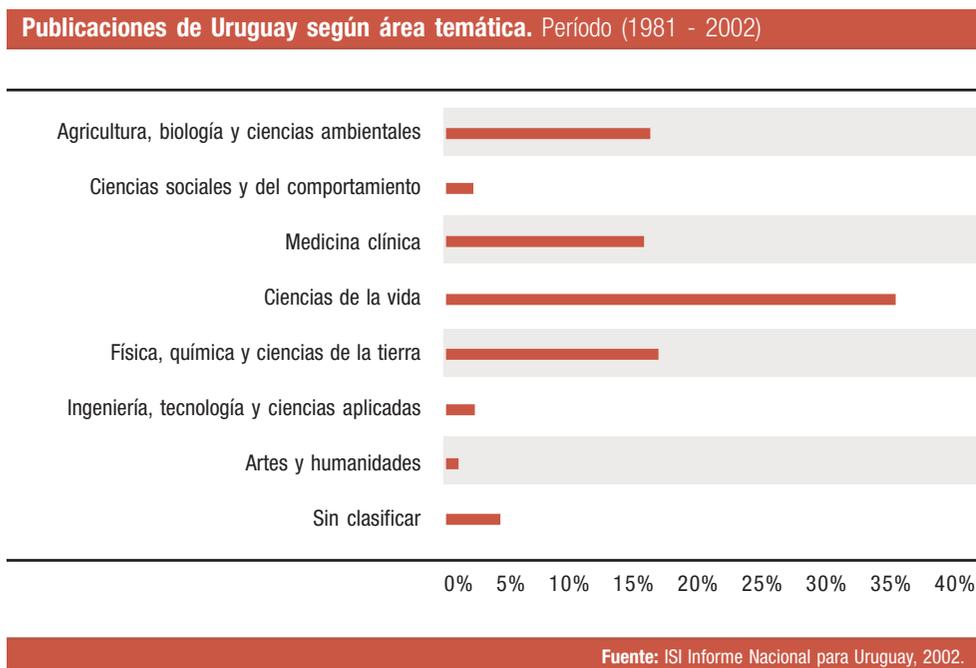
Se constata en la gráfica 2 que las publicaciones del área Ciencias de la vida⁶ son mayoritarias (36,6%); le siguen Agricultura,

biología y ciencias ambientales (17,8%) y Física, química y ciencias de la tierra (17,5%). En el otro extremo se encuentran las áreas relacionadas con las Ciencias sociales y del comportamiento (2,2%) y Artes y humanidades (1,5%).

Si bien el número de publicaciones aumentó significativamente en todas las áreas a lo largo del período de estudio, el dinamismo registrado por cada área fue diferente, tal como se puede apreciar en la gráfica 3.

Las áreas que pierden participación relativa son Ciencias de la vida y Medicina clínica (representaban el 77% de las publicaciones registradas en la década de los ochenta y

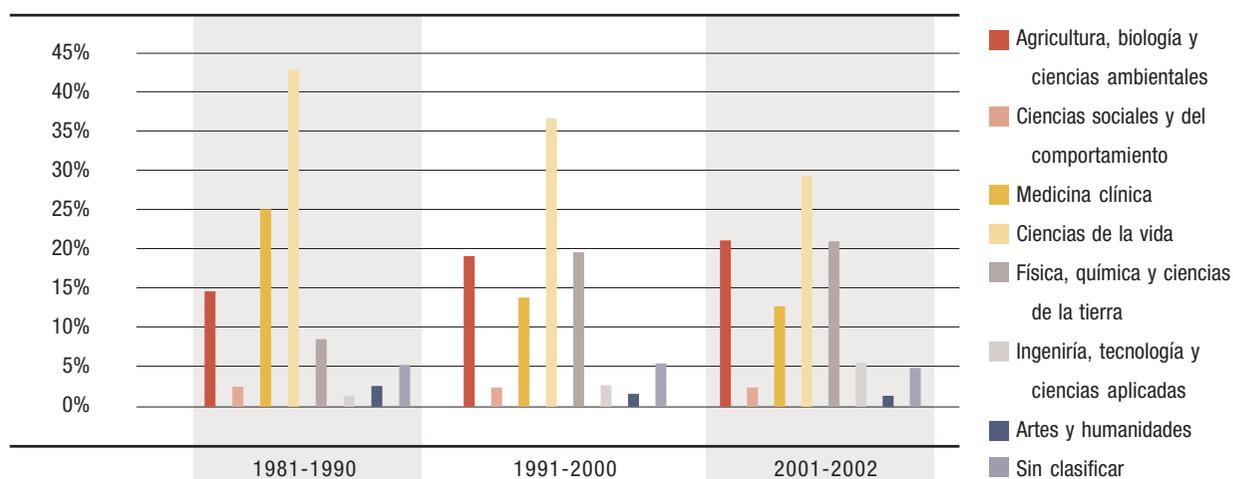
Gráfica 2



6 En el área Ciencias de la vida el ISI incluye las siguientes disciplinas: *Animal & Plant Sciences, Biochemistry & Biophysics, Cardiovascular & Hematology, Research Cell & Developmental Biology, Chemistry Endocrinology, Nutrition & Metabolism, Experimental Biology, Immunology, Medical Research Diagnosis & Treatment, Medical Research General Topics, Medical Research Organs & Systems, Microbiology, y Molecular Biology & Genetics, Multidisciplinary Neurosciences & Behavior, Oncogenesis & Cancer Research, Pharmacology & Toxicology, Physiology.*

Gráfica 3

Evolución de las publicaciones uruguayas por área temática, según ISI.1981-2002 (participación sobre el total de publicaciones)



Fuente: ISI Informe Nacional para Uruguay, 2002.

Cuadro 2

Producción científica de los países del MERCOSUR. 1981-2000

PAÍS	PUBLIC.	%	CITAS	%	CITAS / PUBLIC.
Argentina	44,305	32,8	249,467	35,3	5,6
Brasil	87,823	65,1	438,656	62,1	5,0
Paraguay	249	0,2	1,007	0,1	4,0
Uruguay	2,544	1,9	16,792	2,4	6,6
MERCOSUR	134,921	100,0	705,922	100,0	5,2

Fuente: ISI, datos proporcionados por CONICYT de Chile.

44% del total en último bienio analizado). Por su parte, las que han mostrado mayor dinamismo son Física, química y ciencias de la tierra; Ingeniería, tecnología y ciencias aplicadas, y Agricultura, biología y ciencias ambientales.

La producción científica del Mercosur⁷ en el período 1981-2000 ascendió a 134.921 publicaciones. Brasil concentra el 65% de ellas; le siguen Argentina (33%), Uruguay (1,9%) y Paraguay (0,2%) (cuadro 2).

Sin embargo, si consideramos la cantidad de publicaciones por habitante, el país que presenta un mejor desempeño es Argentina, seguido por Uruguay (cuadro 3).

El número de citas que reciben en promedio los trabajos de autores uruguayos (6,6) supera a la media registrada en la región (5,2) (véase cuadro 2). Este buen desempeño de los trabajos uruguayos se ve también reflejado en la gráfica 4, en el que se observa el índice de visibilidad de cada país con relación al promedio mundial.⁸

En 1981 las citas que recibían las publicaciones de Brasil, Argentina y Uruguay eran inferiores en 48% al promedio registrado a nivel mundial. En el caso uruguayo, dicha relación fue disminuyendo a lo largo del tiempo, e incluso en 1991 y 1994 la cantidad de

7 Los datos fueron proporcionados por Conicyt de Chile; la información extractada de la base considera solamente los artículos, notas y revisiones de 26 disciplinas principales para cada uno de los países de la región.

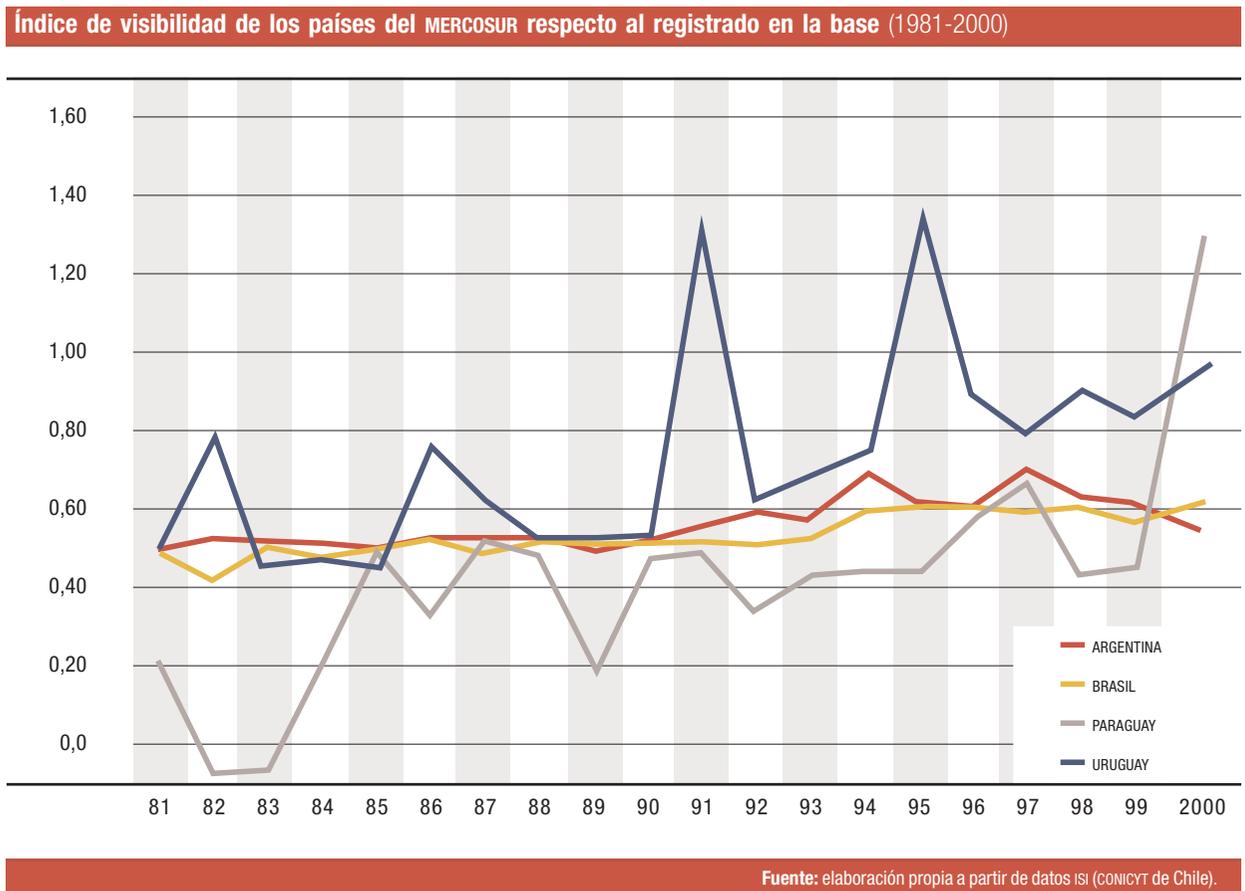
8 El índice de visibilidad es el promedio de citas que recibe cada publicación. Para realizar este cálculo se tomó el cociente entre el índice de visibilidad de cada país y el promedio mundial.

Cuadro 3

Producción científica de los países del MERCOSUR. 1981-2000 (cantidad de publicaciones por habitante)					
	ARGENTINA	BRASIL	PARAGUAY	URUGUAY	MERCOSUR
1981-85	4,2	1,7	0,2	1,6	2,1
1986-90	5,6	2,1	0,3	2,0	2,7
1991-95	6,5	3,1	0,3	4,4	3,7
1996-00	10,1	4,8	0,4	8,1	5,7

Fuente: elaboración propia a partir de datos ISI (CONICYT de Chile).

Gráfica 4



citadas que recibieron las publicaciones uruguayas sobrepasan el promedio mundial (1,37 y 1,39 respectivamente). Se observa además que a partir de 1991 el indicador uruguayo siempre supera al registrado por el resto de los países de la región.

En suma, en este Anexo se ha observado el mayor crecimiento de las publicaciones científicas de investigadores residentes en

Uruguay registradas por el ISI desde la mitad de la década de los ochenta. Si bien la producción científica uruguayana es pequeña en comparación con la del Mercosur, fue la que registró el mayor ritmo de crecimiento en el período, por encima de la media de la región. Por su parte, las citas que reciben en promedio los trabajos de autores uruguayos supera a la media registrada en la región. Este

hecho se refleja claramente en la evolución favorable del índice de visibilidad de las publicaciones uruguayas, el cual durante la década del noventa superó siempre al alcanzado por el resto de los países de la región e incluso logró en algunos años sobrepasar el promedio mundial. Ello es un indicador de la excelente calidad de la investigación generada por los investigadores uruguayos. No obstante, recientemente la comunidad científí-

ca ha denunciado la situación crítica por la que atraviesa la CT en el país, no sólo por la falta de financiamiento para proyectos de investigación y formación de recursos humanos, sino también por la emigración de científicos jóvenes y la disolución y/o disminución de equipos de investigación. Es de esperar que se puedan tomar medidas en el corto plazo para que no se pierda lo hasta aquí acumulado en esta materia.

