

# IMPACTO DEL APOYO PÚBLICO A LA I+D Y LA INNOVACIÓN

Abraham GARCÍA

Joint Research Center-Institute for Perspective Technological Studies y UNU-MERIT

Pierre MOHNEN

UNU-MERIT, Universidad de Maastricht y CIRANO

## Resumen

En este trabajo se evalúa si el apoyo público a la innovación del Gobierno central o de la Unión Europea impulsa la innovación en las empresas austriacas. El efecto se estima por separado sobre los gastos de I+D y los resultados de la innovación, medidos por la cuota de las ventas totales debida a productos nuevos o sustancialmente modificados. Se distingue también entre los productos nuevos para la empresa y nuevos para el mercado. El análisis se basa en los microdatos de la tercera ola de la *Encuesta comunitaria de innovación*, CIS3, que abarca los años 1998-2000. La efectividad se calcula mediante un modelo estructural que explica los determinantes de varias fuentes de apoyo público y sus efectos sobre la I+D y los resultados de la innovación. Recibir apoyo del Gobierno central aumenta la intensidad de I+D en 2,3 puntos porcentuales. El apoyo de la Unión Europea nunca es significativo una vez que se tiene en cuenta el apoyo nacional.

*Palabras clave:* apoyo público, encuestas de innovación, Austria.

## Abstract

This paper evaluates whether public support from innovation from the central government or the European Union spurs innovation in Austrian firms. The effect is estimated separately on R&D expenditures and the output side of innovation, measured by the share of total sales due to new or substantially modified products. A distinction is also made between products new to the firm and products new to the market. The analysis is based on the micro data from the third wave of Community Innovation Survey, CIS3, covering the years 1998-2000. The effectiveness is estimated using a structural model explaining the determinants of various sources of government support and their effects on R&D and innovation output. Receiving central government support increases the intensity of R&D by 2.3 percentage points. EU support is never significant once national support is taken into account.

*Key words:* government support, innovation surveys, Austria.

*JEL classification:* L52, O31.

## I. INTRODUCCIÓN (\*)

ESTE trabajo trata de cuantificar el efecto del apoyo público a la innovación sobre los *inputs* y *outputs* de la innovación en Austria. La innovación por el lado de los *inputs* viene medida por la intensidad de los gastos en I+D (1). La innovación por el lado de los *outputs*, o resultados, se mide mediante la cuota de ventas totales debida a productos innovadores, es decir, productos nuevos o sustancialmente modificados. Por otra parte, el porcentaje de ventas debido a nuevos productos se refiere a nuevos productos tanto para la empresa como para el mercado. Los primeros incluyen verdaderas innovaciones e imitaciones y los últimos solamente verdaderas innovaciones. Se examinarán ambas dimensiones de novedad.

El objetivo es evaluar cómo la intervención del Gobierno afecta a la innovación; en otras palabras, averiguar si las empresas que reciben apoyo público se comportan mejor que aquellas que no reciben ninguna financiación pública para la innovación. La ayuda pública puede estar relacionada tanto con los gastos en I+D como con las deducciones fiscales a

la I+D, aunque también puede aparecer para apoyar otras actividades de innovación, tales como la promoción de nuevos productos y el apoyo informal en la introducción de nuevos productos. No es posible distinguir los incentivos fiscales de las medidas directas de ayuda pública. Sin embargo podemos examinar la eficacia relativa del apoyo público nacional frente al de la Unión Europea (UE).

El presente análisis se basa en microdatos de la tercera ola de la *Encuesta comunitaria de Innovación* (*Community Innovation Survey*, CIS3) y cubre los años 1998-2000. Los microdatos son mucho más ricos en contenido e información que los macrodatos: arrojan información tanto de innovadores como de no innovadores, y se caracterizan por mostrar una heterogeneidad sustancial no sólo entre países, sino también entre empresas. Desafortunadamente, contamos con información del apoyo público a la innovación sólo en el caso de empresas que han declarado de un modo u otro ser innovadoras siguiendo los criterios del *Manual de Oslo* (OECD, 1992 y 1996). No corregimos este sesgo potencial de selección, sino que, en vez de ello, condicionamos el análisis a empresas innovadoras. De ellas queremos co-

nocer si el apoyo público nacional o de la UE es más efectivo, para qué tipo de innovación y de qué modo, directamente o estimulando la I+D. En Austria los incentivos fiscales se aplican únicamente para determinados gastos, principalmente para los que son considerados valiosos para la economía (ver Hutschenreiter, 2002). Por tanto, es preciso tener en cuenta la existencia de endogeneidad en el apoyo público a la innovación. También se permitirá la endogeneidad en la investigación y desarrollo (I+D).

El resto del trabajo se organiza como sigue: el apartado II presenta los datos y describe la importancia relativa de las diversas fuentes de financiación de la innovación en Austria; el III introduce los métodos econométricos utilizados para inferir el impacto de la financiación a la innovación y las razones que motivan el uso de estos métodos; el IV presenta y discute los resultados de la estimación, y el V se dedica a las conclusiones.

## II. DATOS

El análisis se basa en microdatos de la tercera *Encuesta comunitaria de innovación Community Innovation Survey (CIS3)* en Austria, cubriendo los años 1998-2000. La encuesta CIS reúne información sobre los resultados de la innovación y la I+D, al menos para aquellas empresas que son innovadoras, y también pregunta a los encuestados si han recibido apoyo público para la innovación de fuentes locales, regionales, nacionales o de la Unión Europea.

### 1. Frecuencia de innovación en Austria en 1998-2000

Tras algunas preguntas de identificación, los encuestados han de responder a cuatro cuestiones principales: 1) ¿Ha introducido su empresa en el mercado pro-

ductos nuevos o sustancialmente mejorados en el periodo 1998-2000? 2) ¿Ha introducido su empresa procesos nuevos o sustancialmente mejorados en el periodo 1998-2000? 3) ¿Tenía su empresa a finales de 2000 alguna actividad de innovación en curso (incluyendo cualquier gasto en I+D)? 4) ¿Dejó de hacer su empresa actividades de innovación en el periodo 1998-2000?

