



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
Y EMPRESARIALES

INNOVACIÓN Y EMPLEO EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS ESPAÑOLAS

Felipe Rojas Pizarro

Working Papers / Documentos de Trabajo. ISSN: 2255-5471

DT CCEE-1307

Junio 2013

<http://eprints.ucm.es/21841>

Aviso para autores y normas de estilo: <http://economicasyempresariales.ucm.es/working-papers-ccee> Esta



obra está bajo una licencia de Creative Commons: Reconocimiento - No comercial.

INNOVATION AND EMPLOYMENT IN SPANISH MANUFACTURING FIRMS

Abstract:

This paper analyses the relationship between innovation and employment for Spanish manufacturing firms with data from Panel of Technological Innovation between 2004 to 2010. Following the model developed by Harrison et al. (2008), the results provide empirical evidence about the existence of different patterns in the impacts of process and product innovations on firms' employment for the pre-crisis period and during the economic crisis.

Keywords: Innovation; employment; Spain; panel data; innovation survey.

INNOVACIÓN Y EMPLEO EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS ESPAÑOLAS

Resumen:

En este trabajo se revisa la relación entre innovación y empleo, para las empresas manufactureras españolas, con datos del Panel de Innovación Tecnológica entre el periodo 2004 al 2010. Siguiendo el modelo desarrollado por Harrison et al. (2008), se encuentra evidencia empírica de la existencia de patrones diferenciados en los impactos de la innovación de proceso y de producto para el periodo previo a la crisis y durante la crisis económica.

Palabras clave: Innovación; empleo; España; datos de panel; encuesta de innovación.

Materia: Innovación Tecnológica

JEL: L6, O31, O33.

Felipe Bernardo Rojas Pizarro

GRIPICO-UCM

Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I

Facultad de CC. Económicas y Empresariales

Universidad Complutense de Madrid

Campus de Somosaguas, 28223 Pozuelo de Alarcón

(Spain)

E-mail: ferojas@ucm.es

Junio 2013 (fecha de recepción)

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el 7 Programa Marco de la Unión Europea (GA No. 290597). El autor desea agradecer también a la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile, que a través del Programa de formación de capital humano avanzado ha financiado su formación doctoral en España.

Este trabajo ha sido editado por la Biblioteca de la Facultad de CC Económicas y Empresariales de la UCM, de acuerdo con los requisitos de edición que figuran en la Web institucional. Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores.

1. Introducción

La pregunta clásica ¿la tecnología crea o destruye puestos de trabajo? se plantea desde los inicios de la economía clásica (Bogliacino y Vivarelli, 2010), y en contextos bien definidos (Pianta, 2005). El análisis de la relación entre innovación y empleo es complejo, y en los últimos años se amplía abarcando nuevos aspectos como el grado de cualificación del empleo, y nuevos contextos como los países en desarrollo, y el sector servicios. Para muchos economistas es imprescindible medir el impacto de la innovación sobre el empleo, debido al miedo al desempleo que surge en periodos radicales de cambio tecnológico (Vivarelli, 2007, Bogliacino y Vivarelli, 2010, Vivarelli, 2012). Por lo tanto, resulta de importancia la evaluación de los efectos de la innovación en el empleo para entender cómo el mercado de productos y la institucionalidad del mercado del trabajo estarían afectados por las innovaciones en las empresas.

Para abordar este problema es preciso distinguir entre las diferentes innovaciones promovidas en la empresa, y su influencia en el empleo a través de múltiples canales. En general la literatura identifica cuatro tipos de innovaciones: proceso, producto, comercialización y organizacionales, centrandó el debate en las dos primeras, que son las consideradas innovaciones tecnológicas.

El objetivo del estudio es conocer el impacto de las innovaciones tecnológicas sobre el empleo de las empresas manufactureras españolas en contexto de crecimiento y recesión económica, siguiendo la metodología desarrollada por Harrison, Jaumandreu, Mairesse y Peters (2008). Este modelo, que en adelante se denominará modelo HJMP (2008), ha sido empleado en la mayoría de trabajos empíricos de los últimos años realizados con micro-datos de empresas.

Para el análisis, se utilizan datos del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) para empresas del sector manufacturero español durante los años 2004 al 2010. La oportunidad de disponer de datos para un periodo amplio de años, que cubre años de notable crecimiento de la economía española y periodos de caída del crecimiento, permite identificar efectos diferenciados de la innovación de proceso y de producto en las empresas españolas en estos dos contextos económicos. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que no sólo hay cambios en la magnitud del impacto de la innovación de producto sobre el empleo, sino que a lo largo del periodo analizado, la producción de bienes antiguos pierde en eficiencia.

El trabajo se organiza de la siguiente manera: en el epígrafe 2 se analizan las principales relaciones teóricas existentes entre innovación y empleo desde una perspectiva microeconómica. En el epígrafe 3, se revisa el modelo HJMP (2008) y se resumen los principales resultados empíricos encontrados en trabajos previos que emplean este modelo, tanto referidos a países desarrollados como en vías de desarrollo. En el epígrafe 4 se detalla la estrategia de estimación y las implicaciones del uso de datos de panel. En el epígrafe 5 se describe el comportamiento de las principales variables del modelo. El epígrafe 6 recoge los principales resultados, cerrando con la descomposición de la contribución de la innovación al crecimiento del empleo. Finalmente en el epígrafe 7 se resumen las principales conclusiones encontradas.

2. Efecto compensación versus efecto desplazamiento

Autores como Peters (2004), Vivarelli (2007) y HJMP (2008) revisan y sintetizan la literatura que analiza los efectos de la innovación sobre el empleo, señalando en general diferentes canales a través de los cuales las innovaciones destruyen puestos de trabajo (efecto desplazamiento), y mecanismos para crear nuevos puestos de trabajo (efecto compensación). El efecto total variará según el sector de actividad de la empresa, factores nacionales y la perspectiva temporal de análisis, dependiendo de: la tecnología de producción existente y la naturaleza misma del progreso tecnológico (innovación de producto o proceso); la dirección de la innovación (ahorro de mano de obra o capital, neutral, o sesgado hacia las habilidades); la dimensión de la innovación (innovación radical o incremental); las preferencias de los consumidores; la competencia existente en insumos intermedios y en el mercado laboral y, finalmente, la estructura de habilidades de la fuerza de trabajo.

Por lo que se refiere al efecto compensación, la teoría económica identifica la existencia de elementos que generarían nuevos puestos de trabajo como consecuencia del progreso tecnológico. En perspectiva histórica del pensamiento económico, la discusión se centra en la existencia de mecanismos compensatorios a los avances tecnológicos. Vivarelli (2007, 2012), por ejemplo, rescata de la obra de Marx una teoría de la compensación, que busca identificar diversos mecanismos de mercado que operan debido al cambio tecnológico, y que podrían neutralizar el impacto inicial sobre la menor demanda de mano de obra.

En la innovación de proceso, los mecanismos de compensación incluyen el efecto precio e ingresos: Bogliacino y Vivarelli (2010) señalan que las innovaciones de proceso

conducen a una disminución en los costes unitarios de producción y, asumiendo un mercado competitivo, este efecto se traduce en una reducción de precios. Luego, la disminución de precios estimula la demanda de productos, aumentando a su vez la producción y el empleo. Por lo que se refiere al efecto ingreso, cuando los ajustes de mercado no son instantáneos, se observa que durante el tiempo entre la disminución de los costes debido al proceso de innovación y la consecuente caída de los precios, se pueden acumular los beneficios y/o salarios adicionales por empresarios innovadores y sus empleados, a través de la reinversión de los beneficios adicionales de la innovación o creando nuevos trabajos. Por otra parte, los salarios adicionales pueden traducirse en un mayor consumo, que conducirían a un aumento de empleo, compensando las pérdidas de empleo inicial.

Como señala Pianta (2005), en las innovaciones de producto, el efecto compensación se origina en la posibilidad de apertura de nuevos mercados y, cuando la elasticidad es alta, está asociada una mayor producción y empleo, una reducción de costes, con un impacto similar a las innovaciones de proceso. En general, los aumentos de la demanda dependerán de la naturaleza de la competencia en el mercado, además del retraso en la reacción de los rivales debido a la introducción de nuevos productos. Las ventas de nuevos productos pueden quitar cuota en alguna proporción a las ventas actuales de la empresa de productos antiguos, reduciendo el tamaño de los efectos de la compensación, con efectos económicos limitados.