ANEXO IV.

EL CAMBIO TECNOLÓGICO EN EL SECTOR AGROPECUARIO¹

1. Introducción

Se inicia el análisis incorporando una visión de mediano y largo plazo sobre la dinámica y los patrones de crecimiento de la producción primaria. En un segundo momento se presenta información sobre los factores que han incidido en el desempeño productivo del sector primario uruguayo. El análisis de estos dos elementos contribuye a identificar tanto el *sendero tecnológico* seguido por la producción primaria agropecuaria como su *potencial de innovación*. En tercer lugar se señalan algunas especificidades de los procesos de innovación de las empresas agropecuarias. Posteriormente se hace referencia a algunas de las características del sistema institucional de investigación agropecuaria, para posteriormente repasar rasgos básicos de las actividades de la innovación tecnológica agropecuaria. Finalmente, se destacan otras perspectivas para la innovación, diferentes de las más convencionales, haciendo referencia a la diferenciación de productos para asegurar calidad e inocuidad y a la cuestión de los servicios ambientales y servicios a empresas.

2. Una visión de largo plazo sobre el crecimiento del sector agropecuario

El sector agropecuario uruguayo ha sido tradicionalmente caracterizado como un sector «estancado», en tanto las tasas de crecimiento de su producto interno bruto (PIB) eran de reducida dimensión, a tal punto que por largos períodos fueron aún inferiores a

las ya de por sí magras tasas de crecimiento demográfico. Se comprobaba también una alta volatilidad de las tasas de crecimiento del PIB. Algunos autores han denominado este período como de *estancamiento dinámico*, pues la importancia relativa de algunas producciones aumentaba o disminuía, aunque, dado que estas alteraciones relativas se compensaban entre sí, el resultado final era que no se producían cambios sustantivos en el nivel agregado de producción. Las interpretaciones generadas desde enfoques teóricos muy diversos coincidieron en que la ausencia de progreso técnico estaba en la base del *estancamiento dinámico*, aun cuando, lógicamente, discrepaban a la hora de identificar los factores explicativos de esta ausencia de cambio técnico.

El análisis de la información estadística disponible permite evidenciar que el escaso o nulo crecimiento del sector se mantuvo hasta mediados de los años ochenta, momento en el que la situación tuvo un cambio significativo (cuadros 1 y 2).

El cambio relevante en el patrón de crecimiento desde mediados de los años ochenta queda definido a partir de dos elementos básicos: a) un aumento importante de las tasas de crecimiento del PIB del sector, y b) una menor volatilidad de éstas.² Estos dos fenómenos se registraron a pesar de que en el período se verificó la existencia de factores que operaron en contra de una mayor intensidad y/o de una mayor estabilidad del crecimiento,³ y a pesar de la casi desaparición de algunas producciones tradicionales (lino, sacarígenos) y de muy fuertes reducciones en el nivel de otras producciones históricamente muy relevantes (ovinos).

1 Este anexo fue elaborado por el Ing. Agr., Dr., Alfredo Picerno con la colaboración de la Ing. Agr. María Methol.

2 Coeficiente de variación 1955-2004 = 498%; 1955-1984 = 1284%; 1985-2004 = 221%.

3 Secas de 1989-1990 y 1999-2000; pérdida del estatus sanitario de país «libre de aftosa sin vacunación» en 2001; precios relativos bienes transables/no transables claramente desfavorables a los sectores exportadores en buena parte de la década de los noventa; deterioro de precios internacionales de *commodities* que no se recuperaron hasta el bienio 2003-2004, etc.

Cuadro 1

Tasas de crecimiento del PIB en períodos seleccionados (% acumulativo anual, «punta a punta»)			
PERÍODO	AGRO	RESTO DE LA ECONOMÍA	TOTAL DE LA ECONOMÍA
2004-1955	1,40%	1,45%	1,44%
1984-1955	0,31%	0,95%	0,87%
2004-1984	3,00%	2,17%	2,27%

Fuente: Elaborado con información del BCU.

Cuadro 2

Tasas de crecimiento del PIB en períodos seleccionados (% acumulativo anual, «promedio trienio final frente a promedio trienio inicial»)			
PERÍODO	AGRO	RESTO DE LA ECONOMÍA	TOTAL DE LA ECONOMÍA
2004/02-1957/55	1,30%	1,34%	1,33%
1985/83-1957/55	0,77%	0,89%	0,88%
2004/02-1985/83	2,07%	1,99%	2,00%

Fuente: Elaborado con información del BCU.

3. La base del cambio

Estos cambios en el patrón de crecimiento se asocian con los cambios implementados desde inicios de los años ochenta en las políticas macroeconómicas y sectoriales (una mayor vinculación de los mercados internos con los externos; modificaciones en las regulaciones que afectan la formación de precios, modificaciones en la institucionalidad pública y/o privada –como fue la creación del INIA–, políticas internas de estabilización, etc.). Si bien es un aspecto relativamente poco analizado, algunos estudios recientes han evidenciado que en la base del proceso que se viene describiendo se encuentra la incidencia de una mayor inversión y de mejoras en el capital humano, pero es destacable también el aumento estimado en la productividad total de los factores (PTF) en el conjunto del sector y en la ganadería bovina en particular.⁴

Asociado a lo anterior, se comprueba que en el último cuarto de siglo se han registrado cambios técnicos en la producción y en la organización de ésta. Dichos cambios han tenido una adopción diferencial según la escala de producción y han implicado, en muchos casos, la salida de la producción de aque-

llas empresas con menores capacidades para la incorporación de estos cambios técnicos (fenómenos más notorios en la agricultura de secano, la lechería y la hortifruticultura) (gráfica 1, cuadros 3 y 4).

En este contexto, el cambio más notorio se ha registrado en la ganadería de carnes, que con base en una mejora de las condiciones de alimentación del ganado, en la adopción de técnicas de manejo y en el logro de mayores niveles de especialización en las empresas, mejoró su producción total y su productividad a través de un uso más eficiente del *stock*, rompiendo la dinámica histórica del ciclo ganadero) (gráfica 2). No todas las empresas han participado con igual intensidad, por lo que se han generado trayectorias empresariales *divergentes*.⁵

4. Algunas especificidades de las empresas agropecuarias y los procesos de I+D

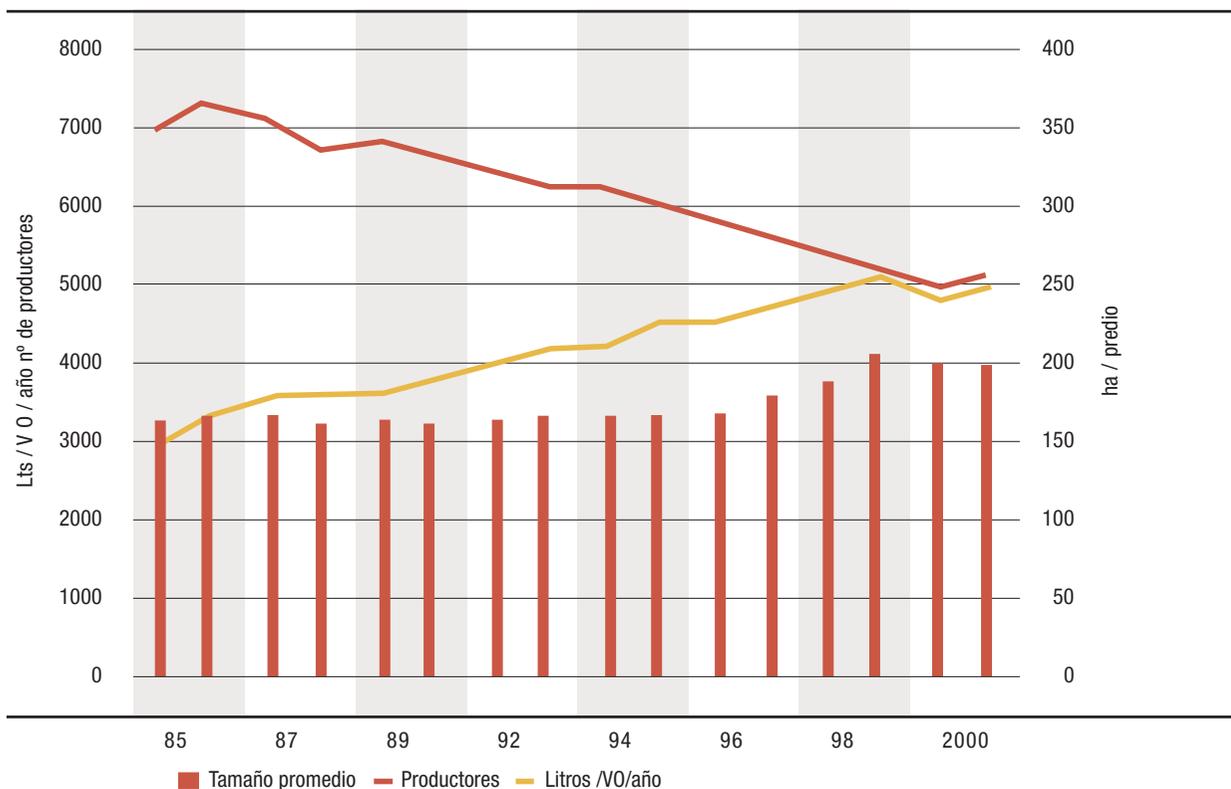
Las empresas agropecuarias poseen un conjunto de características que hacen que su participación en los procesos de I+D tenga algunas peculiaridades.

4 L. Caliendo: «La contabilización del crecimiento y el residuo de Solow. Una estimación del sector agropecuario uruguayo», monografía final, Licenciatura en Economía, UCU, 2001; S. Calvete y C. Arancet: «Evolución, determinantes y contribución de la productividad total de los factores al crecimiento del producto agropecuario uruguayo», monografía final, FCCEEyA, UdelaR, 2003; G. Chiara: «Fuentes de crecimiento en la ganadería de carne», Convenio INIA-CAF, Línea de investigación aplicada, Montevideo, 2002.

5 M. P. Mondelli, V. Picasso: «Heterogeneidad tecnológica en la ganadería de carnes en la década de los 90: un enfoque evolucionista», tesis de grado, Facultad de Agronomía, UdelaR, 2002; H. Laca: «Estructura productiva de la ganadería: una década de cambio», en *1er Congreso Rioplatense de Economía Agraria*, Montevideo, 2001.

Gráfica 1

Evolución del número de productores, tamaño medio de los predios y productividad en la lechería



Fuente: Elaborado con información del MGAP

Aun aceptando el hecho de que la innovación es siempre endógena a la empresa, corresponde interrogarse acerca de los límites cuali y cuantitativos de las innovaciones posibles de ser desarrolladas por las empresas agropecuarias y cómo éstas se vinculan con otros agentes de las cadenas agroindustriales y con los centros de generación de tecnología.

En la mayoría de los casos, la propia escala de producción de las empresas agropecuarias, el largo de muchos de los ciclos de producción, la imposibilidad de apropiación privada de los beneficios del desarrollo y aplicación de procesos de I+D afecta seriamente las posibilidades de generación endógena de I+D, limitándolas en particular al desarrollo de innovaciones blandas.⁶ Aceptando el continuo simplificador *ciencia-investigación, difusión, validación, adopción*, la mayoría de las em-

presas agropecuarias se concentra particularmente en la validación o adaptación de tecnologías. Esta característica las hace altamente dependientes de los desarrollos que en materia de I+D se realicen fuera de los límites de la empresa. Por consecuencia, *dependen* marcadamente de su vinculación con otros agentes y de su participación en redes que necesariamente deben tener componentes públicos y componentes privados, dada la alta presencia de *bienes públicos* en las tecnologías agropecuarias.

Una segunda característica que debe ser resaltada es la fuerte articulación de las empresas agropecuarias con los proveedores de insumos y bienes de capital y con los compradores de sus productos. Ambas articulaciones hacen que la naturaleza del cambio técnico desarrollado por las empresas agro-

6 Esta afirmación tiene, necesariamente, un carácter genérico que debe reconocer excepciones, particularmente en aquellas producciones realizadas a grandes escalas, en condiciones de fuerte concentración, etc., que, o bien permiten la endogenización de procesos que resulta imposible para otras empresas o producciones, o bien posibilitan la concreción de alianzas público-privadas en las que el sector privado aporta financiamiento directo para ciertas líneas de investigación.