Un primer modo de caracterizar a los innovadores es considerar como tales a aquellos que han respondido «sí» a cualquiera de las cuatro preguntas. Según la encuesta CIS, aquellos que han respondido «no» a las cuatro preguntas son considerados como no innovadores, y no tienen que responder al resto de las preguntas de la encuesta. Por tanto, sólo tenemos una información bastante escasa sobre los no innovadores, y por ello nos limitamos solamente a los innovadores. También podemos ser más precisos y considerar distintos tipos de innovadores: son innovadores de producto los que han respondido afirmativamente a la primera pregunta, innovadores de proceso los que han respondido afirmativamente a la segunda, e innovadores potenciales los que tienen actividades de innovación en curso, pero no terminadas, y aquellos que no han tenido éxito en las actividades de innovación en el marco temporal de los tres años considerados. Más aún, entre los innovadores de producto podemos distinguir entre innovadores con productos nuevos para la empresa, pero no para el mercado, que pueden asemejarse a los imitadores, y aquellos con productos nuevos para el mercado, que pueden considerarse como verdaderos innovadores.

Después de llevar a cabo una limpieza de la base de datos (2), nos quedaremos con 1.287 observaciones, de las que el 42 por 100 se declaran a sí mismas como innovadoras. Éstas formarán nuestra muestra de trabajo. Entre ellas, el 77 por 100 son innovadores de producto que ofrecen nuevos productos para la empresa; una menor proporción, el 35 por 100, inventaron nuevos productos para el

CUADRO N.º 1

#### DISTRIBUCIÓN SEGÚN TIPO DE INNOVADOR EN AUSTRIA, 1998-2000

	Número de observaciones	Porcentajes con respecto a todas las empresas	Porcentajes con respecto a las empresas innovadoras
Total .....	1.287	100	
Innovadores .....	546	42	100
Innovadores de productos nuevos para la empresa .....	418	32	77
Innovadores de productos nuevos para el mercado .....	190	15	35
Innovadores de proceso .....	346	27	63
Actividades de innovación en curso .....	409	32	75
Actividades de innovación abandonadas .....	63	5	12

mercado, el 63 por 100 obtuvieron nuevos procesos; el 75 por 100 abandonaron su actividad innovadora o aun no han hecho tangibles sus innovaciones, y el 12 por 100 tuvo que abandonar algún proyecto de innovación (ver cuadro n.º 1). Por supuesto, una empresa puede pertenecer a varios grupos de innovadores. Casi la mitad de los innovadores austriacos son innovadores tanto de proceso como de producto, y muchos innovadores de éxito del periodo 1998-2000 tienen actividades de innovación en curso y pueden obtener nuevos productos o procesos en el futuro. El resto de nuestro análisis se centrará en los innovadores de producto, porque el conjunto de datos de la CIS3 contiene datos cuantitativos sobre las ventas innovadoras solamente para este grupo.

## 2. Distribución de las diferentes fuentes de apoyo público a la innovación

En el conjunto de datos de la CIS3, se les pregunta a las empresas sobre las cuatro fuentes de apoyo público a la innovación: del Gobierno local y regional, del Gobierno central, de la UE y, en concreto, del IV y el V Programas Marco (PM) para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico. El Gobierno central, que incluye a las agencias que trabajan para él, es la fuente más citada de apoyo público a la innovación, seguida del Gobierno local, la UE y los programas marco, ya sea en el caso de los innovadores, los que realizan la I+D o los innovadores de productos nuevos para la empresa o para el mercado. Al igual que antes, una empresa puede recibir varias clases de apoyo público.

Al comparar las fuentes de financiación entre los innovadores, los que hacen la I+D y los dos tipos de innovadores de producto, se comprueba que las empresas que realizan I+D tienen más probabilidad de obtener apoyo para la innovación que todos los in-

novadores juntos (ver cuadro n.º 2). Así, el apoyo a la innovación está más concentrado en el lado de los *inputs* que en el de los *outputs* de ésta. También es destacable que los innovadores de productos nuevos para el mercado tienen más probabilidad de recibir apoyo público de cualquier clase que los innovadores de productos nuevos para la empresa.

## III. METODOLOGÍA

La cuestión a analizar es si el apoyo público a la innovación desde sus distintas fuentes afecta a la actividad innovadora. ¿Son más innovadoras las empresas que reciben apoyo público que las que no lo reciben? ¿Es el apoyo público más eficaz según el tipo de innovación? En concreto, ¿afecta la intervención pública a los *inputs* y/o los *outputs* de la innovación? ¿Hay notables diferencias en cuanto a la eficacia entre el apoyo a la innovación nacional y el de la UE? Estas son las cuestiones que abordaremos.

### 1. Modelo econométrico

Para este análisis, no es suficiente comparar las medias de las variables respectivas en el caso de empresas con apoyo y sin apoyo, sino que debemos controlar por otras variables que pueden haber cambiado, y afectado a, la actividad innovadora. Además, las variables de apoyo en sí mismas pueden ser endógenas, es decir, que puede haber una atribución sistemática de la financiación pública a la innovación relacionada con cuestiones tales como el tamaño de la empresa, éxitos pasados y promesa de éxitos futuros revelada en la cartera de patentes.