Además, Edquist et al. (2001) añaden que los nuevos productos entran en la economía como bienes de consumo, bienes intermedios o bienes de inversión, ya sea por demandas de consumidores, empresas o inversores. La innovación de producto en bienes de inversión tiene un efecto en las industrias productoras de bienes de capital y a su vez puede convertirse en innovaciones de proceso en las industrias que los adquieren; en consecuencia, es probable que el empleo aumente en sectores de producción de maquinaria y disminuya en las industrias donde incorporan dichos bienes de capital. Por lo tanto, como subrayan HJMP (2008), se debe distinguir cuando sea posible entre un efecto bruto y un efecto neto, este último teniendo en cuenta la reducción inducida en las ventas actuales. Un resumen de los mecanismos de compensación se encuentra en Spiezia y Vivarelli (2002) y Vivarelli (2007 y 2012):

- Debido a una mayor demanda de mano de obra en el sector de bienes de capital.
- Mediante la disminución de precios, debido a menores costes de producción, que estimulan la demanda de productos y, como consecuencia, la demanda de empleo.

- A través de nuevas inversiones; asumiendo que la convergencia entre la disminución de costes y la caída de precios no es instantánea, se acumulan beneficios extras que pueden ser apropiados por las empresas innovadoras para nuevas inversiones.
- Mediante reducción de salarios, y bajo un enfoque neoclásico, aumentando la demanda de mano de obra.
- Por aumento de los ingresos, suponiendo que una parte de las mejoras en productividad se traslada a salarios, que a su vez derivan en un mayor consumo, incremento en la demanda (agregada) y aumento en el empleo.
- A través de los nuevos productos, derivados de la innovación; estos suponen la creación de nuevos empleos, o incluso nuevas ramas de actividad económica.

Las críticas a estos mecanismos, resumidas por Vivarelli (2012), enfatizan que dichos efectos compensación pueden ser parciales o nulos. Para el primer mecanismo descrito anteriormente, la compensación solo será parcial, dado que el sentido de la adquisición de bienes de capital es lograr una mayor eficiencia en la mano de obra, reemplazando maquinaria o trabajadores.

El siguiente mecanismo, dependerá del nivel de competencia existente en el mercado relevante, dado que imperfecciones en el mercado del producto pueden atenuar el efecto reducción de precio. Por otro lado, la crítica al efecto compensación de nuevas inversiones recalca el papel de las expectativas de los agentes al momento de decidir un aumento de las inversiones. Además, las nuevas inversiones pueden ser capital-intensivas, atenuando aún más el efecto compensación.

Para el cuarto mecanismo, la reducción de salarios podría afectar las expectativas de consumo agregado, provocando sólo un efecto parcial en el incremento de demanda de trabajo. Sin embargo, el aumento de ingresos, especialmente entre los trabajadores, está cada vez más debilitado, debido a que las ganancias en productividad son distribuidas en menor medida hacia los trabajadores respecto a décadas anteriores.

Finalmente, la incorporación de nuevos productos, en palabras de Vivarelli (2012), es “la forma más poderosa de contrarrestar el ahorro de trabajo derivado de las innovaciones de proceso”, aunque el impacto dependerá de los diferentes paradigmas tecnológicos.

En resumen, de acuerdo a Bogliacino y Vivarelli (2010), tanto el efecto precio o ingresos, como los mecanismos de compensación de la innovación de proceso y el aumento de demanda derivado de la innovación de producto, pueden ser más o menos eficaces para

compensar las pérdidas de empleo en función de: 1) el grado de competencia en el mercado, 2) la elasticidad de la demanda, 3) las expectativas de los agentes y los contextos institucionales que promueven competitividad en el mercado del trabajo mediante una mayor flexibilidad en la regulación¹. Vivarelli (2012) concluye que el efecto compensación sólo puede ser parcial y depende de las circunstancias históricas e institucionales. Por lo tanto, la teoría económica no tiene una respuesta clara del efecto de la innovación sobre el empleo.

¿Es el efecto desplazamiento superior al efecto compensación? La respuesta a esta pregunta es crucial para la evaluación del efecto de la innovación sobre el empleo. Las innovaciones mejoran el alcance o la calidad de los productos ofrecidos por una empresa, aumentando la producción en la empresa. El cambio técnico no neutral (en el sentido de Hicks) también se asocia a cambios en la combinación de factores. De esta forma, la fuerza de los efectos contrapuestos permite conocer el impacto de la innovación sobre el empleo. El resultado de este mecanismo sólo proporciona la cota superior del impacto sobre el empleo.

De forma indirecta, el comportamiento de los agentes de la empresa, que buscan apropiarse de rentas de la innovación, puede intensificar el efecto desplazamiento y debilitar los efectos compensación. Dos formas evidentes, argumentadas por García et al. (2002), son la negociación vía alzas salariales, que contrapesen el ahorro en costes obtenido a través de la innovación, y la explotación de la ampliación del poder de mercado mediante la rigidez de los precios, trasladando deficientemente el cambio en los costes.

Además si la empresa opera en un mercado oligopólico, la compensación total puede debilitarse, dado que el ahorro de coste no necesariamente se traduce en una disminución de costes. Por otro lado, si la empresa participa en el mercado laboral como monopsonio, puede también debilitar el incremento en el consumo debido a menores incrementos salariales respecto a un mercado laboral competitivo.

Finalmente, el efecto compensación por nuevos productos, se compara con el efecto sustitución de industrias con productos maduros, considerando a su vez que las nuevas ramas pueden tener consecuencias diferenciadas según el grado de intensidad de trabajo que presentan.

¹ Pianta (2005) señala que las condiciones del mercado laboral y las instituciones son importantes. Los resultados del empleo provocados por los cambios tecnológicos dependerán de la forma como se llevan a cabo la creación y destrucción de empleo, sumado a como se fijan los salarios, el proceso de aprendizaje, la flexibilidad y la administración de la protección social. Por otra parte, las instituciones del mercado de trabajo influyen en la oferta de trabajo.

3. Modelo HJMP (2008): evidencia empírica previa

Para tratar de distinguir entre el efecto desplazamiento y el efecto compensación con datos de empresas, la mayoría de trabajos empíricos de los últimos años siguen la metodología desarrollada en HJMP (2008). Este modelo abarca la estimación de algunos parámetros estructurales y propone diferentes alternativas de instrumentos para resolver el problema de endogeneidad.

El modelo asume que la empresa puede producir dos tipos de productos, antiguos y nuevos. Cronológicamente, en un primer periodo ($t=1$) sólo existen productos antiguos y en un segundo periodo ($t=2$), en caso de haber realizado exitosamente alguna innovación de producto entre ambos periodos, se producen bienes nuevos. La producción de bienes antiguos y nuevos se denomina, respectivamente, Y_{1t} e Y_{2t} . Por definición, en el primer período la empresa sólo produce bienes antiguos (Y_{11}), por lo tanto $Y_{21} = 0$; por otro lado, si no existen innovaciones de producto en la empresa, la producción de bienes nuevos es nula en el segundo periodo. Las empresas utilizan una tecnología de producción con rendimientos constantes a escala, en capital (K), trabajo (L) e insumos intermedios (M). Las funciones de producción para ambos bienes son iguales, idénticas y separables, con parámetros de tecnología diferente del tipo neutral de Hicks θ . En concreto:

$$Y_{it} = \theta_{it} F(K_{it}, L_{it}, M_{it}) e^{\eta_i + \omega_{it}}, \quad i = 1, t = 1, 2; \quad i = 2, t = 2$$

donde η_i es un efecto fijo no observado de la empresa y ω_{it} representa un shock de productividad específica no tecnológica, con media cero. La anterior especificación permite la presencia de economías de alcance.