Cuadro 3

Evolución de la productividad agrícola de secano (kg/ha sembrada)						
	TRIGO	CEBADA	GIRASOL	SOJA	MAÍZ	SORGO
Promedio trienio 78/79 - 80/81	1335	1532	517	1057	894	1694
Promedio trienio 98/99 - 00/01	2419	2395	1017	1726	3319	3080
Incremento total entre trienios	81%	56%	97%	63%	271%	82%
Tasa de crec a.a. entre trienios	3,0%	2,3%	3,4%	2,5%	6,8%	3,0%

Fuente: Elaborado con información de DIEA-MGAP.

Cuadro 4

Uruguay: Evolución de la estructura de producción de la agricultura de secano*						
	1980	1990	2000	1990/1980 (%)	2000/1990 (%)	2000/1980 (%)
Nº de explotaciones (miles)	43,0	24,6	12,4	-43%	-50%	-71%
Área sembrada (miles de ha)	799	557	459	-30%	-18%	-43%
Tamaño medio de siembra (ha)	19	23	37	22%	64%	100%

* Incluye trigo, cebada, avena para grano, lino, maíz, girasol, soja, sorgo y maíz.

Fuente: elaborado con información de DIEA-MGAP.

pecuarias se vea condicionada por las características que imponen los mercados de insumos y bienes de capital, por un lado, y por las condiciones que se derivan de las fases industriales de las cadenas agroindustriales, por otro. Dicho en otros términos, son escasos los grados de libertad de las empresas agropecuarias frente a la *inducción* de senderos tecnológicos desde proveedores y compradores. La industria es la que se encuentra en contacto más directo con los mercados compradores y, por tanto, captura las señales de éstos de manera mucho más directa que la fase primaria agropecuaria. Por otra parte, la propia *lógica industrial* de organización de la producción condiciona cada día más las características de productos y procesos desarrollados en la fase primaria. Por ambas razones asume, en muchos casos, el carácter de *núcleo dinámico* de los complejos agroindustriales, con un papel *inductor* relevante.

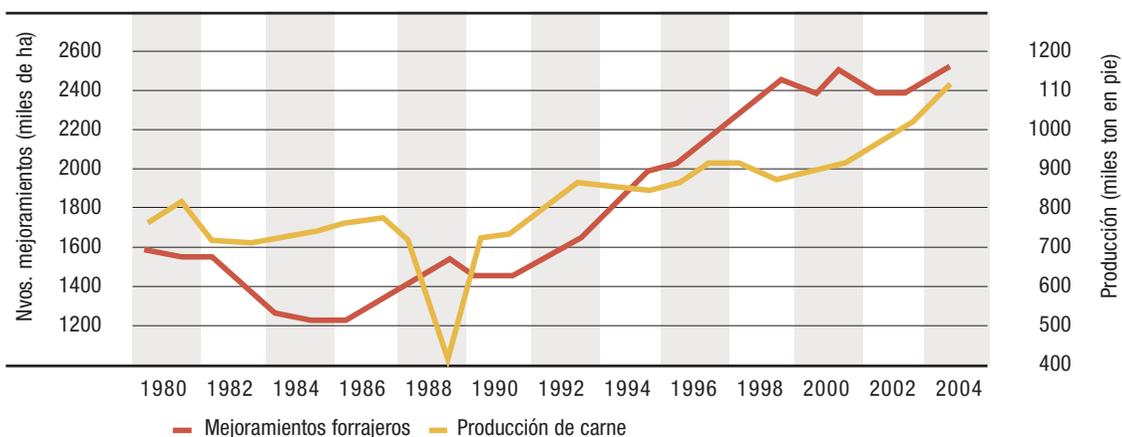
Por otro lado, la mayor parte de la producción agropecuaria se realiza, «a cielo abierto» y en mercados que a escala mundial se encuentran fuertemente distorsionados por la presencia de políticas proteccionistas. Am-

bos elementos terminan por configurar un escenario de alta inestabilidad. Esto hace que el manejo del riesgo –factor clave para cualquier empresa– se traduzca en las agropecuarias en un elemento que, ante la ausencia o debilidad de otros instrumentos (seguros, mercados a futuro, tecnologías de control de clima), impone niveles mínimos de diversificación productiva (opuesta a la eficiencia derivada de la especialización). Esta situación pone límites y características propias a los procesos de organización de la producción, de innovación y de desarrollo en las empresas agropecuarias.

Tradicionalmente se ha aceptado que la mayoría de las innovaciones de la producción agropecuaria tienen el carácter de *bienes públicos* porque, entre otras razones, son escasas las posibilidades de la apropiación privada de los beneficios derivados de su generación. En consecuencia, el sector público debería invertir fuertemente en este tipo de investigaciones. Pero también debería actuar ante la existencia de otras fallas en los mercados tecnológicos, así como debería intervenir para minimizar o mitigar los costos de

Gráfica 2

Evolución de la producción de carne bovina y de la siembra de nuevos mejoramientos



Fuente: Elaborado con información de OPYP-A-MGAP

aprendizaje e innovación por parte de agentes privados que se desempeñan en un marco de incertidumbre que atenta contra el desarrollo de las actividades de I+D.

En muchas áreas tecnológicas los aspectos que se acaban de discutir siguen siendo una realidad. Pero, por otra parte, existen tendencias emergentes que por lo menos obligan a relativizar algunos de los alcances de esa caracterización y, consecuentemente, a revisar y redefinir los papeles que deben desempeñar los sectores público y privado; en particular, las modalidades que deben adoptar las imprescindibles articulaciones entre ambos. Ejemplo de estas situaciones están constituidos por la importancia creciente del desarrollo de cultivos híbridos, los avances en materia de biotecnología y organismos genéticamente modificados, etc.

Así, la organización y gestión de las unidades de producción, así como sus articulaciones horizontales y verticales, tienen un papel cada vez más relevante en el desarrollo de la competitividad. Como tendencia emergente existen nuevas formas de gestión, de organización y de articulación que ya no resultan tan fácilmente «copiables» o «no apropiables» por sus creadores una vez que se generan.

Por otra parte, existe un conjunto de factores que puede hacer que innovaciones que en teoría deberían ser catalogadas como bie-

nes públicos, en la práctica dejen de serlo, pues sólo ciertos tipos o grupos de empresas pueden efectivamente aplicar las innovaciones. Entre otros factores pueden citarse: economías de escala, dotación de capital humano, capacidad de gestión adecuada para una correcta aplicación de ciertos paquetes tecnológicos, trabajar con activos que –por poseer ciertas especificidades– permiten el establecimiento de relaciones contractuales más o menos permanentes entre agentes, etc. Más recientemente, la articulación de la producción primaria y/o agroindustrial con nuevas tecnologías o ingenierías financieras ha adquirido una gran relevancia en la determinación de la competitividad. Estas tecnologías que teóricamente son de libre disponibilidad y sujetas a igual marco regulatorio para todos los agentes, se constituyen en ejemplos que, en una visión amplia de innovación, cuestionan el alcance del concepto de *bien público* en tanto existe un cierto campo para su «apropiación» o no replicabilidad.

La escasa calificación de la mayor parte de los recursos humanos que participan de la producción (trabajadores, productores, empresarios y gestores) identifica una debilidad importante para el desarrollo de procesos sustantivos de innovación que debe identificarse como factor crítico relevante a los fines de la I+D.⁷

7 Aceptando que dentro de las fuentes de conocimiento internas a la empresa los conocimientos no sólo se incorporan en las habilidades de los trabajadores, sino también en las de los empresarios y en las de los técnicos, deben señalarse las limitaciones asociadas con aspectos tales como el predominio del *learning by doing* y de la capacitación no formal desarrollados en un marco institucional deficiente, los desajustes entre la oferta del sistema educativo formal y las demandas de los procesos productivos, las deficiencias de perfiles profesionales que distingan e integren la gestión tecnológica de la propiamente empresarial.

El propio concepto de empresa y empresario permite distinguir todo un *continuum* de situaciones diferenciales que no responden a la misma lógica productivo-económica. Por ende, desde el punto de vista de la I+D no pueden ser tratadas como un conjunto homogéneo. Así, se puede ir desde un extremo en el que se encuentran unidades de producción de carácter marcadamente empresarial-capitalista hasta unidades de producción de autosubsistencia o semirresidenciales. En este *continuum* existe una fuerte presencia de empresas familiares y es relevante la importancia del trabajo familiar no remunerado. Esto determina que en muchos casos existan tensiones entre las posibilidades de desarrollo de innovaciones asociadas al paradigma tecnológico productivista predominante y la dotación de recursos de algunas de las unidades de producción.

Ante esta situación, corresponde interrogarse acerca de las posibilidades de armonizar políticas diferenciadas hacia la *pequeña producción* que atiendan o mitiguen estas tensiones, pero sin que ellas impliquen distorsiones de los mercados y, mucho menos, las imprescindibles ganancias en productividad a escala país para sostener un nivel agregado de producción competitivo a escala mundial. Esta interrogante plantea dos problemas para las políticas públicas en materia de I+D: a) cuáles son los límites y posibilidades del desarrollo de tecnologías apropiadas para diferentes unidades de producción que les permitan una inserción competitiva en los mercados; b) la necesidad de distinguir la intervención pública sobre las pequeñas unidades de producción a través de políticas de mercado o de políticas de otra naturaleza, lo que por ejemplo supone, entre otras cuestiones, la necesaria discriminación entre el papel específico de las políticas sociales y las de corte económico productivo, sin exigirles a estas últimas la resolución de aspectos que son más propios de las primeras. La experiencia indica que no debería seguirse el camino de generar, mediante políticas de mercado, condiciones artificiales de competitividad, que no sólo no consiguen el objetivo propuesto para las pequeñas unidades, sino que además introducen distorsiones de tal significación en

el desarrollo de los mercados que terminan impidiendo o dificultando el desarrollo de innovaciones por las unidades de carácter empresarial.

Debe reconocerse que el proceso de cambio técnico en el sector agropecuario uruguayo tiene, y continuará teniendo, un fuerte componente importado. Dada la dotación de recursos del país, necesariamente el aprovisionamiento de ciertos insumos básicos de la producción tiene y tendrá su origen en el extranjero (por ejemplo, fertilizantes fosfatados, combustibles y otros derivados del petróleo, etc.). Del mismo modo, dado el tamaño del mercado interno, la producción de bienes de capital continuará teniendo un muy fuerte origen importado.

En este marco, uno de los desafíos pendientes es, en el marco de los procesos de integración regional, cómo profundizar la articulación de estrategias conjuntas de investigación entre países, a través del desarrollo de proyectos cooperativos, de redes extranacionales de innovación, de nuevos esquemas institucionales, etc. que permitan el desarrollo de plataformas tecnológicas regionales.

Por último, deben señalarse las fuertes limitaciones, en particular en el nivel de empresas primarias, para la generación de redes asociadas a características de algunos de los principales actores, tales como la escasa propensión a la innovación, el predominio de relaciones no cooperativas, la escasa propensión a la toma de riesgos, el bajo valor relativo asignado a la tecnología como fuente de competitividad frente a la alta ponderación asignada a cuestiones tributarias, regulatorias, de financiamiento, etc.⁸

5. El sistema institucional de investigación agropecuaria

El sistema institucional de investigación agropecuaria en Uruguay tiene un fuerte predominio de instituciones y organizaciones públicas o semipúblicas frente a las propiamente privadas.

Entre las primeras corresponde señalar al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), la Universidad de la República

8 INIA «Actitudes y comportamientos tecnológicos de los ganaderos uruguayos: un enfoque evolucionista», 2001; INIA: «Productores ganaderos y tecnología: tres estudios explicativos», Serie Técnica no 30, 1992.

(en particular las facultades de Veterinaria y Agronomía y, con menos relevancia, las facultades de Ciencias, Química e Ingeniería), el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (de manera permanente través de la División Laboratorios Veterinarios y de la División de Suelos y Aguas, y más puntualmente a través de acciones de algunos proyectos específicos como el Programa Nacional de Riego [PRENADER], el Programa de Reconversión de la Granja [PREDEG], el Programa de Servicios Agropecuarios [PSA]),⁹ el Laboratorio de Análisis Tecnológicos del Uruguay (LATU), el Instituto de Investigaciones Biológicas Dr. Clemente Estable, etc. Adicionalmente, otros agentes públicos realizan actividades de investigación, pero más como actividades *ad-hoc* que como centro de sus acciones.

En el ámbito privado se destacan el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), algunos laboratorios de productos veterinarios, la industria procesadora de cebada, empresas semilleras y, más recientemente, algunas actividades en universidades privadas.