Debido a que en el cuestionario de la CIS3 se pregunta sólo a los innovadores sobre los orígenes de la financiación pública, únicamente podemos comparar las medias de la innovación entre innovadores

CUADRO N.º 2

#### DISTRIBUCIÓN DEL APOYO PÚBLICO ENTRE INNOVADORES, AUSTRIA, 1998-2000

	TODOS LOS INNOVADORES		EMPRESAS QUE HACEN I+D		INNOVADORES DE PRODUCTOS NUEVOS PARA LA EMPRESA		INNOVADORES DE PRODUCTOS NUEVOS PARA EL MERCADO	
	Observaciones	Porcentaje	Observaciones	Porcentaje	Observaciones	Porcentaje	Observaciones	Porcentaje
Financiación del Gobierno local.....	113	20,7	78	25,8	89	21,3	56	29,5
Financiación del Gobierno central .....	172	31,5	150	49,7	145	34,7	91	47,9
Financiación de la UE.....	64	11,7	51	16,9	51	12,2	32	16,8
IV y V PM .....	46	8,4	40	13,2	39	9,3	22	11,6

de cierto tipo. Esto nos deja con muy pocas observaciones para proceder al ajuste de un estimador de emparejamiento (*matching*) donde cada empresa que recibe apoyo se hace corresponder con una empresa similar que no lo recibe, y donde el parecido viene definido en términos de variables como tamaño, pertenencia a un sector productivo o red (ejemplos de este enfoque en un contexto similar se pueden encontrar en Aerts y Czarnitzki, 2004; Czarnitzki, Hanel y Rosa, 2004; Czarnitzki y Licht, 2006; Bérubé y Mohnen, 2009). Por tanto nos inclinamos por un modelo estructural de la endogeneidad de la innovación y del apoyo público a ésta.

Planteamos un modelo donde el apoyo público, las ventas asociadas a la I+D y la innovación son endógenas. El modelo se compone de cuatro ecuaciones. Las dos primeras explican los determinantes del apoyo público a la innovación. Se consideran dos clases de fuentes de ayuda: aquellas que emanan del Gobierno central y las que provienen de la Unión Europea. Los resultados son bastante similares cuando se agrega el apoyo público de los gobiernos local y central, y cuando se incluye el de los IV y V programa marco en la ayuda de la UE (3). Como se hace en el modelo de González, Jaumandreu y Pazó (2005), las empresas se forman sus expectativas sobre la financiación pública de la innovación, ya sea nacional o de la UE. Estas expectativas (a través de variables latentes) se introducen en las ecuaciones de los resultados tanto de la innovación como de investigación y desarrollo.

La tercera ecuación se refiere a los determinantes de la I+D (interna y externa). Dado que no todas las empresas llevan a cabo actividades de I+D, podríamos tener un sesgo de selección si sólo considerásemos aquellas que las realizan. De hecho, tenemos una concentración de datos con valor cero para la I+D. Para corregir el problema de selección, usamos un modelo Tobit que explica simultáneamente la intensidad de la I+D en las empresas que la realizan y el hecho de que haya algunas que no la realicen, cuya variable latente cae por debajo del umbral crítico.

La cuarta ecuación refleja los resultados de la innovación. El énfasis se pone sobre las innovaciones de producto, para las que la base de datos proporciona información tanto cualitativa como cuantitativa, al contrario que en el caso de las innovaciones de proceso, para las que no se dispone de datos cuantitativos. Ya que en la muestra tenemos tanto innovadores (de producto) como no innovadores (de producto), nos encontramos de nuevo con un mo-

delo Tobit, con una variable latente que es igual a la intensidad observada de la innovación entre los innovadores y que cae por debajo del umbral de innovación en el caso de los no innovadores. En concreto, se consideran dos modelos; uno en el que el *output* innovador se refiere a productos nuevos para la empresa (se corresponde con los imitadores y con los innovadores verdaderos), y otro en el que hace referencia a productos nuevos para el mercado (que representa a los verdaderos innovadores). La variable latente de la I+D se introduce como variable explicativa de la variable latente de la ecuación de innovación. Cuanto más gasta una empresa en I+D, mayor es su probabilidad de inventar un nuevo producto. El apoyo público a la innovación puede afectar de este modo al resultado innovador, directa o indirectamente, al estimular la investigación y el desarrollo.

Formalmente, el modelo es el siguiente:

$$g_{dom} = 1 \text{ si } g^*_{dom} = \alpha_1 z_1 + \varepsilon_1 > 0 \quad [1]$$

$$= 0 \text{ resto de casos}$$

$$g_{EU} = 1 \text{ si } g^*_{EU} = \alpha_2 z_2 + \varepsilon_2 > 0 \quad [2]$$

$$= 0 \text{ resto de casos}$$

$$R \& D = 0 \text{ si } R \& D^* = \beta_{r1} z_3 + \beta_{r2} g^*_{dom} + \beta_{r3} g^*_{EU} + \varepsilon_r \leq 0 \quad [3]$$

$$= R \& D^* \text{ si } R \& D^* > 0$$

$$inno = 0 \text{ si } inno^* = \beta_{i1} z_4 + \beta_{i2} g^*_{dom} + \beta_{i3} g^*_{EU} + (\beta_{i4} R \& D^*) + \varepsilon_i \leq 0 \quad [4]$$

$$= inno^* \text{ si } inno^* > 0$$

donde  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$ ,  $\varepsilon_r$ ,  $\varepsilon_i$  son los términos de error que siguen una distribución normal con medias cero, y cuyas desviaciones estándar son 1, 1,  $\sigma_r$  y  $\sigma_i$ , respectivamente;  $z_1$ ,  $z_2$ ,  $z_3$ , y  $z_4$  son variables de control;  $g_{dom}$  y  $g_{EU}$  son variables dicotómicas que señalan la presencia de apoyo público a la innovación del país o de la UE;  $R \& D^*$  es la ratio entre el gasto en I+D y las ventas, e *inno* indica la cuota de las ventas asociadas a los nuevos productos.