Por lo que se refiere a las actividades tecnológicas, el objetivo de la inversión en I+D es ampliar el número de productos innovadores y realizar procesos más eficientes en la producción de bienes antiguos y nuevos. Dicha eficiencia será medida en términos relativos según el ratio entre los parámetros de tecnología de productos antiguos en ambos periodos (θ_{12}/θ_{11}), y de igual manera para los productos nuevos (θ_{22}/θ_{21}).

Las decisiones de empleo y de otros factores se realizan suponiendo un comportamiento minimizador de costes de la empresa dada la tecnología. En este contexto, HJMP (2008) demuestran que la variación del empleo entre dos periodos puede expresarse de la forma siguiente:

$$\frac{\Delta L}{L} \cong -(\ln\theta_{12} - \ln\theta_{11}) + (\ln Y_{12} - \ln Y_{11}) + \frac{\theta_{11} Y_{22}}{\theta_{22} Y_{11}} - (\omega_{12} - \omega_{11}) \quad (1)$$

Esta ecuación (1) explica el crecimiento del empleo en términos de cuatro componentes:

- El cambio en la eficiencia en el proceso de producción de los bienes viejos: $-(\ln\theta_{12} - \ln\theta_{11})$
- La variación en la demanda de productos viejos: $(\ln Y_{12} - \ln Y_{11})$.
- El aumento de la producción derivado de los bienes nuevos: $\frac{\theta_{11} Y_{22}}{\theta_{22} Y_{11}}$.
- Los impactos de las perturbaciones de productividad no tecnológicas: $-(\omega_{12} - \omega_{11})$.

El primer componente se espera que sea mayor en las empresas que realizan innovaciones de proceso (positivo para un valor negativo dentro del paréntesis). El tercer componente incorpora el impacto de la innovación de productos en el crecimiento del empleo derivado de la eficiencia relativa de la producción de bienes antiguos y nuevos (θ_{11}/θ_{22}). Si los nuevos bienes se producen de manera más eficiente que los bienes antiguos, esta relación será menor que la unidad.

Reescribiendo la ecuación (1) en término de tasas de variaciones se obtiene:

$$l = (\alpha_0 + \alpha_1 d) + y_1 + \beta y_2 + u, \quad (2)$$

donde l corresponde a la tasa de variación del empleo entre periodos consecutivos, d es una variable ficticia que identifica la innovación de proceso (en ausencia de innovación de producto), y_1 es la tasa de variación de bienes antiguos, e y_2 es la variación de bienes nuevos. Finalmente, $u = -(\omega_{12} - \omega_{11}) + \xi$ es una perturbación aleatoria, donde ξ representa diversos errores incorrelacionados. Restando la variable y_1 a ambos lados de la ecuación se obtiene:

$$l - y_1 = \alpha_0 + \alpha_1 d + \beta y_2 + u \quad (2')$$

En esta ecuación, que constituye la ecuación a estimar, el parámetro α_0 representa (con signo opuesto) el crecimiento medio de la eficiencia de la producción del bienes antiguos ($-(\ln\theta_{12} - \ln\theta_{11})$), α_1 recoge el efecto de la innovación sólo de proceso, mientras que β capta la eficiencia relativa de la producción de bienes antiguos y nuevos. Se espera con el tiempo un crecimiento en la eficiencia de la producción de bienes antiguos y por lo tanto, que el parámetro α_0 sea negativo, mientras que α_1 también será negativo dado que la innovación

de proceso incrementa la eficiencia en la producción de bienes antiguos, en ausencia de innovación de productos. A su vez, el parámetro β capta la eficiencia relativa de la producción de bienes antiguos y nuevos. Si los bienes nuevos se producen de manera más eficiente que los bienes antiguos, esta relación será menor que la unidad y, por lo tanto, el empleo no crecerá en la misma magnitud que las ventas de productos nuevos.

Debido a su simplicidad, esta ecuación limita la distinción de otros efectos sobre el empleo, dado que no pueden separarse sin la existencia de datos adicionales. Sabemos, por ejemplo, que y_1 se ve afectada por tres fuerzas distintas: (1) la variación "autónoma" de la demanda de productos antiguos, debido a las condiciones exógenas del mercado, (2) el efecto compensación inducido por cambios en los precios en los productos antiguos tras la innovación de procesos, y (3) el efecto sustitución causado por la introducción de nuevos productos. Los dos últimos efectos se espera que sean positivo y negativo, respectivamente, para el crecimiento en las ventas de productos antiguos. Sin datos adicionales sobre la demanda, es imposible separar estos tres efectos, de acuerdo a Hall et al. (2007).

A continuación, se resumen los resultados encontrados por diferentes autores usando el modelo HJMP (2008) para distintos países de Europa y de América Latina. Las características principales de las bases de datos y de los coeficientes obtenidos en dichos trabajos se presentan en el Cuadro 1.²

Insertar Cuadro 1

En su trabajo seminal, HJMP (2008) estudian la relación entre innovación y empleo para Alemania, España, Francia y Reino Unido. Entre sus conclusiones para el sector manufacturero, resaltan que la innovación de proceso tiende a desplazar empleo, aunque el efecto compensación prevalece, mientras que la innovación de productos está asociada a un crecimiento del empleo. No se observa evidencia de un efecto desplazamiento derivado de la innovación de producto, pero sí un efecto compensación, incluso cuando se considera la canibalización de antiguos productos. En general los resultados son similares en todos los países. Específicamente para España, no se observa evidencia sobre el efecto desplazamiento de la innovación de proceso, posiblemente debido a una mayor transferencia de la productividad en precios bajos. Sin embargo, la innovación de producto destaca tanto Alemania como España, aunque el crecimiento del empleo derivado de una mayor producción de bienes antiguos es liderado por este último país.

² Para una síntesis a nivel de sector industrial y macroeconómico véase Pianta (2005).

Para el caso de Italia, Hall et al. (2007) utilizan datos de empresas manufactureras entre los años 1995-2003, y ajustan la variación de bienes nuevos por el índice de precios industriales. Nuevamente, no hay evidencia del impacto de la innovación de proceso sobre el empleo, mientras que el crecimiento del empleo se origina entre el incremento de las ventas de productos antiguos y las ventas de productos nuevos derivados de la innovación de producto. Por otra parte, los autores concluyen que la contribución de la innovación de producto para el crecimiento del empleo es algo más baja que en los cuatro países europeos considerados en HJMP (2008).

En una primera aproximación desarrollada por Benavente y Lauterbach (2008) para empresas chilenas del periodo 1998-2001, se obtiene que las innovaciones de producto aumentan el empleo, con una magnitud superior a los estudios reportados anteriormente. En cuanto a la innovación de proceso, no se encuentra evidencia para concluir que dicha innovación afecte al empleo.

Para el caso de Brasil, Guerra y Leiva (2008) utilizan datos para el sector manufacturero, entre 2001-2003, con algunos ajustes como la medición del impacto diferenciado entre empresas intensivas en personal cualificado y no cualificado.³ Obtienen evidencia que el impacto de la innovación tecnológica tiene un sesgo debido a la cualificación del personal y confirman que la innovación de procesos no tiene ningún efecto significativo sobre el empleo, mientras que la innovación de productos tiende a aumentarlo significativamente.

Durante el año 2011, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) llevó a cabo un proyecto llamado “Employment Generation, Firm Size and Innovation in Latin America”. En general, el estudio abarcó empresas manufactureras de Argentina, Chile⁴, Costa Rica y Uruguay. En todos los casos se estimó el impacto de las innovaciones de proceso y de producto sobre el empleo utilizando el modelo HJMP. A su vez, las estimaciones, intentaron describir posibles impactos diferenciados por el tamaño de empresa, la composición de empleo y las estrategias de innovación utilizadas por las empresas. Los resultados preliminares fueron presentados en la Fifth Conference on Micro Evidence on Innovation in Developing Economies (MEIDE) a través de los trabajos de Aboal et al. (2011a y b), de Elejalde et al. (2011), Monge-González et al. (2011) y Álvarez et al. (2011).

³ No se incluye este trabajo en el Cuadro 1 porque está basado en una versión previa del modelo HJMP y no descompone el crecimiento del empleo para identificar el efecto compensación y el desplazamiento.