El principal cambio generado en el sistema institucional de investigación agropecuario uruguayo comenzó a gestarse a mediados de los años ochenta y se plasmó a inicios de los noventa con la creación del INIA. Esto supuso la salida de los servicios públicos de investigación agropecuaria de la órbita del MGAP y su transferencia al ámbito de una persona pública de derecho no estatal, siguiendo una propuesta organizacional que se había desarrollado en la mayoría de los países de la región.

Existen elementos relevantes en el diseño original del INIA que han afectado sus propias posibilidades de accionar y, en consecuencia, las del sistema en su conjunto, dado que el INIA es su principal actor.

La exclusión expresa de los servicios de extensión del INIA definió un elemento central del sistema. Así, se limitó al INIA a un cometido de investigación y «divulgación», asignándose la tarea de difusión o transferencia de tecnología –de hecho– a otras instituciones, a algunos programas específicos (referidos por ejemplo al combate a la pobreza rural o a la reconversión frutícola) y al mercado.

Es notorio que la transformación institucional mejoró sustantivamente los aportes financieros a la investigación agropecuaria en el país.¹⁰ Esto a su vez posibilitó que, en relativamente poco tiempo, el INIA tuviera un muy fuerte desarrollo de infraestructura edilicia, de equipamientos y también en materia de número y nivel de capacitación de sus recursos humanos. Para aquilatar la importancia de este cambio, puede señalarse que el gasto público agrícola (GPA) total en el período 1973–1988 representó normalmente una cifra en torno del 5% del PIB agropecuario,¹¹ pero las todas las actividades de generación y transferencia de tecnología (con independencia de la institución que las ejecutara) representaron en el mismo período entre un máximo del 18% del GPA (en 1973) y un mínimo de 11% del GPA (en 1985), promediando entre 19886 y 1988 un 15% del GPA (esto es, algo menos del 0,7% del PIB sectorial).¹² Hacia principios de los años 2000, puede estimarse que el presupuesto del INIA superaba con holgura el 1% del PIB agropecuario, representando además una fracción relevante del GPA.¹³

No obstante el diseño del mecanismo de financiamiento escogido determinó que los recursos asignados tengan carácter procíclico. Éste no contribuye a darle estabilidad al desarrollo de actividades de investigación, obligando a una administración intertemporal cuidadosa de los recursos, y limitando, por lo menos parcialmente, las definiciones en horizontes temporales prolongados.¹⁴

En el diseño institucional del INIA, se le dio participación en la dirección del Instituto al sector privado primario (representado por las cuatro principales gremiales agropecuarias del país) y a escala regional en los CAR (Comités de Asesoramiento Regional), en un intento por mejorar la eficiencia de la conexión entre «oferta» y «demanda» de tecnología. De hecho, estos mecanismos formales, y otros muchos que se han desarrollado en paralelo por canales menos formales, han contribuido a mejorar la articulación oferta-demanda. Si bien es notorio que el INIA además ha intentado el desarrollo de alianzas y vínculos permanentes con el sector agroindustrial, obteniendo buenos resultados en

9 Estos tres últimos proyectos, o bien han concluido su ejecución, o bien están próximos a hacerlo.

10 La primera vía fue la creación de un impuesto a las exportaciones agropecuarias con ese destino específico y la asignación de una partida presupuestal anual equivalente a lo recaudado por el tributo a la exportación. La segunda vía fue la cooperación internacional, fundamentalmente a través de proyectos con el BID.

11 Lo que, dado el comportamiento del PIB sectorial en el período, supone que el gasto público agrícola tuvo un comportamiento relativamente cíclico y alcanzó su máximo valor absoluto en moneda constante en el bienio 1981–82, pero con niveles en 1988 casi idénticos a los de 1973.

12 A. Picerno: «Tributación y gasto público agrícola en el Uruguay 1973–1988», en FAO: *Estudios sobre tributación agrícola*, Roma, 1993.

13 M. Sader: *Gasto público agrario en el Uruguay 1985–2001*, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 2003.

14 Debe señalarse, no obstante que, al operar en la órbita del derecho privado, el INIA dispone de una flexibilidad para la ejecución del gasto que resulta mucho más acorde con las necesidades del desarrollo de las actividades de investigación que aquellas normativas que rigen para la Administración Central.

muchos casos, es preciso señalar que la ley de creación del INIA no incluyó en la representación del sector privado al sector agroindustrial, que es el que efectivamente está en condiciones de conocer más directamente y transmitir con mayor eficiencia las señales de los mercados finales, particularmente en términos de mediano y largo plazo.

Un elemento muy relevante es que la ley n° 16.065 de creación del INIA estableció expresamente la creación de un Consejo Coordinador de Tecnología Agropecuaria (artículos 32, 33 y 34) integrado por el MGAP —que lo preside—, el ministro de Educación y Cultura, el ministro de Industria, Energía y Minería, el decano de la Facultad de Agronomía, el decano de la Facultad de Veterinaria y un representante de la Agrupación Universitaria.

Por su integración y cometidos («coordinar los esfuerzos de generación y transferencia de tecnología agropecuaria que se realicen en el país a efectos de hacer eficiente el uso de los recursos humanos, físicos y económicos disponibles; proponer líneas de investigación en materia agropecuaria en función de las necesidades del sector; asesorar sobre planes y programas de investigación de las instituciones públicas y privadas de investigación agropecuaria, formulando las recomendaciones que entienda pertinentes; cooperar en la difusión de los resultados científicos y las tecnologías obtenidas por los organismos de investigación agropecuaria; asesorar acerca de la utilización del Fondo de Promoción Tecnológica Agropecuaria del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria»), este Consejo trascendía largamente a la figura del INIA y parece claro que el legislador aspiraba a conformar un actor central en el diseño y funcionamiento de un sistema nacional de innovación agropecuaria.

De hecho, este Consejo prácticamente no ha funcionado, lo que no sólo ha dejado al Instituto en una situación de relativo aislamiento del resto de los actores del sistema a la hora de definir prioridades de investigación, sino que, lo que es muchísimo más relevante aún, ha implicado el desaprovechamiento de un marco institucional ya disponible para una mejor conformación y fun-

cionamiento del sistema. Es claro que la responsabilidad de esta situación no puede atribuirse exclusivamente a una o algunas de las partes involucradas. Inclusive, muchas de ellas, entre las que se cuenta el INIA, han intentado desarrollar igualmente, y con éxito, estrategias de construcción de alianzas y redes.

Pero lo que sí resulta una consecuencia grave del no funcionamiento de este Consejo es algo que señala C. Peixoto:¹⁵

Entendida la política tecnológica para el sector agropecuario como el conjunto de orientaciones emanadas de la autoridad competente, que determinan la manera general de actuar y los mecanismos instrumentales para el desarrollo de las capacidades nacionales en tecnología e innovación (referidas al sector), es evidente que no ha habido en los últimos años una formulación explícita de dicha política por parte del Estado. Frente a la ausencia de una política tecnológica explícita y formalizada, el INIA se vio obligado a determinar por sí mismo las actividades a realizar, es decir, a fijar de manera implícita la política tecnológica para el sector, teniendo en cuenta su rol de actor protagónico en la investigación y desarrollo de tecnologías agropecuarias. Lo mismo sucedió con el resto de las instituciones que también realizan actividades de investigación.

EL INIA ha desarrollado importantes esfuerzos para el diseño de una planeación estratégica —por ejemplo, con la elaboración de su Plan Indicativo de Mediano Plazo (PIMP), en el que se procuró abrir canales de participación a otros actores del sistema—. A pesar de estos esfuerzos (en los que además debe reconocerse que se consideraron la mayoría de las variables que deben tenerse en cuenta en la definición de una política tecnológica para el sector) y debido a la inexistencia de un verdadero sistema nacional de investigación agropecuaria, ello implicó que se plasmara, más allá de la voluntad de la institución, una suerte de «visión desde el INIA» que no logró articular con la máxima eficiencia y eficacia las actividades desarrolladas con y por los otros actores del sistema de innovación agropecuaria.

En todo caso, esta situación responde con claridad a la ausencia de un verdadero sistema, más que al comportamiento de cualquiera

15 C. Peixoto: *La política tecnológica agropecuaria en el Uruguay*, Montevideo, Informe de consultoría FAO-MGAP, 2001.

de sus actores. Es razonable recoger algo que señala Peixoto:

En cuanto a la participación en la definición de la política tecnológica de las diversas instituciones que realizan investigación agropecuaria, salvo el INIA y algunos otros casos puntuales, el resto de las instituciones no tiene formalmente determinadas sus prioridades en materia de investigación. Resulta llamativo que en los núcleos más importantes de investigadores que no pertenecen al INIA, como las Facultades de Agronomía y Veterinaria, no exista ningún mecanismo formal de asignación de prioridades.¹⁶

La propia ley de creación del INIA establece que un 10% de los recursos del instituto deben aplicarse al financiamiento de proyectos de investigación ejecutados por terceros —a través de fondos concursables en el marco del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA)—.¹⁷ Esto pretendía generar procesos de descentralización/desconcentración de la investigación, en aplicación de una profundización del concepto de *demand drive* en la determinación de la oferta tecnológica. La reducida dimensión del mercado uruguayo, las debilidades de equipamiento y las escasas posibilidades de desarrollar proceso de investigación en el sector privado determinaron que el grueso de los proyectos se terminara ejecutando en asociación con otros organismos públicos, en particular con la UdelaR. Esto afecta notoriamente la posibilidad de desarrollar redes, así como a veces impone características peculiares a las que efectivamente logran algún nivel de desarrollo.

Es ilustrativo en este sentido que a las dificultades ya señaladas para la conformación de redes y alianzas entre diferentes actores (públicos y/o privados) integrantes del sistema deba agregarse que, si bien los proyectos FPTA como los proyectos estratégicos y proyectos de investigación aplicada contribuyen a establecer mecanismos de vinculación entre actores del sistema de innovación, el aporte puede catalogarse como relativo, dada la magnitud de la problemática en cuestión. Esto no hace más que reafirmar la idea de que es muy limitada la capacidad de coordinación entre instituciones.

Como conclusión, a la hora de buscar la mejora operativa y de diseño de un sistema de innovación agropecuario, que debe apuntar al desarrollo de patrones competitivos agroindustriales que tomen como base las innovaciones organizacionales, las institucionales, las informáticas, las biológicas, etc., existen algunos puntos relevantes que deben ser resueltos:

- la necesidad de una redefinición de los bienes públicos y por tanto de las áreas específicas de actuación del sector público o semipúblico y su articulación con el privado;
- la necesidad de contar con un sistema de fijación de prioridades que, incluyendo a los actores relevantes del sistema, defina las acciones de investigación de acuerdo con objetivos claramente establecidos;
- la necesidad de que la política tecnológica atienda un conjunto heterogéneo de actores (tanto desde el punto de vista de la oferta como de la demanda);
- la imprescindible mejora de la coordinación institucional y de la interacción público-privada;
- la prospección de la oferta tecnológica a escala mundial; etc.

6. Algunos rasgos básicos de las actividades de innovación tecnológica agropecuaria

A pesar de la existencia de un componente importado relativamente relevante según los casos, la necesidad de la validación y adaptación a las condiciones agroecológicas imperantes en el país siempre ha impulsado el desarrollo de procesos innovadores endógenos, los que, dada la naturaleza de los procesos desarrollados, tienen un carácter de aprendizaje dentro de la unidad de producción.

Las posibilidades de incorporación de progreso técnico en la unidad de producción se encuentran limitadas por el efectivo conocimiento y el acceso de las empresas a las fuentes exógenas, las posibilidades de desarrollo exógeno, el retorno esperado y el riesgo asociado a este retorno por la aplicación de los nuevos conocimientos, las posibilida-

¹⁶ *Ibidem*.

¹⁷ Estos fondos se vieron posteriormente reforzados y ampliados en sus posibilidades de aplicación (líneas estratégicas, tecnología aplicada) con aportes de créditos del BID.

des reales de su aplicación; éstos hacen en última instancia a la disponibilidad y combinación de factores requeridos para su aplicación (recursos naturales, financiamiento, capital humano).

Esta forma de ver el problema debería priorizar que, a los efectos del estudio de los procesos de innovación, la unidad de análisis fuera más la propia cadena agroindustrial que la empresa primaria, pues es la industria la que trasmite las señales de mercado acerca del tipo y la calidad del producto, de cuestiones de logística, y la que determina en qué escala son abordables problemas de desarrollo de tecnología y en particular de organización de la producción.

De hecho, en cadenas agroindustriales con fuerte integración vertical (lechería, arroz, cebada cervecera) se constatan procesos de modernización agrícola en los que el dinamismo de la agroindustria exportadora ha promovido la transformación de las producciones agropecuarias. Así, se comprueba la existencia de desarrollos tecnológicos que apuntan a profundizar la integración de los complejos, ya sea en el área de difusión de prácticas culturales como en la propiamente biológica.