Estamos, por tanto, ante un sistema de ecuaciones simultáneas con variables dependientes limitadas, como en Crépon, Duguet y Mairesse (1998). Las variables de financiación del Gobierno son variables dicotómicas y las variables de I+D y de intensidad de la innovación son variables censuradas. El

modelo econométrico se estima usando el método de mínimos cuadrados asintóticos (también conocido como estimador de mínima distancia). En un primer paso, se estiman las ecuaciones de la forma reducida mediante un modelo Probit para las dos fuentes de financiación pública y un modelo Tobit para las ecuaciones del producto de la I+D y la innovación. En la segunda etapa (si hay restricciones de sobreidentificación), se estiman los parámetros de la forma estructural minimizando las distancias entre los parámetros estimados de la forma reducida y los predichos por el modelo a partir de las restricciones de identificación, ponderadas por la matriz estimada de varianzas-covarianzas de los parámetros de la forma reducida (ver Gouriéroux, Montfort, Trognon, 1985). La identificación se asegura generalmente a través de las restricciones de exclusión. Los mínimos cuadrados asintóticos arrojan estimaciones convergentes y asintóticamente normales. La endogeneidad y la selectividad se tienen en cuenta de manera explícita en la estimación del modelo. A diferencia de los modelos de selección de Heckman, no permitimos que haya correlaciones entre los términos de error de las ecuaciones de selección y resultados, pero estimamos una probabilidad de recibir apoyo público para cada empresa incluida en la muestra; ejemplos de modelos de selección en este contexto son los de Busom (2000) y Hussinger (2008). A diferencia de Hussinger (2008), no disponemos de datos de la cantidad real de los subsidios. Un análisis similar al nuestro en un contexto algo diferente es el llevado a cabo por Arvanitis, Hollenstein y Lenz (2002).

A las empresas que no han introducido un producto, o un proceso, y que no tienen actividades de innovación no finalizadas o abandonadas se les preguntan solamente unas pocas cuestiones de identificación. La información relevante para tratar de explicar qué hace que una empresa sea candidata a recibir apoyo público, qué hace que alcance el umbral de I+D o de innovación y qué determina las intensidades de I+D e innovación sólo está disponible en el caso de las 546 empresas de la muestra que son innovadoras de algún modo. Por ello, sólo realizaremos el análisis de la submuestra de empresas innovadoras.

## 2. Variables de control

En cada ecuación controlamos por otras variables además de las de la política y las de la innovación. La elección de las variables de control a incluir en cada ecuación no es un asunto trivial. Para identificar

los parámetros del modelo tenemos que imponer restricciones de exclusión, es decir, excluir algunas variables explicativas en algunas ecuaciones para poder identificar las otras. La elección de las restricciones de exclusión viene en parte motivada por razones teóricas (las fuentes de información tienen más probabilidad de determinar la innovación que el apoyo público), y en parte se basa en la significatividad de los coeficientes estimados. Coeficientes no significativos podrían estar caracterizando malos instrumentos para identificar otros parámetros clave del modelo.

Las principales variables y su desempeño en el modelo se presentan en orden:

### a) Variables dicotómicas de actividad productiva:

La idea de utilizar variables dicotómicas es la de registrar efectos específicos de la actividad productiva en cada ecuación. El Gobierno podría ser más propenso a incentivar ciertas actividades, como la biotecnología, porque es una industria prometedora para la inversión en nuevas tecnologías. En la base de datos no hay suficientes observaciones por código de la CNAE a dos dígitos para controlar por cada sector de actividad. En consecuencia, clasificamos estas actividades dentro de tres grupos: el de alta tecnología (vehículos, industria química, maquinaria, productos electrónicos, plásticos, telecomunicación, servicios informáticos, servicios de ingeniería, actividades auxiliares del transporte y otras actividades no incluidas en otra parte); el *cluster* de baja tecnología (comida, textil, madera, productos minerales no metálicos, metales básicos, suministros, finanzas y transporte), y la industria de comercio al por mayor, que está fuertemente representado en la muestra.

### b) Grupo nacional

El Gobierno podría ser menos propenso a intervenir si las empresas pertenecen a un grupo porque éstas podrían beneficiarse del apoyo de dicho grupo.

### c) Grupo extranjero

Según el país donde se localiza la casa matriz, podemos distinguir entre grupos nacionales y extranjeros. El Gobierno podría tener incluso menos deseos de financiar proyectos de filiales de empresas extranjeras, ya que se supone que el dinero de los contribuyentes es para ayudar a las empresas nacionales. Las variables de grupo son variables dicotó-

micas que aparecen solamente como determinantes del apoyo financiero.

d) *Tamaño*

Las empresas más grandes podrían innovar más y hacer más I+D. El apoyo del Gobierno podría estar más dirigido a pequeñas y medianas empresas, pero también podría concentrarse en las grandes si el Gobierno es demasiado averso al riesgo como para financiar la I+D de las empresas pequeñas. El tamaño se mide mediante el logaritmo del número de empleados y constituye una variable explicativa en cada ecuación.

e) *Competencia*

A mayor competencia a la que se enfrenta una empresa, más eficaz debería considerarse la buena política. La competencia prevalece si se percibe el mercado internacional como el mercado predominante. Sin embargo, también puede argumentarse que el Gobierno considera que las empresas capaces de moverse en el mercado internacional no necesitan ayuda pública.

f) *Cooperación*

Al Gobierno normalmente le gusta que las empresas colaboren en la fase de investigación, especialmente con universidades e institutos de investigación, y sobre todo cuando paga parte de los gastos de investigación o innovación. La cooperación es una variable dicotómica que se toma directamente de la CIS3. La competencia y la cooperación afectan a la I+D y a la innovación solamente a través del apoyo público.

g) *Capital humano*

Cuanto mayor es la cualificación de los trabajadores, mayor es la capacidad de la empresa para triunfar en el proceso de innovación. El capital humano se construye como la razón entre el número de trabajadores con educación superior y el número total de trabajadores de la empresa, y constituye un determinante de la intensidad de ésta en investigación y desarrollo.

h) *Problemas de apropiabilidad*

La capacidad para apropiarse del producto de la investigación, ya sea patentándolo, manteniéndolo en secreto o por otros métodos, se considera como un determinante significativo de la I+D (véase

Cohen y Levin, 1989). La presencia de problemas de apropiación se aproxima mediante la importancia percibida del riesgo como obstáculo a la innovación.

i) *Dificultades financieras*

Debido a los fallos de mercado que afectan a los bienes de información, los innovadores se encontrarían con dificultades para encontrar financiación adecuada para su innovación. Las dificultades financieras se miden por la dificultad percibida para acceder a financiación en tanto que obstáculo para la innovación.

j) *Tirón de la demanda* («demand pull»)

A menudo los clientes son una fuente importante de información para canalizar las necesidades de la demanda hacia los mercados (véase Von Hippel, 1988). Dado que nos concentramos en innovaciones de producto, parece razonable que la información de los clientes influya en las innovaciones de producto.

k) *Empuje de la ciencia* («science push»)

Otra posible fuente de información por la que nos gustaría controlar proviene de la investigación básica en las universidades y en las instituciones de investigación públicas.