⁴ Para el caso de Chile, la encuesta utiliza como unidad de análisis el establecimiento.

En concreto, utilizando datos de empresas manufactureras uruguayas⁵ en los años 1998-2009, Aboal et al. (2011a) concluyen que la innovación de proceso desplaza marginalmente mano de obra, mientras que la innovación de producto es complementaria al trabajo. A diferencia de otros estudios, se observa una disminución de las ventas de productos antiguos, con lo cual se reduce el empleo. En estimaciones que diferencian según tamaño, nivel de tecnología y estrategia de innovación, obtienen similares resultados.

En el caso de Argentina, de Elejalde et al. (2011), estiman el modelo HJMP para una muestra de empresas manufactureras, obtenidas a partir de una única encuesta del año 2003 que recoge información retrospectiva sobre el estado de las empresas para cada año desde 1998-2001⁶. Obtienen que, para dichos años, no existe evidencia significativa de impacto de la innovación de proceso sobre el empleo. Para la innovación de producto, no hay diferencias significativas entre la eficiencia en la producción de bienes nuevos y antiguos. Por lo tanto, al descomponer el crecimiento del empleo, concluyen que no hay evidencia del efecto desplazamiento como consecuencia de la introducción de innovaciones de producto. Sólo se crea empleo debido al efecto de una mayor demanda de productos antiguos. Además, tampoco encuentran que la innovación de proceso afecte al empleo, debido a que la innovación de proceso no genera ganancias importantes en productividad.

Para Costa Rica, Monge-González et al (2011) aplican el modelo HJMP a una muestra de 211 empresas⁷, estimando las variaciones anuales entre los años 2006 y 2007. Concluyen que la innovación de proceso no tiene un efecto significativo, y que no existen diferencias apreciables en la eficiencia entre los productos antiguos y nuevos.

Finalmente, Álvarez et al. (2011), utilizando datos para empresas manufactureras chilenas entre los años 1999 y 2007, concluyen que la innovación de proceso no tiene un impacto relevante en la determinación del crecimiento del empleo, mientras que la innovación de producto está asociado positivamente a incrementos en el empleo, aunque existiría una mayor eficiencia en la producción de bienes antiguos en comparación con los bienes nuevos⁸. A diferencia de los anteriores resultados, la contribución neta de la innovación de producto

⁵ Los mismos autores estudian el sector de servicios en Uruguay, para los años 2004-2009. Concluyen que el impacto de la innovación de productos en el empleo es positivo, mientras que la innovación de procesos no parece tener efecto.

⁶ Es decir, dispone de información de aquellas empresas que sobrevivieron a la crisis del año 2001.

⁷ Este estudio utiliza el menor tamaño muestral de todos los estudios revisados. Esta podría ser una de las causas de un valor alto en la estimación del parámetro relacionado con la innovación de proceso.

⁸ En este trabajo, se utilizan las encuestas de los siguientes años: 1995, 1998, 2001 y 2007. Además, la encuesta de Innovación para Chile no consulta directamente el porcentaje de las ventas asociadas a los productos nuevos, sino que dicha información se pregunta categorizada en grandes grupos de porcentaje. De acuerdo a Álvarez et al. (2011), esto dificulta el análisis y la comparación de resultados.

sobre el empleo es negativa, mientras que se verifica un decrecimiento en la productividad de los bienes antiguos.

En otro trabajo reciente para 14 países europeos, Leitner et al. (2011) estiman el modelo HJMP tanto para empresas manufactureras como de servicios, incorporando como variable explicativa adicional la innovación organizacional.⁹ Utilizan tres grupos de países, según ubicación geográfica y nivel de desarrollo y encuentran que hay un impacto diferenciado de la innovación sobre el empleo según el grupo de país que se refiera. En concreto, en el caso de las empresas manufactureras de los países del sur y del centro y este de Europa, se observa un efecto positivo de la innovación de producto, mientras que la innovación de proceso opera en sentido contrario al modelo tradicional, originando un aumento del empleo. Para los países del centro (Dinamarca, Francia, Luxemburgo y Suecia), presentan evidencia de una mayor eficiencia en la producción de nuevos bienes debido a la innovación de producto, en comparación con los otros países estudiados.

Por lo tanto, en la mayoría de los trabajos revisados se encuentra escasa evidencia acerca del impacto de la innovación de proceso sobre el empleo aunque HJMP (2008) y Aboal et al. (2011a) sugieren la existencia de cierto efecto desplazamiento, superado por el efecto compensación. En cuanto al impacto de la innovación de producto sobre la eficiencia relativa de los nuevos productos respecto a los antiguos, se obtiene en la mayoría de los estudios un efecto positivo. En términos generales, la contribución neta de la innovación de producto es positiva. No obstante, en contextos de recesión como los observados en los trabajos referidos a Argentina y Uruguay, el efecto neto de la innovación de producto es negativo, evidenciando que pese al incremento de ventas de productos nuevos, la caída en las ventas de productos antiguos es mucho mayor.

Cabe destacar que otros autores han estudiado la relación entre innovación y empleo con datos de empresas referidos a periodos de tiempo más extensos y empleando otros enfoques diferentes al modelo HJMP (2008). Para España, Giulidori y Stucchi (2010) utilizan la Encuesta de Estrategias Empresariales para cuantificar, a partir de una ecuación de demanda de empleo, el impacto de la innovación de proceso y de producto tanto sobre los trabajadores fijos, como sobre los temporales. Dado el cambio producido en la legislación laboral española, se aprovechan dicha condición para estimar el impacto diferenciado por periodos de tiempo. En general, sugieren que sus resultados son consistentes con los

⁹ Por esta razón los resultados no son estrictamente comparables con los de los trabajos previos y no se incluyen en el resumen del Cuadro 1.

encontrados por HJMP (2008) y que existiría un efecto más grande sobre los trabajadores temporales que sobre los permanentes, siendo además más inmediato en los primeros que en los segundos.

Para una muestra amplia de países y de empresas europeas de manufacturas y servicios, Vivarelli et al. (2011) estiman una ecuación de demanda de empleo empleando técnicas de datos de panel para los años 1990-2008. En dicha ecuación, similar a la utilizada por Van Reenen (1997), se analiza específicamente el impacto del gasto en innovación sobre el empleo, concluyendo que la I+D es beneficiosa no sólo para la productividad y competitividad europeas, sino que también para la creación de empleo.

Otro ejemplo significativo reciente es el trabajo de Lachenmaier y Rottmann (2011), que estudian el efecto de la innovación sobre el empleo para empresas alemanas, cubriendo un periodo desde 1982 a 2002. Utilizando un panel dinámico, encuentran que los efectos de la innovación sobre el empleo son robustos, y sorprendentemente que la innovación de proceso tiene un efecto mayor que la innovación de producto.

4. Estrategia de estimación

Como se ha mencionado con anterioridad, en este trabajo se va a seguir la metodología planteada por HJMP (2008). Esta metodología se ha aplicado habitualmente a información de cortes transversales. Como se verá más adelante, para este trabajo se dispone de información de un panel de datos, por lo que no sólo se realizarán estimaciones separadas para cada corte transversal, sino también para el periodo completo. Ello requiere hacer algunas matizaciones sobre la estrategia de estimación que se incluyen al final de este epígrafe.

En la ecuación (2) las variables de crecimiento de las ventas de productos antiguos, y_1 , y de crecimiento de las ventas de productos nuevos, y_2 , se encuentran en términos reales, pero habitualmente en las bases de datos sólo se observa el crecimiento nominal de las ventas. Es decir, en el caso de los productos antiguos se observa:

$$g_1 = \left(\frac{P_{12}Y_{12} - P_{11}Y_{11}}{P_{11}Y_{11}} \right),$$

donde g_1 es la tasa de crecimiento nominal de las ventas de productos antiguos, que se puede aproximar como la suma de la variación de la producción real y la variación de los precios de los productos antiguos, es decir, $g_1 = y_1 + \pi_1$. Para los bienes nuevos, dado que no existe

producción de dichos bienes en el periodo 1, se observan sólo las ventas nominales en el periodo 2 y es posible estimar la variación en relación al nivel de ventas del total de productos del periodo 1. Luego, la tasa de crecimiento nominal de los productos nuevos es $g_2 = \left(\frac{P_{22}Y_{22}}{P_{11}Y_{11}}\right)$, o $g_2 = y_2(1 + \pi_2) = y_2 + y_2\pi_2$, donde $\pi_2 = \left(\frac{P_{22}-P_{11}}{P_{11}}\right)$ es la diferencia proporcional de los precios de nuevos productos con respecto a los precios de los productos antiguos.