Se verifica, en el nivel de productos (por ejemplo, la Mesa del Trigo; el proyecto de producción de carne orgánica y el de lana merino superfina, del INIA; el Programa de Producción Integrada de GTZ-PREDEG, y las mesas hortícolas), el establecimiento de alianzas más o menos permanentes para la solución de problemas tecnológicos concretos, con relativamente amplia participación de diversos actores del sistema, que ejemplifican estilos de articulación que deberán profundizarse.

En un sentido más amplio, también se verifican innovaciones con relación a la organización empresarial y a la articulación entre las empresas.

Así, se constatan procesos de cambio en los conocimientos aplicados a las formas de articulación de la empresa con los mercados de insumos y servicios, e importa resaltar aquí en particular la articulación con los mercados financieros. Se hace referencia a las innovaciones que tienen que ver con la organización de la producción ya no exclusiva-

mente dentro de los límites de ésta, sino en la articulación con otras (integración horizontal y vertical). Esto ha implicado mayores niveles de especialización productiva (con las consecuentes ganancias en eficiencia) que han sido posibles por el surgimiento de un vasto conjunto de empresas prestadoras de servicios (desde la fumigación aérea hasta la siembra de mejoramientos forrajeros o la realización de silos de contenido vegetal para alimentación de ganado). Esta nueva situación puede permitir que las ventajas derivadas de las economías de escala (factor que hasta el presente contribuyó para que en la adopción de innovaciones se generaran trayectorias divergentes entre empresas) puedan tener un papel secundario en el futuro, particularmente en la consolidación del fuerte proceso de cambio técnico al que ha asistido la ganadería de carnes en los últimos 15 años. En este contexto surge, como tendencia emergente cuya consolidación todavía deberá demostrarse, un nuevo tipo de actor o agente al que se podría denominar *articulador* y que posibilita la conformación de redes empresariales asociadas a nuevas formas de organización de la producción, el establecimiento de relaciones horizontales de complementariedad productiva que permiten mayores niveles de especialización (agrícola, agrícola ganadera, ganadera). Asimismo, estos actores pueden brindar las ventajas derivadas de la economía de escala sin que ésta implique un cambio de transferencia de la propiedad de la tierra (por ejemplo, la nueva agricultura medianera de gran escala con ventajas de logística, de organización de la comercialización de insumos y productos, de gestión tecnológica, etc.). Algunos ejemplos, de muy distinta naturaleza son: la nueva agricultura medianera de gran escala, el proceso de fusión de las principales cooperativas agrícolas del país hasta la conformación de una única empresa, el desarrollo de articulaciones entre criadores e invernadores, etc.

Debe señalarse que en los últimos años el Estado, a través de proyectos con financiamiento BID, ejecutó dos programas —uno dirigido a la granja y otro a la ganadería de carnes— que mediante el uso de subsidios impulsaron

fuertemente la incorporación de innovaciones en empresas de ambos subsectores

La introducción de innovaciones no es ni generalizada ni neutra; por ello, en muchos casos genera procesos divergentes de innovación que determinan la relevancia del problema de cómo compatibilizar la mejora de la competitividad con la inclusión social y productiva, sin que esto implique introducir distorsiones de significación en el funcionamiento de los mercados.

Muchas de estas innovaciones tienen que ver con el predominio de un paradigma que podría denominarse *productivista*, que ha implicado un camino también de *labour saving*. No obstante, factores tan diversos como la creciente preocupación por la conservación de los recursos naturales y por la sostenibilidad económica, social y ambiental de la producción primaria, el propio límite que habría alcanzado la posibilidad de «ahorrar» trabajo,¹⁸ las exigencias de los mercados externos sobre atributos de productos y certificación de procesos, así como las características de las tecnologías disponibles, permiten por

lo menos cuestionar la profundización de estas tendencias en el mediano plazo.

7. Otras perspectivas para la innovación: diferenciación de productos para asegurar calidad e inocuidad

Las distintas formas de organizar la integración horizontal y vertical de la producción han facilitado la concreción de innovaciones que buscan incrementar la calidad del producto o la obtención de un mayor valor a través de la diferenciación. La carne bovina es ejemplo claro de este proceso.

Una de las primeras acciones en este sentido las promovió el MGAP a partir del 2000 a través del Proyecto Ganadero (MGAP-BID) por el que se encauzaron acciones tendientes a mejorar y fortalecer la integración la cadena de carne y lana, de manera de contribuir a la disminución de costos de transacción y a la transmisión de señales desde la industria hacia la producción primaria. Así el componente

Recuadro I

Las principales innovaciones de los últimos años

Las innovaciones tecnológicas de mayor relevancia introducidas en las diferentes producciones primarias en los años recientes, sin ánimo de ser exhaustivos, tienen que ver con la difusión de las siembras asociadas; la incorporación de semillas transgénicas y nuevas formas de control de malezas; la siembra directa; la incorporación del riego; la introducción de prácticas de manejo de ganado (destetes temporarios, precoces, suplementación estratégica, uso de alambrados eléctricos y pastoreos rotativos, engorde en condiciones de confinamiento, manejo de vacas por estado corporal, etc.); los cambios de copas y variedades en cítricos y frutales; la fuerte

incorporación de mejoramientos forrajeros en la ganadería de carnes en la última década y, antes, en la lechería; la tendencia al uso de maquinaria de mayor potencia a fin de independizar la realización de tareas agrícolas de las condiciones climáticas; la generalización del ordeño mecánico, el uso de tanques de frío y la granelización del transporte en la lechería; el creciente uso del avión para la aplicación de productos químicos y siembras agrícolas; los altos niveles de uso de químicos pero buscando una mayor eficiencia y menores costos ambientales; la incorporación de semillas de mayor productividad; los cambios de cepas vitiviníferas, etc.

18 Según los Censos Generales Agropecuarios, entre 1980 y 2000 la cantidad de trabajadores rurales permanentes se redujo sólo en un 3%.

II de este proyecto apuntó a promover nuevas modalidades de articulación entre dos o más eslabones de la cadena y hacia enero del 2004 ya se habían incorporado seis frigoríficos y cerca de 800 productores ganaderos.

El caso de las alianzas entre el INIA, los frigoríficos PUL y Tacuarembó y productores ganaderos para obtener un producto diferenciado como es la carne orgánica certificada es otro ejemplo de producción basada en formas organizacionales innovadoras (contratos de producción y reparto de ganancias). Durante los años 2001 y 2002 se realizaron exportaciones del orden de 300 toneladas de carne orgánica a Suecia, Italia, Holanda y Brasil.

El programa de carne orgánica denominado Programa de Carne Natural Certificada del Uruguay (PCNCU), del Instituto Nacional de Carnes (INAC), surge como respuesta al incremento de las exigencias de seguridad alimentaria y bienestar animal. En el 2003, el programa contaba con 90 productores que ocupaban 155 mil hectáreas distribuidas en el país. Se han exportado 94 toneladas al Reino Unido, Suecia y Holanda.

El grupo Vaquería del Este es una asociación de 22 empresarios productores ganaderos que, sin perder su individualidad, se unen para producir carne de calidad y comercializarla en forma conjunta mediante mecanismos de asociación vertical, apuntando a identificarla con una marca y una certificación. Cuenta con un cuerpo de técnicos que trabaja en aspectos tales como análisis de gestión de las empresas, implantación de un sistema de gestión de la calidad (ISO 9001), sanidad animal, medio ambiente, calidad de carne, monitoreo animal y coordinación de embarques y faena con la industria.

El caso de Procarne (proyecto Integración de la Cadena Cárnica CREA) se está ejecutando en el marco del componente II del Proyecto de Desarrollo Ganadero, con el patrocinio de la Federación Uruguaya de Grupos CREA (FUCREA). Es un proyecto dirigido por técnicos y ex técnicos CREA en el que participan 103 establecimientos ganaderos y tres frigoríficos (San Jacinto, PUL y Tacuarembó), con los siguientes objetivos: aumentar el valor del producto final a través de su diferenciación; garantizar y mejorar la calidad del producto a

través del análisis de información y sistematización de las prácticas tecnológicas; aumentar la eficiencia en los sistemas de producción mediante la especialización de los sistemas criadores e invernadores; disminuir los costos de transacción por una mayor eficiencia en la articulación de la cadena a través de la coordinación, cooperación y comunicación. Así, se establecen contratos entre productores criadores e invernadores y se busca llegar a contratos con la industria.

Por su parte, a partir de la auditoría de calidad de la carne vacuna realizada en el 2003 por el INAC, el INIA y la Colorado State University, se determinó cuáles son los principales defectos (cortes oscuros, edad, defectos en el cuero, machucamiento, etc.) y se estimó que por cada animal faenado dichas pérdidas alcanzan los 32,52 dólares.

Por su parte, otro producto diferenciado es la carne de ternero gordo («bolita»), que tiene un importante impacto social y comercial, ya que es una alternativa validada para pequeños productores ganaderos de las zonas granjeras y de menores ingresos. Es el resultado de la investigación llevada a cabo por la Comisión Nacional de Fomento Rural (CNFR) y el INIA. Actualmente se faenan entre 15.000 y 20.000 cabezas de ternero «bolita», y se han concretado exportaciones a Brasil y Argentina.

También se han desarrollado acciones relativas a la inocuidad o nueva acepción de *seguridad alimentaria*, como en el convenio MGAP-FAO-INIA-Facultad de Agronomía, «Programa para prevención del desarrollo de micotoxinas, particularmente fusarium en trigo», que incluye la realización de varios talleres de capacitación en HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) en todas las fases de la cadena, programas de prevención en fase primaria («buenas prácticas agrícolas»).

En esta línea de seguridad alimentaria se han registrado avances sustanciales en la implementación de esquemas de trazabilidad de productos animales (certificación de procesos), particularmente de carne vacuna y pollos. En el caso de la carne vacuna (principal rubro de exportación del país y cuyo destino principal son mercados altamente exigentes como el NAFTA y la UE), el MGAP ha

implementado el Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG).

Asimismo, existen avances en la puesta en marcha de sistemas de certificación de origen (como, por ejemplo, en vinos) y de atributos de productos cárnicos y hortifrutícolas, entre otros («ecológicos», «naturales», «producción integrada») por parte del MGAP, el INAVI, el INAC, etc.

8. Otras perspectivas para la innovación: servicios ambientales y servicios a empresas

Los vínculos entre la competitividad y la gestión ambiental son cada vez más estrechos. Herramientas tales como las certificaciones ambientales, los procesos de calidad, las denominaciones de origen, la trazabilidad y las marcas están adquiriendo importancia en el mundo y Uruguay no se está quedando atrás en este sentido. Estos aspectos deben integrarse a los procesos productivos con visión de territorio, en particular los originados en el sector agroalimentario.

Los servicios ambientales no pueden reducirse a la generación de productos o servicios cuya finalidad está relacionada con la industria ambiental tradicional (servicios de saneamiento público, control de contaminación y manejo de residuos, mitigación de aspectos ambientales y tecnologías limpias), sino que existe una concepción más moderna o no tradicional de los bienes y servicios ambientales¹⁹ que es particularmente aplicable a las producciones agropecuarias. Estos servicios pueden traducirse en la generación de *bienes ambientalmente amigables* (como la madera certificada, alimentos orgánicos, etc.), en los que Uruguay y otros países de América Latina presentan ventajas comparativas respecto a los países desarrollados, que sí son competitivos en la industria ambiental tradicional. El turismo ecológico, las energías renovables o la venta de *créditos de carbono* pueden ser una oportunidad para estos países, al menos para la diversificación productiva.

Los *créditos de carbono* o certificados de reducción de emisiones de carbono consti-

tuyen potencial y realmente otro producto o servicio ambiental. En el Protocolo de Kioto (1997), ratificado recientemente, se desarrollaron medidas de flexibilización para reducir los costos de mitigación de gases de efecto invernadero en los países desarrollados (incluidos en el Anexo 1) que tienen compromisos de reducción. Entre estas medidas está el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), por el cual los países del Anexo 1 pueden compensar parte de sus emisiones en un país en desarrollo, ya sea reduciendo las emisiones en ese país o secuestrando carbono de la atmósfera, siempre que lo hagan con proyectos que promuevan el desarrollo sostenible del país huésped. Como resultado, está emergiendo un mercado global de carbono, ya sea en el régimen del Protocolo de Kioto o en otros mercados regionales (UE) o nacionales (Japón, USA, Holanda, etc.). Los créditos de carbono que se generen en los países no incluidos en el Anexo I, como es el caso de Uruguay, fundamental pero no exclusivamente en la forestación, pueden ser vendidos en esos mercados. Ésta debería ser una línea de investigación relevante: la determinación de líneas de base (*stocks* de carbono en la esfera local, coeficientes locales) y el monitoreo de los *stocks* de carbono para poder desarrollar proyectos MDL en el país. De hecho, el MGAP ya está gestionando dos proyectos de cooperación (AECI y JICA) para lograr esos objetivos; en ellos van a participar el sector público (INIA, UdelaR) y el sector privado. El INIA ya había desarrollado una línea de investigación sobre la emisión de metano por el ganado.