La apropiabilidad, el acceso a financiación, el tirón de la demanda y el empuje de la ciencia son variables categóricas que se convierten en variables binarias, asociando un valor uno a las respuestas positivas y un valor cero a la falta de respuesta o respuesta nula. Se considera que el capital humano, los problemas de apropiabilidad, las dificultades financieras y el empuje de la ciencia influyen en la intensidad de la I+D, pero no directamente en la cuota de ventas debidas a nuevos productos, mientras que el tirón de la demanda se modeliza como factor que afecta al éxito de introducir nuevos productos en el mercado, pero no a la intensidad en investigación y desarrollo.

El cuadro n.º 3 muestra algunos estadísticos descriptivos.

De las 546 empresas innovadoras de nuestra muestra, el 29,1 por 100 pertenece al grupo de alta tecnología, el 50,4 por 100 al de baja tecnología y el 20,5 por 100 al comercio al por mayor. Casi la mitad de empresas de nuestra muestra pertenecen a un grupo austriaco, y casi el 20 por 100 a un gru-

CUADRO N.º 3

## ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS, AUSTRIA, 1998-2000, CIS3, 546 INNOVADORES

<i>Variable</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación típica</i>
Actividades de alta tecnología .....	0,291	0,455
Actividades de baja tecnología .....	0,504	0,500
Comercio al por mayor .....	0,205	0,404
Grupo nacional .....	0,447	0,498
Grupo extranjero .....	0,198	0,399
Tamaño (log número de empleados) .....	4,462	1,590
Competencia .....	0,429	0,495
Capital humano .....	0,052	0,085
Cooperación .....	0,236	0,425
Problemas de apropiabilidad .....	0,756	0,430
Dificultades financieras .....	0,643	0,480
Tirón de la demanda .....	0,788	0,409
Empuje de la ciencia .....	0,463	0,499
Apoyo del Gobierno central .....	0,315	0,465
Apoyo de la UE a la innovación (excepto PM) .....	0,117	0,322
Apoyo nacional a la innovación .....	0,375	0,485
Apoyo total de la UE a la innovación .....	0,137	0,345
Hacen I+D .....	0,553	0,498
I+D sobre ventas (empresas que hacen I+D) .....	0,028	0,060
Cuota de ventas asociadas a nuevos productos para la empresa .....	0,258	0,252
Cuota de ventas asociadas a nuevos productos para el mercado .....	0,165	0,203

po extranjero; el 42,9 por 100 considera el mercado internacional como el más importante y, por tanto, tiene más probabilidad de enfrentarse a una dura competencia; en media, el 5,2 por 100 de los empleados tiene formación profesional o titulación universitaria; el 23,6 por 100 dicen que cooperan para la innovación, una gran parte dice tener problemas de apropiabilidad (75,6 por 100) o acceso a financiación (46,3 por 100). Si sumamos el apoyo de los gobiernos central y local, por un lado, y el apoyo total de la UE a la innovación, por otro, obtenemos porcentajes de empresas apoyadas no muy lejanos de los porcentajes que reciben apoyo del Gobierno central y de la UE (excepto PM). Entre los innovadores, el 55,3 por 100 hacen I+D con una intensidad media con respecto al total de ventas del 2,8 por 100. Los innovadores de productos nuevos para la empresa tienen en media un 25,8 por 100 de su cifra total de negocios asociada a los nuevos productos, y los innovadores de productos nuevos para el mercado un 16,5 por 100.

#### IV. RESULTADOS

El cuadro n.º 4 contiene la magnitud y dirección de los efectos marginales de las variables explicativas sobre la probabilidad de recibir apoyo público para la innovación. Cuando una empresa se desplaza des-

de las actividades de baja tecnología a las de alta tecnología se incrementa su probabilidad de obtener apoyo público. La probabilidad de obtener apoyo del Gobierno central es 11,1 puntos porcentuales mayor en las actividades de alta tecnología respecto a las de baja tecnología, y sólo tres puntos porcentuales mayor en el caso del apoyo de la UE. En Austria, el sector del comercio al por mayor tiene más probabilidad de obtener apoyo, ya sea del Gobierno de su país o de la UE, que los sectores de baja tecnología.

Las empresas que pertenecen a un grupo tienen menos probabilidad de conseguir apoyo para la innovación, probablemente porque se supone que tienen acceso a recursos del grupo. El Gobierno central es incluso más reticente a financiar empresas que pertenecen a grupos extranjeros, probablemente porque el dinero de los contribuyentes estaría destinado a ayudar a las empresas del país y no a las extranjeras.

El Gobierno nacional prefiere financiar empresas independientes de cierto tamaño que actúan principalmente en los mercados internacionales, que cooperan y que experimentan dificultades de financiar su innovación.