Sustituyendo en la ecuación (2') estas relaciones, la ecuación a estimar resultante sería

$$l - g_1 = \alpha_0 + \alpha_1 d + \beta g_2 + v, \quad (3)$$

donde la nueva perturbación es $v = -\pi_1 - \beta\pi_2 y_2 + u$, asumiendo una media no nula de π_1 . El modelo incluirá ahora $-E(\pi_1)$ en la constante y $-(\pi_1 - E(\pi_1))$ en la perturbación.

Nótese que, dado que $g_2 = y_2 + \pi_2 y_2$, g_2 estará correlacionada con el término de error, lo que generará sesgos en la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). De acuerdo a HJMP (2008), una alternativa sería incorporar el índice de precios correspondiente a cada industria (π) como una proxy para π_1 . Esto significa que:

$$l - g_1 = \alpha_0 + \alpha_1 d + \beta g_2 - \pi_1 - \beta\pi_2 y_2 + u \quad (3')$$

$$l - (g_1 - \pi) = \alpha_0 + \alpha_1 d + \beta g_2 + (-(\pi_1 - \pi) - \beta\pi_2 y_2) - (\omega_{12} - \omega_{11}) + \xi, \quad (3'')$$

de forma que la variable dependiente pasa a ser: $l - (g_1 - \pi)$.

Para la estimación de los parámetros relevantes se requiere la incorrelación entre las variables independientes y el término de error o, en su defecto, de la existencia de variables instrumentales (VI) correlacionadas con dichas variables, pero no correlacionadas con el término de error. La incorrelación entre las variables y el término de error depende del supuesto teórico específico de este modelo acerca de las características de la perturbación y el momento de las inversiones en innovaciones tecnológicas de la empresa, es decir:

Si se espera que las decisiones de inversión en innovaciones tecnológicas se realicen antes del impacto de la perturbación, entonces las innovaciones no estarán correlacionadas con el término de error, ni con sus componentes.

Si se supone que las empresas hacen inversiones entre el periodo 1 y el 2, en donde las perturbaciones ω también se hacen presente, entonces existiría correlación. Una posible solución sería utilizar los valores retardados de las variables asumiendo la no correlación de estas con el error, pudiendo ser instrumentos válidos.

Por otro lado, si se observa autocorrelación en ω , entonces el valor actual del término de error depende de los valores pasados, y por lo tanto las innovaciones estarían correlacionadas con los valores pasados del término de error. En dicho caso, las variables rezagadas no serían un instrumento válido, y el problema de identificación se debe resolver con variables instrumentales incorrelacionadas con el término de error.

Dada estas advertencias, en general el escenario bajo el cual se realizan las inversiones (y cuando se planifican) no consideran shocks de productividad imprevisibles, o en su defecto, marginalmente (o muy mal) predichas. Por lo tanto, resulta ingenua una estimación por MCO. Además, las inversiones en I+D se suelen hacer con suficiente antelación a las innovaciones que posiblemente generan y con cierta persistencia, pudiendo estar relacionadas positivamente con las perturbaciones de la productividad ω , por lo que los parámetros estimados estarían sesgados a la baja.

Nótese que en el modelo HJMP (2008) las variables clave se definen como tasas de variación entre dos periodos, que dado el tipo de información disponible en las Encuestas de Innovación, suelen corresponder a los años t y $t-3$. La estimación consistente de este modelo requiere la no correlación entre las variables independientes y el término de error, es decir, $E\{(x_{it} - x_{it-3})(u_{it} - u_{it-3})\} = 0$. Esta condición es más débil que la estricta exogeneidad. Pero, el punto clave es que el supuesto anterior falla si u_{it} está correlacionado con x_{it-3} , x_{it} o x_{it+3} , o en términos generales x_{is} está correlacionado con u_{it} para todo t y s . Este punto es problemático cuando u_{it} está correlacionado con valores futuros de x_{it} .

La solución a este problema empleada por HJMP (2008) es la utilización de variables instrumentales. En su caso estas variables son las relativas a los efectos de la innovación de producto, como son el incremento en el rango de bienes, el aumento de la calidad de los bienes o el incremento de la cuota de mercado. Además, se evalúan como instrumentos los clientes como fuentes de información y variables relativas a las actividades de I+D interna. Otros estudios que utilizan el modelo HJMP (2008) emplean similares instrumentos, y serán también los que se usen en este trabajo.

En resumen, dado el carácter del modelo, en primer lugar se estimará la ecuación (3') de forma separada para cada periodo trianual usando una versión ingenua del tipo MCO, para luego corregir mediante el uso de variables instrumentales, verificando la existencia de endogeneidad y rechazando aquellos instrumentos débiles. En segundo lugar, se estimará el modelo para el conjunto del periodo, es decir, usando las variaciones de los 4 periodos trianuales, primero como modelo *pooled*, luego *pooled* con variables instrumentales.

Finalmente y usando la estructura de panel de los datos, se estiman con procedimientos de variables instrumentales tanto modelos de efectos fijos como de efectos aleatorios.

Nótese que, en este segundo caso, para estimar los errores estándar de los parámetros del modelo, se debe tomar en cuenta que Δu_{it} podría presentar correlación serial. En presencia de autocorrelación, los errores estándar y los contrastes estadísticos habituales no son válidos. Para evaluar el supuesto de incorrelación de los errores del modelo en diferencias, en este trabajo se utilizará el test simple propuesto por Wooldridge (2002).

5. Fuente de datos

Los datos utilizados provienen del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) para los años 2004-2010. El PITEC es un instrumento estadístico para el seguimiento de las actividades de innovación tecnológica de las empresas españolas construido con el formato de un panel de datos por el Instituto Nacional de Estadística (INE) a partir de la Encuesta sobre Innovación en las Empresas y la Estadística sobre Actividades de I+D. El panel cubre todos los sectores empresariales recogidos en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas. En general, los tamaños muestrales difieren entre los años por la propia demografía de empresas, con un incremento particular en el año 2005.

El PITEC contiene información detallada sobre características de la empresa, ventas, empleo, actividad innovadora, efectos de dicha actividad y fuente de información para la innovación. En general las preguntas recogen información utilizando dos periodos de referencia. El periodo de referencia para preguntas sobre ventas y número de trabajadores es el año inmediatamente anterior al año de recogida de la información, mientras que las variables relacionadas con la existencia y características de las innovaciones tecnológicas implementadas por la empresa son referidas a los tres últimos años, con el fin de facilitar la comparabilidad internacional (INE, 2009). Debido a estos dos distintos periodos de referencia, existen dificultades para realizar estimaciones interanuales respecto al impacto de las innovaciones de proceso o de producto sobre el empleo. Para el presente estudio, sólo se utiliza la información sobre las empresas manufactureras referida a los trienios móviles para 4 periodos siguientes: 2004-2007, 2005-2008, 2006-2009, 2007-2010.¹⁰

¹⁰ Véase una descripción detallada de las variables utilizadas y los periodos de referencia disponibles en los Apéndices 1 y 2, respectivamente

Los datos descritos a continuación se refieren al promedio de las variaciones trianuales de las principales variables utilizadas en el modelo. Los estadísticos de las variables se calculan para todas las empresas manufactureras, tanto por tipo de empresa innovadora, como por periodo trianual. Para definir las ventas de productos antiguos en términos reales se utiliza como deflactor el índice de precios industriales (base 2010) elaborado por el INE.

Considerando todas las variaciones trianuales, se observa una caída en el empleo, siendo menor entre aquellas empresas que realizan ambas innovaciones, y mayor entre las empresas que no realizan ninguna innovación (véase Cuadro 2). Para el primero y segundo trienio, el empleo crece, y luego decae coincidiendo con los años de la recesión económica española. Entre las empresas no innovadoras, todos los periodos muestran una reducción en el empleo.