Dentro del ámbito de la biotecnología existen innumerables campos y productos con un enorme potencial. La producción de organismos vegetales vía la transgénesis ha tenido un primer escalón, llamado de primera generación de organismos genéticamente modificados para la producción de alimentos con objetivos similares a los de la llamada *revolución verde* (aumento de la producción y la productividad, pero a través de otros caminos tales como la resistencia a pestes y enfermedades que originó en algunos casos menor uso de agroquímicos y menores de costos de producción. Existen además otras

19 Bienes ambientales: recursos naturales tangibles (suelo, agua, etc.) usados como insumos en la producción o en el consumo final. Se gastan y transforman en el proceso.

Servicios ambientales: son las funciones ecosistémicas (relaciones entre los distintos elementos de un ecosistema) que utiliza el hombre y que indirectamente le generan utilidad. Por ejemplo, la regulación del clima es un servicio ambiental; la función ecosistémica es regular la temperatura global, precipitaciones y otros eventos climáticos locales y globales. Otro ejemplo de servicio ambiental es el paisaje que ofrece un ecosistema.

aplicaciones dentro del sector alimentario, en el que la introducción de genes apunta además a la mejora de la calidad de los productos (mayor contenido de proteína, de aminoácidos, que su consumo genere inmunidad contra alguna enfermedad, mayor período de conservación de los productos, etc.). El uso de la biotecnología en marcadores genéticos para el mejoramiento vegetal o animal constituye una herramienta fundamental para el progreso tecnológico (en cuanto a la eficiencia y/o los costos de producción, calidad, etc.). También se aplica en otras áreas, algunas de ellas desde hace bastante tiempo, como es el caso de ciertas aplicaciones medicinales (producción de vacunas, hormonas), y se está empezando a utilizar para la

mejora de la calidad ambiental, como es el caso del tratamiento biológico de efluentes y residuos industriales.

En el sector forestal uruguayo se ha promovido la certificación de manejo forestal sostenible como una forma de diferenciar el producto o directamente para acceder a mercados muy específicos de países desarrollados – que, por ejemplo, venden muebles con la certificación de que proceden de bosques manejados en forma sostenible–. En el año 2003 estaban certificados aproximadamente el 13% del área forestal (75 mil hectáreas) y el 82% de las exportaciones de madera aserrada (la aparente discrepancia entre ambos porcentajes no es tal, pues, dada la edad de los montes, Uruguay exporta una fracción ínfima de ellos).

ANEXO V.

EL CAMBIO TECNOLÓGICO EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA
(ANÁLISIS DE LA ENCUESTA DE DINACYT-INE)

1. Introducción

El objetivo del presente Anexo es investigar el comportamiento tecnológico de la industria manufacturera uruguaya a partir de la Encuesta de Innovación 1998–2000 realizada por la Dirección Nacional de Ciencia y Tecnología (Dinacyt) y el Instituto Nacional de Estadística (INE).¹ No se han realizado recientemente en Uruguay encuestas que traten sobre ese tema,² por lo que los nuevos datos disponibles son indiscutiblemente un gran aporte para la investigación sobre la industria nacional.

La Encuesta de Innovación de la Industria Manufacturera 1998–2000 realizada por la Dinacyt-INE responde conceptualmente a los criterios establecidos en los manuales Frascati³ y Oslo⁴ de la Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico (OCDE) y en el Manual de Bogotá⁵ de la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT).

Los manuales de la OCDE (Oslo y Frascati) son una base ineludible para la orientación de los trabajos en esta materia. El Manual de

Oslo adopta explícitamente el enfoque *chain-link*, que ha sido reconocido como el más adecuado para la realización de ejercicios de medición de las actividades innovadoras en América Latina. Adicionalmente, el respeto a las definiciones contenidas en Oslo y Frascati permite la comparabilidad internacional de los indicadores a construir, mientras que el Manual de Bogotá incorpora procedimientos específicos para captar las particularidades de la conducta tecnológica de las empresas y los sistemas de innovación de los países de América Latina y el Caribe.

El documento se organiza de la siguiente forma: en el apartado 2 se constata que la mayor parte de las empresas manufactureras no innovó entre 1998 y 2000, y se realizan algunas comparaciones internacionales. En el apartado 3 se analizan posibles factores asociados a la predominante conducta no innovadora de las empresas en estudio. En el apartado 4 se abordan las empresas que innovaron, caracterizándolas a través de su capacidad de innovación, y se comprueba que la mayor parte de ellas pertenece al grupo de baja capacidad. En el apartado 5 se aportan

- 1 Este anexo se basó en el documento de trabajo del Instituto de Economía (UdelaR) elaborado por Llambí y Pittaluga (2004).
- 2 Se realizaron las siguientes encuestas: CIESU (1988); Departamento de Economía (UdelaR) (1998); Departamento de Economía (UdelaR) (1990 y 1994) y Departamento de Economía (UdelaR) 1997.
- 3 OECD (1993): *Medición de las actividades científicas y tecnológicas*, Manual Frascati, 4ª ed., París.
- 4 OECD (1996): *Guide for data collection on technological innovation*, Manual de Oslo, 2ª ed., París.
- 5 H. Jaramillo, G. Lugones, M. Salazar (2000): *Normalización de indicadores de innovación de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe, Manual de Bogotá*, OEA-RICYT-Colciencias-OCT, Bogotá.

Tabla 1

Población, muestra teórica, muestra final y tasa de respuesta según tamaño de la empresa.				
TAMAÑO DE EMPRESA EN FUNCIÓN DE PERSONAL OCUPADO	POBLACIÓN	MUESTRA		TASA DE RESPUESTA
		TEÓRICA	FINAL	
Menos de 20	2.741	217	192	88%
Entre 20 y 100	694	385	360	94%
Más de 100	170	160	149	93%
Total Industria	3.605	762	701	92%

Fuente: Encuesta de innovación Dinacyt-INE.

elementos para detectar la influencia de las redes de conocimiento en los distintos grupos de firmas según su capacidad innovadora. En el apartado 6 se concluye.

Fuente de información y características de la muestra

El trabajo está basado en la Encuesta de Innovación a industrias manufactureras realizada por la Dinacyt en conjunto con el INE, para el período 1998-2000.

La muestra final está constituida por 701 empresas manufactureras, y es coincidente con la muestra que realiza el INE para la Encuesta de Actividad Económica. La tabla 1 muestra el tamaño de la población, la muestra teórica y la tasa de respuesta lograda, según el tamaño de la empresa, mientras que en la tabla 2 se observan estas variables por rama a dos dígitos agrupada de la CIU Rev. 3

2. La mayor parte de las empresas manufactureras no realiza ninguna actividad de innovación tecnológica

El primer resultado que surge con fuerza de la encuesta es que la mayor parte de las empresas manufactureras no innovó en el período 1998-2000. Al constatar los resultados tan negativos en términos de conducta innovadora de las empresas de la manufactura uruguaya, se consideró pertinente indagar cuáles factores económicos podrían estar asociados con dicho comportamiento. Esa investigación se vio evidentemente limitada por las preguntas que se realizaron en la encuesta a las empresas que declararon no realizar ninguna actividad de innovación.

Una primera puntualización que debe realizarse es que el período al que refiere la encuesta de Dinacyt corresponde, en su mayor parte, a años de seria recesión económica.

Tabla 2

Población, muestra teórica, muestra final y tasa de respuesta según rama a dos dígitos agrupada					
CÓDIGO CIU	DENOMINACIÓN	POBLACIÓN	MUESTRA		TASA DE RESPUESTA
			TEÓRICA	FINAL	
15-16	Alimentos, bebidas y tabaco	1.298	233	219	94%
17-18-19	Textiles, vestuario y productos de cuero	506	145	129	89%
20	Madera, corteza y sus obras	86	20	19	95%
21-22	Papel, pasta y cartón, edición e impresión	371	61	55	90%
23	Productos derivados del petróleo y el carbón	2	2	2	100%
24-25	Productos químicos, de caucho y de plástico	491	124	117	94%
26-27	Minerales no metálicos y metálicas básicas	125	37	34	92%
28-29-30	Máquinas y equipamientos	396	59	53	90%
31-32-33	Maquinaria y aparatos eléctricos y de óptica	99	30	25	83%
34-35	Material de transporte	33	27	25	93%
36-37	Otras industrias transformadoras	199	24	23	96%
Total industria		3.606	762	701	92%

Fuente: Encuesta de innovación Dinacyt-INE.

ca. Por tanto, surge la pregunta de en qué medida las empresas no innovadoras entre 1998 y 2000 respondieron con ese comportamiento a un entorno macroeconómico desfavorable de la economía uruguaya. Puede suponerse que un empresario no iniciará actividades innovadoras si en su horizonte temporal no percibe perspectivas de mejora económica. Si la realización de actividades de innovación está correlacionada positivamente con la fase del ciclo que atraviesa la economía, es razonable suponer que, al corresponder el período de referencia de la información al inicio de una fase recesiva, la realización de actividades de innovación en la industria manufacturera uruguaya esté negativamente influida por este aspecto.⁶

Otros factores asociados con los diferentes comportamientos tecnológicos de las em-

presas comúnmente analizados en la economía de la innovación son: a) el tamaño de la firma; b) la participación de capital extranjero; c) el principal destino de las ventas (mercado interno, Mercosur, resto del mundo); d) la pertenencia a un sector de actividad de acuerdo con la taxonomía de Pavitt modificada (TPM); y e) la pertenencia a un grupo económico.

Importó, en primer lugar saber, si el tamaño de la firma «a secas» –sin considerar la pertenencia a un sector ni los diversos comportamientos tecnológicos de las firmas grandes y pequeñas– incidió o no en la realización de actividades de innovación. Se encontró que efectivamente las empresas grandes innovan más que las pequeñas, lo cual encuentra explicación en que los costos que insumen estas actividades, así como la incer-

Cuadro 1

Actividades de Innovación en función del tamaño de la empresa		
PERSONAL OCUPADO Y FACTURACIÓN DEL AÑO 2000	ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN (% DE EMPRESAS)	
	NO REALIZÓ	REALIZÓ
Empresas Grandes Personal Ocupado (PO) de 100 y más	23	77
Empresas medianamente grandes Entre 20 y 99 PO y más de 2.7 millones de US\$ de facturación (2000)	26	74
Empresas medianamente pequeñas Entre 20 y 99 PO y hasta 2.7 millones de US\$ de facturación (2000)	40	60
Empresas pequeñas P O de menos de 20	77	23

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta de innovación Dinacyt-INE.

Cuadro 2

Actividades de Innovación en función de la TPM		
	ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN (% DE EMPRESAS)	
	NO REALIZÓ	REALIZÓ
Uso intensivo de recursos naturales	69	31
Productos tradicionales	68	32
Proveedores especializados	52	48
Uso intensivo de la escala de producción	73	27
Basados en la ciencia	24	76

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta de innovación Dinacyt-INE.

6 En la encuesta no se incluyeron preguntas relativas a este aspecto.

tidumbre sobre su grado de éxito, tienen un mayor impacto sobre la estructura de las pequeñas empresas. Los resultados para la industria manufacturera uruguaya muestran en el cuadro 1 que, en el período 1998–2000, el 23% de las empresas que ocupan más de 100 personas (grandes) no realizó actividades de innovación, pero la proporción se eleva a 77% en el caso de las firmas que ocupan menos de 20 personas (pequeñas).

Resulta de interés analizar el comportamiento innovador de las empresas manufactureras usando la TPM,⁷ que clasifica a las firmas de acuerdo con sus diversos comportamientos tecnológicos. Si se analizan los resultados en términos de esta clasificación, es posible observar en el cuadro 2 que el grupo de sectores manufactureros basados en la ciencia tuvo un comportamiento claramente

diferenciado del resto: en ese grupo el 76% de las empresas realizó actividades de innovación en el período de referencia. De este grupo, cabe destacar que, en el caso uruguayo, la mayoría de las firmas pertenece al sector farmacéutico.