Las empresas que se enfrentan a la competencia internacional tienen una probabilidad quince puntos porcentuales mayor de ser financiadas por el Go-

CUADRO N.º 4

**EFFECTOS MARGINALES DE LOS DETERMINANTES DE DISTINTOS TIPOS DE APOYO A LA INNOVACIÓN,  
AUSTRIA, 1998-2000, CIS3, ESTIMACIÓN PROBIT**

<i>Variables explicativas</i>	<i>Apoyo del Gobierno central</i>	<i>Apoyo de la UE</i>	<i>Apoyo de fuentes nacionales (Gobierno central o local)</i>	<i>Apoyo de la UE y de los IV y V PM</i>
Actividades de alta tecnología .....	-0,513***	-0,389***	-0,470***	-0,408***
Actividades de baja tecnología.....	-0,624***	-0,419***	-0,586***	-0,435***
Comercio al por mayor .....	-0,598***	-0,363***	-0,530***	-0,379***
Grupo nacional.....	-0,141***	-0,084***	-0,197***	-0,085***
Grupo extranjero .....	-0,126***	-0,121***	-0,216***	-0,122***
Tamaño .....	0,077***	0,046***	0,083***	0,048***
Competencia .....	0,152***	—	0,180***	—
Cooperación .....	0,129***	0,113***	0,121***	0,111***
Dificultades financieras .....	0,105***	—	0,117***	—

\* Significativo al 10 por 100, \*\*significativo al 5 por 100, \*\*\*significativo al 1 por 100.

bierno central. Las empresas que cooperan en la innovación tienen una mayor probabilidad de recibir ayuda tanto de fuentes nacionales como de la UE. Un incremento de un 1 por 100 en el tamaño incrementa en 7,7 puntos porcentuales la probabilidad de recibir apoyo del Gobierno central y en 4,6 la probabilidad de recibir apoyo de la UE para la innovación. El apoyo responde más a fuentes nacionales que a las de la UE. Las últimas dos columnas muestran que no hay gran diferencia en los factores que determinan el apoyo de los gobiernos central y local o el de la UE y el de los programas marco a la I+D, pero que sí hay alguna diferencia entre el apoyo nacional y el de la UE en términos generales.

Hemos estimado el modelo utilizando dos medidas de la innovación de producto. El cuadro n.º 5 muestra las estimaciones obtenidas con la medida amplia de innovación de productos nuevos para la empresa, que mezcla imitadores con verdaderos innovadores. El cuadro n.º 6 muestra las estimaciones obtenidas con una medición más ajustada de la innovación referida productos nuevos para el mercado, que corresponde a los verdaderos innovadores de producto. Como cabía esperar, la mayor diferencia entre los dos modelos radica en la ecuación de innovación. Ya que el modelo de los verdaderos innovadores selecciona un conjunto más homogéneo de empresas, las estimaciones de este modelo son ligeramente más precisas. En ambos casos, el test de Sargan de restricciones de sobre-identificación no rechaza la hipótesis nula. En este sentido, los datos no rechazan la especificación del modelo.

La comparación de las columnas 1 y 3 del cuadro n.º 5 revela que, cuando se trata el apoyo público de manera endógena, tal como debería hacer-

se, se dobla el efecto del apoyo del Gobierno central, y de las externalidades del capital humano y del empuje de la ciencia, mientras que el efecto del tamaño se hace no significativo. El apoyo del Gobierno central parece ser uno de los determinantes más importantes de la I+D. Recibir apoyo del Gobierno central incrementa en 2,3 puntos porcentuales la intensidad de la I+D, que es una cifra elevada si recordamos que su intensidad media es del 2,8 por 100. Si se duplica el número de empleados, se reduce la intensidad de la I+D en medio punto porcentual. Un incremento de un punto porcentual en el capital humano, que es bastante, dado el valor medio del capital humano de 5,2 puntos porcentuales, se relaciona con sólo un incremento de una décima parte de punto porcentual de la intensidad en I+D. El otro único efecto significativo proviene del empuje de la ciencia: las empresas que se benefician de información de las universidades o de los laboratorios públicos tienen una intensidad de la I+D 1,1 puntos porcentuales mayor, *ceteris paribus*.

Tratar al apoyo público como endógeno, en lugar de cómo exógeno, tiene poca relevancia sobre las estimaciones de la ecuación de innovación (compárense las columnas 2 y 4 del cuadro n.º 5). El tirón de la demanda incrementa la intensidad de la innovación en cinco puntos porcentuales. La mayor intensidad de la innovación en los sectores de alta tecnología frente a los de baja tecnología, y en los de baja tecnología frente al comercio al por mayor, justifica nuestra clasificación de actividades ad hoc. La I+D tiene un efecto significativo sobre la innovación. La tasa de retorno de la I+D en términos de ventas innovadoras es del orden del 110 por 100 (1 euro de gasto en I+D arroja un incremento neto de un 1,1 en las ventas innovadoras) (4). Si se multiplica este número por el

CUADRO N.º 5

**EFFECTOS MARGINALES DE LOS DETERMINANTES DE LAS INNOVACIONES DE PRODUCTOS NUEVOS PARA LA EMPRESA,  
AUSTRIA, 1998-2000, CIS3, ESTIMACIÓN MCA**

	APOYO EXÓGENO		APOYO ENDÓGENO			
	Intensidad de la I+D	Cuota de ventas innovadoras	Intensidad de la I+D	Cuota de ventas innovadoras	Intensidad de la I+D	Cuota de ventas innovadoras
Apoyo del Gobierno central.....	0,010***		0,023***		0,023***	-0,004
Apoyo de la UE .....	0,004		0,000		-0,001	0,016
I+D .....		1,106***		1,097***		1,087**
Actividades de alta tecnología .....	-0,008**	0,143***	0,022	0,150***	0,021*	0,187**
Actividades de baja tecnología .....	-0,017***	0,115***	0,015	0,123***	0,013	0,156**
Comercio al por mayor.....	-0,018***	0,080***	0,010	0,085***	0,009	0,113
Tamaño.....	0,000	-0,010	-0,005***	-0,010	-0,005***	-0,013
Capital humano .....	0,064***		0,130***		0,128***	
Problemas de apropiabilidad .....	0,001		0,005		0,005	
Dificultades financieras.....	0,003		-0,004		-0,004	
Empuje de la ciencia .....	0,005***		0,011***		0,011***	
Tirón de la demanda .....		0,052***		0,050**		0,053**

\* Significativo al 10 por 100, \*\*significativo al 5 por 100, \*\*\*significativo al 1 por 100.