Insertar Cuadro 2

Considerando todos los trienios, las ventas de bienes crecen en promedio 2,4%. El primer trienio observado da cuenta de un incremento del 25,7%, mientras que en el último periodo la caída es de un 17,6%. Por tipo de bienes, las ventas de productos antiguos en promedio disminuyen un 30.0%, mientras que las ventas en términos reales de bienes nuevos crecen un 24%. Por lo tanto, las ventas de productos nuevos o mejorados, resultan un componente importante del crecimiento de las ventas totales. Las ventas de productos nuevos desplazan parte de la producción de bienes antiguos entre las empresas que realizan innovaciones de producto.

En resumen, el empleo disminuye menos en promedio en las empresas innovadoras, especialmente en las empresas con innovaciones simultáneas de productos y de procesos. Para las empresas con innovaciones de productos, la demanda de los productos antiguos siempre disminuye, pero el aumento del número de ventas de nuevos productos compensa y supera dicha disminución. Todo esto sugiere que los efectos compensación debido a la introducción de nuevos bienes son frecuentes en los primeros periodos, y son menores en los periodos de recesión.

Cuadro 3 se resumen los principales estadísticos de los diferentes instrumentos usados siguiendo el modelo HJMP (2008). Para España, y considerando el periodo 2007-2010, la principal fuente de información para realizar una innovación sigue siendo la propia empresa, seguido de los clientes y los proveedores. Entre los efectos de la innovación de producto, destaca el aumento de la gama de bienes, la mejora de la calidad y el aumento de mercados.

Insertar Cuadro 3

Respecto a las actividades de I+D interna, se definen tres posibles instrumentos: primero cuantificar el número de años que la empresa realiza gasto en I+D interna durante los últimos tres años; segundo, identificar aquellas empresas que realizan dicho gasto de forma continuada durante todos los años del trienio; y finalmente la proporción de gastos en I+D interna respecto a las ventas de la empresa. Un 73% de las empresas que obtienen ambas innovaciones (de producto y proceso) mantiene su gasto en I+D interna de manera continua durante el trienio. Cabe señalar que, en promedio, las empresas comprometen un mayor gasto cuando realizan al menos una innovación de producto, superando en 3 veces el gasto realizado por las empresas que no obtienen innovaciones de proceso y de producto.

6. Resultados econométricos

A continuación se presentan los resultados de estimar la ecuación (3').¹¹ Todas las estimaciones se realizan incluyendo variables dummy de sector industrial.¹² Inicialmente se presentan las estimaciones para las variaciones trianuales 2004-2007, 2005-2008, 2006-2009, y 2007-2010. Luego, se estiman conjuntamente estos periodos mediante técnicas de datos de panel. Finalmente se descompone la contribución de la innovación sobre el crecimiento del empleo usando los valores en media de las variables.

Como puede observarse en las cinco primeras columnas del Cuadro 4, al estimar el modelo por MCO, se obtiene un coeficiente positivo para la constante, que representa con signo contrario el crecimiento medio de la eficiencia de la producción de los bienes antiguos. A diferencia de lo obtenido en otros estudios, habría por tanto una pérdida de eficiencia media en la producción de bienes antiguos, especialmente para el periodo 2007-2010. Entre las empresas que realizan sólo innovación de proceso, los signos y valores son los esperados, aunque decreciendo en el tiempo. Finalmente, la eficiencia relativa de la producción de bienes nuevos respecto a bienes antiguos aumenta con el paso del tiempo. Nótese que, si el parámetro es menor que 1, sugiere que los nuevos bienes son producidos más eficientemente que los productos antiguos. Pero, ante la endogeneidad propia de los precios no observados o

¹¹ Se presentan los modelos ajustados y exitosos según diversas pruebas de endogeneidad, fortaleza de los instrumentos y pruebas de validez de restricciones de sobre-identificación.

¹² Los coeficientes de las variables dummy se restringen a sumar a cero con el fin de preservar la interpretación de la constante (Suits, 1984)

los errores de medida, es probable que el sesgo sea a la baja para este coeficiente, presentando una aparente mayor eficiencia de los bienes nuevos respecto a los antiguos.

Insertar Cuadro 4

Las últimas cinco columnas del Cuadro 4 presentan los resultados de aplicar variables instrumentales para corregir el problema de la endogeneidad existente entre los shocks no tecnológicos no observados y la innovación de producto. Estas variables instrumentales son la importancia que le otorga la empresa a la innovación para el aumento en la gama de bienes y para la mejora en la calidad de bienes, junto al número de años del trienio en que la empresas realiza gasto interno en I+D. Se confirma que las restricciones de sobre-identificación son válidas para cada periodo y para el conjunto de los años.

En general, al estimar por variables instrumentales se observa una caída en la eficiencia media de la producción de bienes antiguos. La constante en los dos primeros trienios tiene el signo esperado según la evidencia empírica de otros estudios. Pero para las variaciones de los años 2006-2009 y 2007-2010, las estimaciones positivas dan cuenta de una pérdida de la eficiencia de productos antiguos, reflejando una mayor disminución en las ventas de productos antiguos que en el empleo de dichas empresas.

Al evaluar el impacto de la innovación de proceso sobre la eficiencia de los productos antiguos, resulta sólo estadísticamente negativo para el trienio 2005-2008. Para los otros trienios no se obtiene evidencia significativa. Esta conclusión está en línea con la mayoría de los estudios empíricos basados en el modelo de HJMP (2008).

Por lo que se refiere al impacto de la innovación de producto, los valores son todos menores a 1. Desde el trienio 2004-2007 hasta el trienio 2006-2009 se observa una pérdida de eficiencia relativa. Pero para el trienio 2007-2010 hay una fuerte corrección a la baja en esta estimación. Este ajuste probablemente se deba a la mayor eficiencia en la producción de bienes nuevos entre las empresas que se mantienen durante este periodo.

Como prueba de robustez, en el Cuadro 5 se muestran las estimaciones del modelo distinguiendo entre variaciones de bienes nuevos para el mercado y bienes nuevos para la empresa y utilizando una estimación MCO, las estimaciones de la innovación de proceso son menores en relación a la estimación sin distinguir entre tipo de innovación de producto. Para la eficiencia relativa de bienes nuevos y antiguos, en general los valores son ligeramente superiores a la estimación sin distinguir el tipo de innovación de producto. Además, al comparar los parámetros de la innovación de producto en bienes nuevos para el mercado y

nuevos para la empresas, se observa que no existe diferencia significativa para los trienios analizados, a excepción del trienio 2006-2009, donde si se observa una diferencia a favor de una mejor eficiencia relativa de los productos nuevos para el mercado en relación a los antiguos. Esta estimación es preliminar, dado que no se ha corregido por la endogeneidad existente en las variables relativas a la variación de las ventas. Por otra parte, no se ha evaluado un posible efecto interacción entre ambos tipos de innovación de producto¹³.

Insertar Cuadro 5

Adicionalmente, también se han realizado estimaciones separadas para empresas de menos y de más de 200 trabajadores, debido al distinto grado de representatividad del PITEC en cada una de estas sub-muestras (véase Cuadro 6). Los resultados en general confirman lo obtenido para el conjunto de la muestra, aunque con algunos rasgos diferenciados: Con relación a la eficiencia relativa de los bienes nuevos respecto a los antiguos, en los tres trienios iniciales las pequeñas empresas presentan mejores cifras que las grandes empresas (un valor más alejado de 1), pero en el último trienio se observa que esta regularidad se invierte.