La inversión extranjera directa es una vía de aporte tecnológico frecuentemente citada, entre otras razones porque las empresas transnacionales son agentes de mucho peso en la generación de tecnología a escala mundial. La realización de actividades de innovación dentro de la filial depende fuertemente de la estrategia tecnológica de la transnacional. Puede afirmarse, no obstante, que en general las actividades de mayor complejidad y costo se llevan a cabo en la casa matriz, mientras que las filiales realizan las innovaciones de adaptación al mercado local. El cuadro 3 su-

Cuadro 3

Actividades de Innovación en función del origen del capital		
	ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN (% DE EMPRESAS)	
	NO REALIZÓ	REALIZÓ
Empresas sin participación de capital extranjero	68	32
Empresas con participación de capital extranjero	41	59

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta de innovación Dinacyt-INE.

Cuadro 4

Actividades de innovación en función de principal destino de las ventas			
	ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN (% DE EMPRESAS)		
	NO REALIZÓ	REALIZÓ	TOTAL
MERCADO INTERNO			
Proporción de empresas	66	34	100
MERCOSUR			
Proporción de empresas	34	66	100
RESTO DEL MUNDO			
Proporción de empresas	32	68	100

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta de innovación Dinacyt-INE.

7 Véase el recuadro 4 del capítulo II sobre la taxonomía de Pavitt modificada.

giere que existe una relación entre la participación de capital extranjero en la empresa y la realización de actividades de innovación. En otras palabras, el hecho de estar de esa manera conectadas con el exterior parece incidir sobre la conducta tecnológica de las empresas. Debe recordarse, además, que las actividades de innovación incluyen tanto las internas como externas a las firmas instaladas en el país, por lo que, si una filial recibe conocimientos tecnológicos de la casa matriz, éstos figurarían como una actividad de innovación (I+D externa, incorporación de bienes de capital y de informática, transferencia de tecnología).

Otro factor asociado con la conducta tecnológica de una firma que puede analizarse a través de los datos de la encuesta es el principal destino de las ventas. Es lógico suponer que las empresas cuyo principal mercado es el interno tendrán menor propensión a innovar que las que exportan al Mercosur y al resto del mundo. Eso mismo se comprueba en el cuadro 4, aunque la propensión a innovar de las que tienen su mayor mercado en el Mercosur no se diferencia mayormente de las que lo tienen en el resto del mundo.

Finalmente, la pertenencia a un grupo económico podría también ser una variable que afecte positivamente la conducta innovadora de las empresas. Según se desprende del cuadro 5, la proporción de empresas que realizaron actividades de innovación es mayor entre las que pertenecen a un grupo económico que entre aquellas que no.

Por medio de un modelo de variable dependiente cualitativa (*logit*) se estudió la asociación que tienen los factores analizados sobre los diferentes comportamientos tecnológicos de las empresas industriales uruguayas.

Más específicamente, se intentó relacionar las características de la firma con la variable *realización de al menos una actividad de innovación*. La principal conclusión a la que se arriba es que las variables que tienen significación en la probabilidad de realizar actividades de innovación son las correspondientes al *tamaño de la firma* y a *su pertenencia sectorial*.⁸ Cabe subrayar que ni la pertenencia a un grupo económico, ni la participación de capital extranjero, ni tampoco una orientación predominantemente exportadora incide en la probabilidad de innovar cuando se controla por los demás factores incluidos en el modelo.⁹

La incidencia del tamaño de la firma en la realización de actividades innovadoras, tal como se ha expresado, está relacionada con los costos involucrados en estas actividades y los riesgos asociados a la innovación, lo cual determina que en las empresas más pequeñas se haga más dificultosa la realización de este tipo de actividades. La probabilidad de innovar no difiere significativamente entre las empresas grandes, medianas-grandes y medianas-pequeñas, pero sí entre las pequeñas y el resto de las empresas manufactureras.¹⁰ Este resultado apunta a que parecería existir un umbral de tamaño que incide sobre las decisiones de las firmas en cuanto a realizar o no actividades innovadoras.

Con respecto a la pertenencia sectorial, la probabilidad de innovar resultó superior en el sector basado en la ciencia (básicamente la industria farmacéutica) que en el resto de los sectores. Ello indicaría una diferenciación significativa de este grupo respecto del resto, en cuanto a las variables tomadas en cuenta para construir la TPM (oportunidades tecnológicas, fuentes de tecnología, exigencias de los clientes y condiciones de apro-

8 El modelo estimado para la decisión de realizar al menos una actividad de innovación fue el que sigue:

$$\text{Probabilidad (la empresa realiza al menos una actividad de innovación = Sí/No)} = \frac{e^X}{1+e^X}$$

donde

$$X = -1.454261 + 2.11522^* \text{ empresa grande} + 1.938298^* \text{ empresa mediana-grande} + 1.558194^* \text{ empresa mediana-chica} + 0.9992367^* \text{ principal mercado Mercosur} + 0.8922243^* \text{ principal mercado Resto del mundo} - 0.0379008^* \text{ tiene participación de capital extranjero} + 0.4127304^* \text{ integra grupo económico} + 0.1756024^* \text{ pertenece al sector intensivo en recursos naturales} + 1.161571^* \text{ pertenece al sector de proveedores especializados} - 0.2291182^* \text{ pertenece al sector de proveedores especializados} + 1.603584^* \text{ Pertenencia al sector basado en la ciencia.}$$

9 Es importante señalar que los resultados encontrados no se invalidan por la existencia de correlación entre las variables consideradas en el modelo, dado que los coeficientes de correlación en ningún caso presentan valores altos.

10 Se estimaron otros modelos omitiendo en cada caso a las empresas grandes, medianas-grandes y medianas-pequeñas. Los coeficientes estimados para las relaciones entre ellas no resultaron significativos en ningún caso.

Cuadro 5

Actividades de innovación en función de la pertenencia a un grupo económico		
	ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN (% DE EMPRESAS)	
	NO REALIZÓ	REALIZÓ
Empresas que pertenecen a un grupo económico	46	54
Empresas que no pertenecen a un grupo económico	69	31

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta de innovación Dinacyt-INE.

piabilidad de los resultados de la innovación), que redundaría en una mayor probabilidad de realización de actividades de innovación.

3. Entre las empresas que realizaron alguna actividad tecnológica, predominan las de baja capacidad de innovación

Entre las firmas que realizaron actividades innovadoras, la incorporación de bienes de capital fue el tipo de actividad más frecuente. Fue de menor importancia la realización de actividades que implican un mayor grado de involucramiento en la generación o adaptación y gestión de conocimiento, tales como actividades de I+D, de ingeniería y diseño o de gestión. Asimismo, entre las firmas que realizan actividades de I+D predomina la dedicación parcial de los profesionales involucrados, lo que da cuenta del grado de informalidad del desarrollo de este tipo de actividades en la industria manufacturera uruguaya.

Recuadro I

Indicador de capacidad de innovación

Las variables consideradas fueron: 1) la capacitación del personal; 2) el desarrollo de actividades de I+D; 3) el grado de exclusividad de los profesionales dedicados a actividades de investigación y desarrollo; 4) la utilización de capacidades profesionales y técnicas externas e internas a la empresa y la innovación en gestión; 5) la inversión en bienes de capital, *hardware* y *software*; 6) la obtención de certificaciones de calidad en producto y/o proceso; 7) las interacciones con otros agentes para desarrollar actividades innovadoras, y 8) el peso de los productos tecnológicamente nuevos o significativamente mejorados en la facturación de 2000.

Mediante el análisis estadístico de clúster¹¹ se agruparon a las empresas que realizaron al menos una actividad de innovación en el período de referencia (33% de las firmas manufactureras), en función de los aspectos que componen su capacidad de innovar. Para ello se construyó un *indicador de capacidad de innovación (ICI)*.¹²

A partir del agrupamiento de las firmas manufactureras a través de las dimensiones del *indicador de capacidad de innovación*, se identificaron tres grupos de empresas (véase el cuadro 6). El primer grupo se denominó de baja capacidad de innovación, pues es el que presenta un valor del ICI por debajo del promedio del total de empresas. Los otros dos tienen un ICI mayor que el promedio y se diferencian en que asignan una prioridad diferente a la innovación de producto y de proceso. El resultado más significativo es que el 73% de las empresas corresponde a la agrupación de *baja capacidad de innovación* (grupo 1). A su vez, 23,5% se incluye en la agrupación de *capacidad de innovación alta que privilegia la obtención de resultados en producto* (grupo 2), mientras que solamente 3,4% se encuadra en la agrupación denominada de *alta capacidad de innovación que prioriza resultados en proceso* (grupo 3).

El grupo de bajo ICI (grupo 1) se caracteriza por presentar un porcentaje de firmas que realiza actividades de I+D sustancialmente inferior al de los dos grupos restantes (21%), que tuvieron un menor grado de alcance de las actividades innovadoras y que en promedio mostraron menos articulaciones con otros agentes del SNI en el marco de sus actividades de innovación. Asimismo, en promedio realizaron menores esfuerzos en capacitación del personal y en actividades vinculadas a transferencia de tecnología y consultoría, diseño o gestión. En el ámbito de bienes de capital, *hardware* y *software*, aun cuando la proporción de firmas que realizaron actividades de innovación es inferior a los dos grupos restantes, las diferencias son menores que en las demás dimensiones. Ello es así dado que la inversión en bienes de capital fue relativamente generalizada entre las empresas que innovaron. Los ámbitos en que este grupo se asemeja o incluso supera a alguno de los dos

11 Dicha metodología permite clasificar objetos (en este caso, empresas) según su «proximidad» en cuanto a las distintas variables incluidas en el análisis. El objetivo del análisis de clúster es identificar grupos homogéneos o conglomerados, sin que sea necesario determinar a priori la cantidad de grupos a formar.

12 Inspirado en el de Yoguel y Boscherini (1996a).

Cuadro 6

Agrupaciones de firmas que realizaron actividades de innovación				
	ICI BAJO	ICI ALTO QUE PRIORIZA LA INNOVACIÓN DE PRODUCTO	ICI ALTO QUE PRIORIZA LA INNOVACIÓN DE PROCESOS	TODOS LOS GRUPOS
Valor del Indicador de capacidad innovativa (ici)	93	123	138	100
Porcentaje de empresas dentro de cada grupo	73,2	23,5	3,4	100
VARIABLES QUE COMPONEN EL ICI				
Porcentaje de empresas que realizó actividades de I+D dentro de cada grupo	20,9	99,6	94,7	41,9
Porcentaje de profesionales que trabaja en I+D sobre el personal total en I+D	7,4	40,6	64,9	17,2
Porcentaje de profesionales con dedicación exclusiva en I+D sobre el personal en I + D	0	1,5	57,8	2,4
Porcentaje de empresas que incorporó bienes de capital, hardware o software dentro de cada grupo	74	88,6	90	78
Porcentaje de empresas que realizó actividades de capacitación dentro de cada grupo	36,1	71,8	61	45,3
Porcentaje de empresas que realizó transferencia de tecnología, consultoría, diseño o gestión dentro de cada grupo	47,2	80,3	72,1	55,8
Porcentaje de empresas que posee certificación en calidad (de producto y/o proceso)	7,9	8,1	20,7	8,4
• Con certificación en productos	6,3	3,5	10,5	5,8
• Con certificación en procesos	4,7	6,9	15,3	5,6
Cantidad promedio de agentes con que se vincularon las empresas de cada grupo	1	3	2	2
Peso promedio de productos nuevos en la facturación	32,8	46,5	24,4	35,7
Cantidad promedio de áreas en que realizaron innovaciones	2,2	3,7	3,4	2,6
OTRAS VARIABLES DE INTERÉS				
Porcentaje de empresas que solicitó y/o obtuvo patentes	5,2	4,1	5,2	5
Porcentaje de empresas que asignaron alta importancia al impacto de las innovaciones sobre el producto ⁽¹⁾	47,3	84,6	56,6	56,3
Porcentaje de empresas que asignaron alta importancia al impacto de las innovaciones sobre el mercado ⁽²⁾	50,1	62,6	64,7	53,6
Porcentaje de empresas que asignaron alta importancia al impacto de las innovaciones sobre los procesos ⁽³⁾	46,8	53,5	62	48,9
Porcentaje de empresas que asignaron alta importancia al impacto de las innovaciones sobre otros aspectos ⁽⁴⁾	18,1	53,1	46,9	27,3

(1) Incluye mejoramiento de calidad y/o ampliación de la gama de productos / (2) Incluye mantener, ampliar y/o abrir nuevos mercados / (3) Incluye aumento de capacidad productiva y/o flexibilización de la producción y/o reducción de costos de Mano de obra y/o reducción del consumo de materias primas e insumos y/o reducción del consumo de energía / (4) Incluye mejoramiento de impacto sobre ambiente, salud o seguridad y/o haber alcanzado standards o regulaciones nacionales o internacionales.

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta de innovación INE-Dinacyt

restantes son el de certificación de calidad y el de resultados de las actividades innovadoras, medido por el peso de los productos nuevos en las ventas internas o al exterior.