CUADRO N.º 6

**EFFECTOS MARGINALES DE LOS DETERMINANTES DE LAS INNOVACIONES DE NUEVOS PRODUCTOS PARA EL MERCADO,  
AUSTRIA, 1998-2000, CIS3, ESTIMACIÓN MCA**

	APOYO EXÓGENO		APOYO ENDÓGENO			
	Intensidad de la I+D	Cuota de ventas innovadoras	Intensidad de la I+D	Cuota de ventas innovadoras	Intensidad de la I+D	Cuota de ventas innovadoras
Apoyo del Gobierno central.....	0,010***		0,026***		0,023***	0,027**
Apoyo de la UE .....	0,003		-0,004		-0,001	-0,016
I+D .....		0,376***		0,530***		0,303*
Actividades de alta tecnología .....	-0,008**	-0,080***	0,021*	-0,085***	0,021*	-0,076**
Actividades de baja tecnología .....	-0,017***	-0,091***	0,015	-0,090***	0,014	-0,075**
Comercio al por mayor.....	-0,018***	-0,093***	0,011	-0,093***	0,009	-0,078***
Tamaño.....	0,000	0,008***	-0,005***	0,008**	-0,005***	0,004
Capital humano .....	0,059***		0,115***		0,123***	
Problemas de apropiabilidad .....	0,002		0,005		0,006	
Dificultades financieras.....	0,003		-0,005		-0,005	
Empuje de la ciencia .....	0,005***		0,012***		0,012***	
Tirón de la demanda .....		0,028**		0,027**		0,025**

\* Significativo al 10 por 100, \*\*significativo al 5 por 100, \*\*\*significativo al 1 por 100.

efecto de 2,3 puntos porcentuales del apoyo del Gobierno central sobre la intensidad de la I+D, se obtiene un efecto total del apoyo del Gobierno central en la cuota de ventas de nuevos productos de 2,5 puntos porcentuales. Las dos últimas columnas del cuadro n.º 5 muestran los resultados de la especificación que permite que las medidas de apoyo del Gobierno afecten directamente a la innovación, además de su efecto indirecto a través de la I+D. Los efectos directos no son significativos.

Es destacable que el apoyo de la UE siempre resulta no significativo. Una gran parte de las empresas que reciben apoyo del Gobierno central también lo reciben de la UE. Así que puede ser que los efectos del segundo se confundan con los del primero. Podría incluso suceder que parte del dinero de la UE sea manejado por los ministerios nacionales y que, por ello, tenga la apariencia de ser una financiación nacional. Las dificultades financieras y los problemas de apropiabilidad no afectan significativamente a la

I+D, y el tamaño no tiene influencia sobre la intensidad de la innovación de producto.

En el cuadro n.º 6 aparecen los efectos marginales de las variables explicativas de las innovaciones de productos nuevos para el mercado. Al considerar las medidas de apoyo público como endógenas, observamos de nuevo un incremento en los efectos marginales de las variables explicativas sobre la I+D y, en esta ocasión, también un incremento del efecto marginal de la I+D sobre la innovación. Los efectos marginales de las variables explicativas sobre las innovaciones de productos nuevos para el mercado son similares a los que se observan sobre las innovaciones de productos nuevos para la empresa, con la excepción de la tasa de beneficio de la I+D: en términos de productos nuevos para el mercado, un euro de gasto extra en I+D arroja solamente 53 céntimos de euro de ventas extras de productos innovadores. Es posible que se necesite más tiempo para que la I+D se refleje en verdaderas ventas innovadoras. La mayor diferencia entre los auténticos innovadores y los innovadores como imitadores se encuentra en la especificación de las dos últimas columnas del cuadro n.º 6, donde se tienen en cuenta los verdaderos efectos del apoyo público. El apoyo del Gobierno central supone un incremento directo de 2,7 puntos porcentuales en la cuota de ventas innovadoras, además del 0,7 (0,023 x 0,303) punto porcentual de incremento debido al efecto indirecto a través de la I+D. El apoyo del Gobierno central incrementa en total la cuota de ventas innovadoras nuevas para el mercado en 3,4 puntos porcentuales, lo cual es 0,8 puntos porcentuales superior a su efecto sobre la cuota de ventas innovadoras nuevas para la empresa. De nuevo, el apoyo de la UE no tiene efecto significativo sobre el resultado de innovación o investigación y desarrollo.

¿Cómo pueden compararse nuestros resultados para Austria con los de otras estimaciones que aparecen en la literatura? Busom (2000), al analizar las empresas españolas, obtiene que, en agregado, los subsidios incrementaron el gasto en I+D en un 20 por 100, pero que para un 30 por 100 de las empresas no se podía excluir un efecto *crowding-out* completo. González, Jaumandreu y Pazó (2005) también encuentran un efecto estimulador de los subsidios a la I+D en España, tanto sobre la intensidad como sobre la propensión a realizar I+D. Czarnitzki, Hanel y Rosa (2004) y Bérubé y Mohnen (2009) obtienen que los incentivos fiscales a la I+D y los subsidios a la I+D, respectivamente, incrementan la proporción de innovadores, y especialmente la de empresas canadienses más innovadoras del mundo.

Pocos estudios han cuantificado el efecto del apoyo público sobre la cuota de ventas innovadoras. Czarnitzki y Licht (2006) encuentran que las ayudas públicas a la I+D han incrementado la cuota de ventas de nuevos productos en cuatro puntos porcentuales en las empresas de Alemania Occidental y en un 1,5 por 100 en las de Alemania Oriental. Sus resultados son comparables a los nuestros.

## V. CONCLUSIONES

Este trabajo ha examinado la extensión y los efectos del apoyo público a la innovación en Austria durante el periodo 1998-2000. El Gobierno central, incluyendo a las agencias que trabajan para éste, es la fuente a menudo más citada de apoyo público a la innovación, seguido del Gobierno local, la UE y los IV y V Programas Marco para la I+D. También hay que destacar que los innovadores de productos nuevos para el mercado reciben apoyo público de algún tipo en mayor porcentaje que los innovadores de productos nuevos para la empresa.