Insertar Cuadro 6

En conclusión, las estimaciones por cada trienio muestran dos regularidades. Por un lado, durante los dos trienios previos a la crisis (2004-2007 y 2005-2008) los resultados son similares a otros estudios: la variación de eficiencia de los productos antiguos tiene signo negativo, asociado a una mejora en la eficiencia de dichos bienes. Además, la innovación de proceso es significativa sólo para el trienio 2005-2008. A su vez, el coeficiente asociado a la innovación de producto es menor que 1 y, por lo tanto, es claro signo de que los bienes nuevos son producidos de manera eficiente. Pero, para los siguientes trienios, en contexto de recesión económica, los resultados cambian notablemente de sentido. Por un lado, la producción de bienes antiguos pierde en eficiencia (valores con signo positivo en la constante), y la innovación de proceso, como en trabajos anteriores, deja de ser significativa. Finalmente la eficiencia en la producción de bienes nuevos aumenta notoriamente para el último trienio. Esto podría ser consecuencia de un mayor ajuste en las plantillas de las empresas, pese a que la venta de productos nuevos represente una menor proporción de las ventas que en periodos anteriores.

¹³ Preliminarmente, se realizaron estimaciones para ambas variables endógenas, no encontrando valores significativos para las estimaciones de variación de ventas de productos nuevos para la empresa y para el mercado. No obstante, para el año 2004-2007 si se observa una estimación en coherencia con la teoría. Estos resultados se encuentran disponibles bajo petición al autor.

Dado el panel de datos disponible en el PITEC, es posible aprovechar dicha condición para obtener mejores estimaciones. En general los datos de panel permiten explotar la variación temporal para separar la variación transversal permanente, permitiendo obtener estimaciones consistentes de los parámetros de regresión, dadas ciertas condiciones¹⁴. El modelo HJMP (2008) por definición elimina los factores fijos inobservados mediante la primera diferencia entre los años que conforman el trienio. Esto permite disponer de un panel no equilibrado para 4 periodos.

Los resultados obtenidos al considerar la estructura de panel de los datos se presentan en el Cuadro 7. Para establecer un punto de comparación, en las dos primeras columnas del cuadro se repiten los resultados de estimar por MCO y VI considerando toda la información como un pool. Dada la posible existencia de correlación serial de primer orden, se estima el test de Woldridge (2002), obteniéndose que los errores están incorrelacionados serialmente.

Con ambos procedimientos los valores y signos obtenidos para los parámetros del modelo estructural confirman lo esperado. Sin embargo, los parámetros correspondientes a las dummies temporales son positivos, dando cuenta de una pérdida continua de eficiencia en la producción de los bienes antiguos según se avanza en la crisis. Dicha pérdida es clara al comparar los valores del trienio 2005-2008 y 2006-2009. Esto ratificaría que existen dos periodos claros en la muestra: por un lado los dos primeros trienios, que corresponden a los años previos o iniciales a la crisis económica española. Mientras que los últimos dos trienios ya contienen los años de la crisis. Para los parámetros de estos últimos dos trienios no hay diferencia estadísticamente significativa entre ellos.

Insertar Cuadro 7

Las tres últimas columnas del Cuadro 7 recogen los resultados de estimar el modelo utilizando VI y considerando alternativamente distintos supuestos sobre los efectos individuales inobservables, fijos o aleatorios, aunque en este caso, dada la construcción en diferencias del modelo estructural, parece más conveniente la especificación de efectos aleatorios, lo cual se confirma al realizar el test de Hausman.

Los resultados nuevamente confirman los signos esperados por el modelo HJMP (2008), con la innovación de proceso que aumenta la eficiencia de la producción de bienes antiguos, una constante que señala el incremento medio de la eficiencia en la producción de

¹⁴ Para más detalles ver Arellano y Bover (1990) y Baltagi (2008).

bienes antiguos en el conjunto de la muestra, y una mayor eficiencia relativa de la producción de bienes nuevos respecto a bienes antiguos.

Por lo tanto, existiría evidencia clara de diferencias significativas en la eficiencia relativa de la producción de bienes antiguos, entre periodos de crecimiento y periodos de recesión. La innovación de proceso sí desplaza empleo, mientras que la innovación de producto presenta una mayor eficiencia relativa respecto a los productos antiguos.

Para terminar este epígrafe, a continuación se procede a calcular la contribución de la innovación al crecimiento del empleo. El Modelo HJMP (2008) permite descomponer el crecimiento promedio del empleo para los cuatro componentes siguientes:

$$l = \sum_j (\hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_{0j}) ind_j + \hat{\alpha}_1 d + [1 - 1(g_2 > 0)](g_1 - \pi_1) + 1(g_2 > 0)(g_1 - \pi_1 + \hat{\beta} g_2) + \hat{u},$$

donde $\hat{\alpha}_{0j}$ son los coeficientes estimados; ind_j denotan las dummies de industria; $\sum_j (\hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_{0j}) ind_j$ mide el cambio en el empleo atribuible a la tendencia de la productividad en la producción de los productos viejos; $\hat{\alpha}_1 d$ refleja el cambio en el empleo asociado con el efecto de la productividad bruta de la innovación de procesos en la producción de productos antiguos; $[1 - 1(g_2 > 0)](g_1 - \pi_1)$ sería el cambio en el empleo relacionado con el crecimiento de la producción de los productos antiguos de las empresas que no introducen nuevos productos; $1(g_2 > 0)(g_1 - \pi_1 + \hat{\beta} g_2)$ corresponde a la contribución neta de la innovación de productos (es decir, contribución después de tener en cuenta la sustitución de nuevos productos por productos viejos); y \hat{u} es el término de error con media cero.

El Cuadro 8 muestra la descomposición realizada a partir de los resultados obtenidos mediante variables instrumentales para cada periodo trianual¹⁵. De acuerdo a la evidencia empírica recogida, las contribuciones obtenidas para los periodos 2004-2007 y 2005-2008, tienen los signos esperados. El aumento en la eficiencia de los productos antiguos contribuye a una reducción en el empleo. Además, la innovación de proceso desplaza empleo, aunque en una proporción marginal respecto al cambio total del empleo para dichos periodos. Como efecto compensación, el aumento en la producción de bienes antiguos entre aquellas empresas que no realizan innovación de producto, contrarresta parte del efecto desplazamiento derivado de la mayor eficiencia en la producción de bienes antiguos. Entre las empresas que realizan innovación de producto, los nuevos bienes contribuyen en el aumento del empleo en un 25,6% (2004-2007) y 26,4% (2005-2008), aumento que contrarresta la pérdida de empleo

¹⁵ Se utilizan los estadísticos descriptivos del Cuadro A.1 del Apéndice 3 y las estimaciones por variables instrumentales del Cuadro 4.

derivado de una menor producción de bienes antiguos entre estas empresas. Por lo tanto, la contribución neta de los innovadores de producto genera un efecto compensación importante, explicando el incremento en el empleo en estos periodos. Estos resultados están en línea con las estimaciones obtenidas por HJMP (2008).

Insertar Cuadro 8

¿Cómo se comporta las diferentes contribuciones en periodos recesivos? Se observa una disminución en el empleo en los trienios 2006-2009 y 2007-2010. En estos periodos, la innovación de proceso mantiene valores similares a otros periodos y otros estudios. Sin embargo, la contribución de las ventas de productos antiguos entre las empresas que no realizan innovación de producto impacta negativamente sobre el empleo como consecuencia de la importante caída de las ventas.

Por su parte, en las empresas que obtienen innovación de producto, el efecto de la caída de las ventas de productos antiguos reduce el empleo en una magnitud superior a lo observado en los trienios anteriores, mientras que la producción de nuevos bienes aumenta el empleo pero en proporciones inferiores a las observadas anteriormente. Por lo tanto, no logra contrarrestar la caída de las ventas de productos antiguos. Esto se produce por menores ventas de productos nuevos, pasando de representar casi el 50% de las ventas en los dos primeros trienios, a sólo un 33% de las ventas de los dos últimos, a lo que se suma que las ventas de productos antiguos caen en los primeros trienios entre un 19% y un 28% y en los últimos lo hacen en un 44% y un 48%.

Pero dado que hay una pérdida de eficiencia en la producción de productos antiguos en relación a los trienios 2004-2006 y 2005-2007 respectivamente, se observa un efecto compensación que contrarresta la caída en el empleo. Esta pérdida de eficiencia permite aumentar el empleo entre 12,2% y 12,9%. Este efecto inesperado contribuye a contrarrestar la caída en el empleo en estos periodos, totalizando una baja de 7,7% (2006-2009) y de 11,8% (2007-2010).