En el otro extremo, el grupo 3, que aglomera tan solo al 3,4% de las firmas, es el que presenta el mayor valor del ICI y se caracteriza no solamente por la elevada proporción de firmas que realizan actividades de I+D (aspecto que comparte con el grupo 2), sino fundamentalmente por la mayor proporción media de profesionales dedicados a esas actividades, así como también por un grado de exclusividad de la dedicación significativamente mayor. Asimismo, la proporción de firmas del grupo que obtuvo certificaciones de calidad es significativamente superior a la de los dos restantes.

Finalmente, el grupo 2, que incluye al 23,5% de las firmas manufactureras, puede catalogarse como de alta capacidad innovadora y prioriza los resultados de la innovación en los productos. Una diferencia fundamental de este grupo respecto al 3 es el porcentaje promedio de productos novedosos en las ventas de las empresas. Se caracteriza además por ser el de mejores resultados en términos de este indicador, así como también por presentar un mayor grado de alcance de las actividades de innovación (un promedio de 3,7 áreas en que se realizaron innovaciones). También es el grupo en que se realizaron mayores esfuerzos en capacitación y en utilización de capacidades internas o externas a la empresa y gestión en el marco de actividades de innovación. A su vez, las empresas de este grupo realizaron más intercambios con otros agentes económicos con vistas a la innovación.

4. Las redes de conocimiento influyen sobre la diferente capacidad innovadora de las empresas

A los efectos de evaluar si la pertenencia a redes de conocimiento influye en conductas diferentes en términos del desarrollo de actividades de innovación en el caso de la industria manufacturera uruguaya, se analizaron

algunas variables que constituyen elementos *proxy* de la presencia de redes de conocimiento en los tres grupos de diferente capacidad innovadora antes detallados.¹³

El conjunto de variables consideradas para la aproximación a redes de conocimiento fueron las siguientes:

1. *Fuente de financiamiento de las actividades de innovación.* Se construyó una tipología para diferenciar los siguientes casos en cuanto a la principal fuente de financiamiento: a) autofinanciamiento (reversión de utilidades, aportes de socios); b) financiadas por el grupo nacional o internacional al que pertenecen (empresas relacionadas, casa matriz); c) financiadas por una cuasi-red privada (clientes, proveedores, otras empresas); d) financiamiento cuasi-público (sector público, cooperación internacional), y v) sistema financiero.
2. *Tipología de vínculos con otros agentes.* Se procura diferenciar: a) los de escasa vinculación; b) aquéllos en los que predomina la conexión con agentes del sector privado, básicamente clientes, proveedores, otras empresas; c) los centrados en institutos de base académica (universidades, centros de formación técnica, agencias de promoción de ciencia y tecnología), y d) los que combinan las alternativas b y c.
3. *Objeto temático de la vinculación con otros agentes.* Se procura diferenciar el carácter unilateral o bilateral de las articulaciones con otros agentes, utilizando para ello la variable analizada en el apartado anterior. Por *relación bilateral* se entienden aquellas vinculaciones que tuvieron por objeto asesorías en cambio organizacional, diseño o I+D. Las relaciones que tuvieron por objeto solicitud de financiamiento, información, capacitación, ensayos o asistencia técnica se consideran de carácter unilateral.
4. *Fuentes de información para las actividades de innovación.* Se procuró construir una tipología de empresas que diferencie según el grado de autocentrismo en la búsqueda de información para el desarrollo de actividades de innovación, con base en las siguientes categorías: a) empresas en las que las únicas fuentes relevantes son las internas a la empresa y/o al grupo al que

13 Las variables y categorías utilizadas son parte de las recomendadas por Yoguel y Fuchs (2003), adaptadas con base en la información disponible en la encuesta de Dinacyt-INE.

ésta pertenece; b) las que utilizan básicamente información de clientes, competidores o proveedores; c) las que además utilizan información de centros de investigación y consultores; d) las que se basan en elementos codificados (revistas, catálogos, ferias, etc.).

En cuanto a la fuente de financiamiento, se observa que las empresas en su mayoría autofinancian sus actividades de innovación, en todos los grupos considerados. Existe una leve diferencia en el grupo 2, donde comparten una importancia similar como principal fuente de financiamiento el autofinanciamiento y el proveniente del sistema financiero. El financiamiento proveniente en forma principal de una red (con agentes privados o públicos) es absolutamente marginal en los grupos 1 y 2, y algo más importante en el grupo 3 (véase el cuadro 7).

Con respecto al tipo de vínculos con otros agentes, se observa una significativa presencia de las conexiones privadas (con clientes, proveedores, etc.) en todos los grupos, si bien existen diferencias entre ellos en cuanto a su grado de importancia. La mayor importancia de las conexiones privadas se da en las empresas del grupo de alto ICI que prioriza los resultados en los productos (grupo 2): el porcentaje de empresas que se relacionan con esos agentes llega a 97% si se suman las de conexión exclusivamente privada y las de tipo mixto (privada y con centros de base académica).

Por otra parte, en los grupos de alta capacidad innovadora (2 y 3) predominan los vínculos de tipo mixto, y se diferencian por la presencia mayor de vínculos centrados en institutos de base académica en el grupo 3. Esto último podría estar vinculado a la mayor importancia de las actividades de I+D en este grupo, especialmente por la dedicación exclusiva de personal calificado a estas actividades. En tanto, en el grupo de baja capacidad innovadora es donde se revela una mayor proporción de firmas con escasa conexión y donde predomina la conexión solamente de tipo privado (40% de las firmas).

En cuanto al objeto temático por el que se establecen vínculos con otros agentes, se observa que la mayor proporción de empre-

sas que establecen vínculos de tipo bilateral –las que tuvieron por objeto asesorías en cambio organizacional, diseño o I+D– se da en el grupo de alta capacidad de innovación que prioriza los resultados en los productos (grupo 2). En el grupo 3 (alta capacidad de innovación y prioridad de los resultados en los procesos) se observa un porcentaje algo menor de firmas que establecen este tipo de relaciones, mientras que en el grupo de baja capacidad innovadora la proporción de firmas que establece vínculos bidireccionales resulta claramente inferior.

En cuanto a la principal fuente de información, en el grupo de baja capacidad de innovación se observa una proporción de firmas que se basan en fuentes internas o elementos codificados mayor que el promedio. En el grupo 2 predomina la utilización de las fuentes basadas en clientes, competidores y proveedores, mientras que en el grupo 3 cobran mayor importancia las fuentes basadas en centros de base académica.

En suma, existiría cierta asociación positiva entre capacidad de innovación y pertenencia a redes de conocimiento. Las firmas de baja capacidad innovadora son las que entablan menores vínculos con otros agentes, y fundamentalmente establecen conexiones de tipo privado, de carácter unidireccional. A su vez, presentan un mayor grado de autocentrismo en la búsqueda de fuentes de información, dado que en este grupo están sobrerrepresentadas las empresas que utilizan como principal fuente de información las internas a la empresa y las basadas en elementos codificados. Por su parte, las firmas de alta capacidad de innovación que priorizan resultados en productos se caracterizan por la mayor importancia de las articulaciones, fundamentalmente mixtas o privadas, lo que va en línea con la mayor importancia relativa de las fuentes de información basadas en clientes, competidores o proveedores y el carácter bilateral de las articulaciones con otros agentes para la mayoría de las empresas del grupo. Finalmente las empresas del grupo 3 se diferencian de las del grupo 2 por la mayor importancia relativa del financiamiento basado en redes con agentes privados y públicos y la menor importancia del proveniente del sistema finan-

Cuadro 7

Composición de las agrupaciones de empresas que realizaron actividades de innovación según variables <i>proxy</i> de redes de conocimientos				
	ICI BAJO	ICI ALTO QUE PRIORIZA RESULTADOS EN PRODUCTO	ICI ALTO QUE PRIORIZA RESULTADOS EN PROCESO	TOTALES
PRINCIPAL FUENTE DE FINANCIAMIENTO				
Autofinanciamiento	63,9	50,2	63,4	60,7
Grupo nacional o internacional al que pertenecen	0,8	0,4	7,3	0,9
Cuasi-red privada	1,0	2,2	7,3	1,5
Cuasi público	3,2	0,7	2,4	2,6
Sistema financiero	28,0	46,2	19,5	32,0
Desconocida	3,0	0,4		2,3
Total	100	100	100	100
TIPOLOGÍA DE VÍNCULOS				
De escasa conexión	23,7	1,8	10,0	18,0
Conexión privada	40,4	36,6	17,5	38,7
Conexión con institutos de base académica	12,3	1,1	10,0	9,6
Conexiones mixtas	23,6	60,5	62,5	33,6
Total	100	100	100	100
TIPOLOGÍA DE FUENTE DE INFORMACIÓN				
Basadas en fuentes internas de la empresa	13,1	0,7	4,9	9,9
Basadas en clientes, competidores o proveedores	42,5	54,0	31,7	44,8
Basadas en centros de investigación o consultores	29,5	43,5	61,0	33,8
Basadas en elementos codificados	14,9	1,8	2,4	11,4
Total	100	100	100	100
OBJETO DE VÍNCULOS				
Porcentaje de empresas con relaciones de tipo bilateral	24,2	51,7	41,1	31,3

ciero; una importancia mayor de los vínculos con institutos de base académica, ya sea como agentes con los que interactúan en el marco del desarrollo de actividades innovadoras o bien como fuentes de información para la realización de dichas actividades.

5. Síntesis y conclusiones

Dos conclusiones principales se extraen del presente Anexo: la industria manufacturera uruguaya se caracterizó por una muy baja proporción de firmas (33%) que realizaron al

menos una actividad de innovación en el período 1998–2000; y, de las que innovaron, 73% tiene una capacidad innovadora baja. Puede decirse, pues, que la innovación estuvo prácticamente ausente en la industria uruguaya del período 1998–2000.

La preponderancia de una conducta no innovadora de las empresas estuvo sin duda influida porque en el período de referencia de la encuesta se iniciaba una fase recesiva del ciclo de la economía uruguaya. Otros factores asociados con dicho comportamiento son el predominio de las pequeñas empresas en la industria, cuyo tamaño genera condi-

ciones desfavorables para la innovación, y la especialización de la manufactura en sectores de actividad poco propensos a la innovación.

Se constató que la realización y el alcance de actividades de innovación se asocian positivamente con el tamaño de las empresas y el entorno tecnológico del sector al que pertenece la firma. En este último sentido, el grupo de sectores manufactureros basados en la ciencia (en Uruguay básicamente sector farmacéutico) tuvo una mayor conducta innovadora para todos los tramos de tamaño de firmas, lo cual reafirma el carácter claramente diferenciado de este grupo.

Las empresas manufactureras que llevaron a cabo actividades innovadoras se vincularon para ello con otros agentes, especialmente con proveedores, con centros de investigación y con otras empresas. No obstante, el tipo de vinculación predominante es de carácter unilateral, en detrimento de un tipo de articulación que implica en mayor medida la ejecución de acciones conjuntas y la existencia de mecanismos de cooperación que exigen un mayor grado de involucramiento de las firmas. Se constató asimismo que la realización de intercambios con empresas o instituciones está asociada positivamente con la existencia de personal calificado en actividades de I+D, lo cual indicaría que la existencia de una estructura de personal calificado en estas actividades tiende a facilitar la articulación de la empresa con su entorno.

El agrupamiento de firmas basado en los distintos aspectos que componen la capacidad de innovación arrojó como resultado que la inmensa mayoría de las empresas manufac-

tureras que realizaron actividades de innovación se encuadra en un grupo que puede catalogarse como de baja capacidad innovadora (grupo 1). El grupo 2, que agrupa a casi la cuarta parte de las firmas manufactureras que realizaron actividades de innovación, puede catalogarse como de alta capacidad innovadora que prioriza la innovación de producto. Finalmente, se identificó un pequeño grupo de firmas que puede catalogarse como de alta capacidad innovadora que prioriza la innovación en procesos. Asimismo, parece existir cierta asociación positiva entre capacidad de innovación y pertenencia a redes de conocimiento.

Por último, existiría una asociación positiva entre capacidad innovadora y la pertenencia a redes de conocimiento. Se constató que las firmas de baja capacidad de innovación son las que establecen menores vínculos con otros agentes. Por su parte, las firmas de alta capacidad innovadora que priorizan resultados en producto se caracterizan por la mayor importancia de las articulaciones, fundamentalmente mixtas o privadas, la mayor importancia relativa de las fuentes de información basadas en clientes, competidores o proveedores, y el carácter bilateral de las articulaciones con otros agentes para la mayoría de las empresas del grupo. Las empresas del grupo 3 se diferencian de las del 2 por la mayor importancia relativa de los vínculos con institutos de base académica, sea como agentes con los que interactúan en el marco del desarrollo de actividades de innovación, sea como fuentes de información para la realización de dichas actividades.