Para tener en cuenta la endogeneidad del apoyo público a la innovación y a la I+D y la innovación de producto, se ha estimado un sistema de ecuaciones simultáneas en las cuales el apoyo público afecta a la I+D, que a su vez explica las ventas innovadoras. Se distinguen dos definiciones de ventas innovadoras: productos nuevos para la empresa y productos nuevos para el mercado. El Gobierno central prefiere financiar empresas que son independientes, que tienen cierto tamaño, que operan mayoritariamente en mercados extranjeros, que cooperan y que experimentan dificultad a la hora de financiar su innovación. La competencia y las dificultades financieras resultan ser no significativas a la hora de explicar el apoyo de la UE a la innovación.

Recibir apoyo del Gobierno central incrementa en 2,3 puntos porcentuales la intensidad de la I+D. No hay gran diferencia en los factores que determinan el apoyo a la innovación del Gobierno central y local o el de la UE y los Programas Marco, pero sí que hay alguna diferencia entre el apoyo nacional y el apoyo de la UE en general. El apoyo de la UE nunca resulta significativo cuando se tiene en cuenta el apoyo nacional. El apoyo del Gobierno central supone un incremento de 2,5 puntos porcentuales en la cuota de ventas innovadoras nuevas para la empresa. Al considerar las innovaciones de productos nuevos para el mercado, el apoyo del Gobierno central conduce a un efecto total de 3,4 puntos porcentuales sobre la cuota de ventas innovadoras nuevas para el mercado.

**NOTAS**

(\*) Agradecemos a Heinz Hollenstein, Jordi Jaumandreu, Georg Licht, Jacques Mairesse y a los participantes del último *workshop* de IEEF en Madrid y del Congreso de la AEA en Singapur sus numerosos comentarios, que nos han sido de gran ayuda. También agradecemos a Martin Falk la ejecución de los programas por nosotros con los datos originales de WI-FO. Este estudio ha sido financiado en parte por la Comisión Europea en la preparación del *2004 Competitiveness Report*. Las opiniones expresadas aquí pertenecen exclusivamente a los autores, y de ningún modo pueden considerarse como la postura oficial de la Comisión Europea.

(1) Las encuestas de innovación de la UE contienen información sobre la base de una definición mucho más amplia de los *inputs* de innovación, es decir, de los gastos en innovación, que incluyen tanto la I+D interna como la externa, la adquisición de maquinaria y equipo para la producción de nuevos bienes, los costes de adquisición de patentes, licencias, *know-how*, etc., de la formación en innovación, del diseño y de la introducción en el mercado de nuevos productos. Los estadísticos no consideran estas respuestas muy fiables y señalan muchas faltas de contestación a esta pregunta. Por ello, hemos decidido considerar solamente los gastos en I+D como medida de *inputs* de innovación.

(2) El conjunto de datos original se ha depurado eliminando a dieciocho empresas, tres de las cuales tenían cifra de negocios o empleados cero, once que pertenecían al sector primario o a actividades con códigos CNAE 37 y 73, con un número suficiente de empresas por actividad, y cuatro que presentaban una razón de I+D sobre ventas mayor del 48 por 100, indicativo de que podrían estar especializadas en I+D. Se ha asignado valor cero a todos los valores *missing* de la I+D y a todas las variables explicativas tales como las fuentes de información y las fuentes de financiación pública.

(3) El conjunto de datos de la CIS3 en el caso austriaco es demasiado pequeño para analizar separadamente las cuatro fuentes de apoyo público contenidas en su cuestionario.

(4) Ya que tanto la cuota de ventas debida a productos nuevos como la intensidad en I+D están normalizadas por las ventas totales, podemos considerar el coeficiente de intensidad en I+D como la tasa de beneficio en términos de las ventas de nuevos productos.

**BIBLIOGRAFÍA**

AERTS, K., y D. CZARNITZKI (2004), «Using innovation survey data to evaluate R&D policy: The case of Belgium», *ZEW discussion paper n.º 04-55*.

ARVANITIS, S.; H. HOLLENSTEIN, y S. LENZ (2002), «The effectiveness of government promotion of advanced manufacturing technologies (AMT): An economic analysis on Swiss micro data», *Small Business Economics*, 19: 321-340.

BUSOM, I. (2000), «An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies», *Economics of Innovation and New Technology*, 9: 111-148.

BÉRUBÉ, C., y P. MOHNEN (2009), «Are firms that received R&D subsidies more innovative?», *Canadian Journal of Economics*, 42(1): 206-225.

COHEN, W.M., y R.C. LEVIN (1989), «Empirical studies of innovation and market structure», en R. SCHMALENSEE y R.D. WILLIG (eds.), *Handbook of Industrial Organization*, vol. II, Elsevier Science Publishers, capítulo 18: 1060-1107.

CRÉPON, B.; E. DUGUET, y J. MAIRESSE (1998), «Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level», *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2): 115-158.

CZARNITZKI, D.; P. HANEL, y J. ROSA (2004), «Evaluating the impact of R&D tax credits on innovation: A microeconomic study on Canadian firms», *ZEW discussion paper 04-77*.

CZARNITZKI, D., y G. LICHT (2006), «Additionality of public R&D grants in a transition economy: The case of Eastern Germany», *Economics of Transition*, 14(1): 101-131.

GONZÁLEZ, X.; J. JAUMANDREU, y C. PAZÓ (2005), «Barriers to innovation and subsidy effectiveness», *Rand Journal of Economics*, 36(4): 930-950.

GOURIEROUX, C.; A. MONFORT, y A. TROGNON (1985), «Moindres carrés asymptotiques», *Annales de l'INSEE*, 58: 91-122.

HUSSINGER, K. (2008), «R&D and subsidies at the firm level: An application of parametric and semi-parametric two-step selection models», *Journal of Applied Econometrics*, 23(6): 727-749.

HUTSCHENREITER, G. (2002), «The Austrian R&D Tax Allowance: Design Issues», trabajo preparado para el *workshop Use of Fiscal Measures to Stimulate Private Investment in Research and Development*, Bruselas, EU Commission, DG-Research.

OECD (1992, 1996), *Oslo Manual*, Paris, primera y segunda ediciones.

VON HIPPEL, E. (1988), *The Sources of Innovation*, Oxford, Oxford University Press.