El Cuadro 9 muestra esta misma descomposición distinguiendo entre las sub-muestras de empresas de menos y más de 200 trabajadores.¹⁶ Los resultados confirman las diferencias entre los periodos previos a la crisis y durante la crisis económica. Para los periodos trianuales 2004-2007 y 2005-2008, las empresas grandes incrementan el empleo más que las empresas pequeñas. Entre las empresas grandes, el principal factor que contribuye al crecimiento del

¹⁶ Se utilizan los estadísticos descriptivos del Cuadro A.2 del Apéndice 3 y las estimaciones por variables instrumentales del Cuadro 6.

empleo es la contribución neta de la innovación de producto. Este mismo factor es bastante alto entre las empresas pequeñas para el periodo 2004-2007, pero en el siguiente periodo trianual baja de manera importante. Otro factor que contribuye al incremento medio del empleo es la mayor producción de bienes antiguos, un factor estable entre las grandes empresas, mientras que entre las pequeñas, se aprecia una baja en el último periodo. Estos factores, confirmarían que los impactos de la crisis se empiezan a notar primero entre las pequeñas empresas.

Insertar Cuadro 9

En los trienios 2006-2009 y 2007-2010, el empleo cae en ambos tipos de empresa. Para el primer trienio señalado, la baja del empleo entre las grandes empresas es sustancialmente menor, aunque con una contribución negativa de la innovación de producto, como también de las ventas de productos antiguos entre las empresas que no realizan innovación de producto. Sólo la pérdida de eficiencia en la producción de bienes antiguos permite contener las caídas de empleo. Para el trienio 2007-2010, estos factores aumentan su caída, especialmente la innovación de producto, cuya contribución neta en ambos tipos de empresas es de -15%. Nuevamente la pérdida de eficiencia en la producción de bienes antiguos se configura como un efecto compensación importante.

En resumen, en las empresas pequeñas cae más fuertemente el empleo que en las empresas grandes. En las primeras, la innovación de producto no compensa la caída de las ventas de productos antiguos, si no que se transforma incluso en un efecto desplazamiento. Sólo la pérdida de eficiencia en la producción de los bienes antiguos reduce las caídas en el empleo. En las empresas grandes, estos efectos son menores en los primeros trienios, aunque en el trienio 2007-2010 ya se comportan de manera similar a las empresas de menor tamaño.

7. Conclusiones

Resulta central conocer el impacto de la innovación sobre el empleo y como este impacto se transmite a la economía. Quienes toman decisiones de política ven una gran oportunidad en promover la innovación como motor del crecimiento, derivado de las mejoras en eficiencia que generan en las empresas, tanto en su proceso productivo, como en la incorporación de nuevos o mejorados bienes al mercado.

Con el objetivo de contribuir a este debate, en este estudio se estima la contribución de las innovaciones de producto y de proceso de las empresas manufacturas españolas utilizando

el modelo estructural propuesto por HJMP (2008). El mercado español constituye un excelente caso de estudio al disponer de datos para un periodo de la economía que incluye tanto años de crecimiento como de recesión.

Los resultados de estimar dicho modelo con diversas metodologías econométricas ponen de manifiesto la existencia de efectos diferenciados de la innovación de producto sobre el empleo en esos dos periodos. Por un lado, en años previos a la crisis el empleo aumenta como consecuencia del incremento de las ventas de productos antiguos tanto en empresas que no realizan innovación de producto como en empresas que sí realizan esta innovación, aunque en estas últimas desplacen parte de la producción de bienes antiguos por bienes nuevos.

Sin embargo, para los años cubiertos por la crisis, el empleo cae como consecuencia de las menores ventas. La innovación de proceso mantiene su efecto desplazamiento en la misma magnitud de los anteriores periodos. Y la contribución de las ventas de productos antiguos entre las empresas que no realizan innovación de producto es en torno al -9%, mientras que entre las empresas que si realizan innovación de producto la contribución neta es entre un -11% y un -15%.

¿Por qué presentan impactos más negativos las empresas innovadoras? Por un lado, la proporción de empresas que realizan innovación de producto aumenta en el periodo de la crisis, y la participación de las ventas de productos nuevos sobre el total de las ventas pierde en importancia, con lo cual el efecto compensación de la innovación de producto no supera el efecto desplazamiento de las menores ventas de productos antiguos en estas empresas. El único factor que compensa estos efectos desplazamientos proviene de la menor eficiencia en la producción de bienes antiguos, con lo cual aumenta el empleo requerido para un nivel de producción dado. Esto podría ser consecuencia de un menor ajuste en el empleo de productos antiguos, que estaría ligado en una mayor proporción de trabajadores fijos, con menores posibilidades de ser despedidos ante ajustes en el nivel de ventas de las empresas.

Finalmente, al distinguir según el tamaño de las empresas, se observa una mejor eficiencia en la producción de bienes nuevos en aquellas empresas de menos de 200 trabajadores. En cuanto a la innovación de proceso, independientemente del tamaño, no es significativa en los periodos analizados. Y nuevamente se confirma que hay una pérdida continua en la eficiencia de la producción de bienes antiguos, especialmente en las grandes empresas.

Bibliografía

- Aboal, D., Garda, P., Lanzilotta, B., y Perera, M. (2011a): “Innovation, Firm Size, Technology Intensity, and Employment Generation in Uruguay: The Microeconometric Evidence”, *Technical Notes* IDB-TN-314, Inter-American Development Bank, Washington.
- Aboal, D., Garda, P., Lanzilotta, B., y Perera, M. (2011b): “Firm Size, Knowledge Intensity and Employment Generation: The Microeconometric Evidence for the Service Sector in Uruguay”, *Technical Notes* IDB-TN-335, Inter-American Development Bank, Washington.
- Álvarez, R., Benavente, J. M., Campusano, R., y Cuevas, C. (2011): “Employment Generation, Firm Size, and Innovation in Chile”, *Technical Notes* IDB-TN-319, Inter-American Development Bank, Washington.
- Arellano, M., y Bover, O. (1990): “La Econometría de datos de panel”, *Investigaciones Económicas*, XIV (1), 3-45.
- Baltagi, B. (2008): *Econometric Analysis of panel Data*, Fourth Edition, Wiley, Chichester.
- Benavente, J. M., y Lauterbach, R. (2008): “Technological innovation and employment: complements or substitutes?”, *European Journal of Development Research*, 20 (2), 318-329.
- Bogliacino, F., y Vivarelli, M. (2010): “The Job Creation Effect of R&D Expenditures”, Discussion Paper No. 4728, Institute for the Study of Labor, Alemania.
- de Elejalde, R., Giuliodori, D., y Stucchi, R. (2011): “Employment Generation, Firm Size and Innovation Microeconometric Evidence from Argentina”, *Technical Notes* IDB-TN-313, Inter-American Development Bank, Washington.
- Edquist, C., Hommen, L. y McKelvey, M. (2001): *Innovation and Employment: Process Versus Product Innovation*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- García, Á., Rodríguez, C., y Jaumandreu, J. (2002): “Innovación y empleo: Evidencia a escala de empresa”, *Economía Industrial*, 348, 11-118.
- Giuliodori, D., y Stucchi, R. (2010): “Innovation and job creation in dual labor market: Evidence from Spain”, MPRA Paper No. 31297, Munich Personal RePEc Archive.
- Guerra, D., y Leiva, W. F. (2009): “Impacts of technological innovation on employment: the Brazilian manufacturing case”, GLOBELICS 6th International Conference 2008, Ciudad de México.
- Hall, B., Lotti, F., y Mairesse, J. (2007): “Employment, innovation, and productivity: evidence from Italian microdata”, NBER Working Paper No 13296.
- Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesse, J., y Peters, B. (2008): “Does innovation stimulate employment? a firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries”, NBER Working Paper No 14216.
- Instituto Nacional de Estadística - INE (2009): “Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas: Metodología general”, Instituto Nacional de Estadística de España, Madrid.
- Lachenmaier, S., y Rottmann, H. (2011): “Effects of innovation on employment: A dynamic panel analysis. International”, *Journal of Industrial Organization*, 29(2), 210-220.

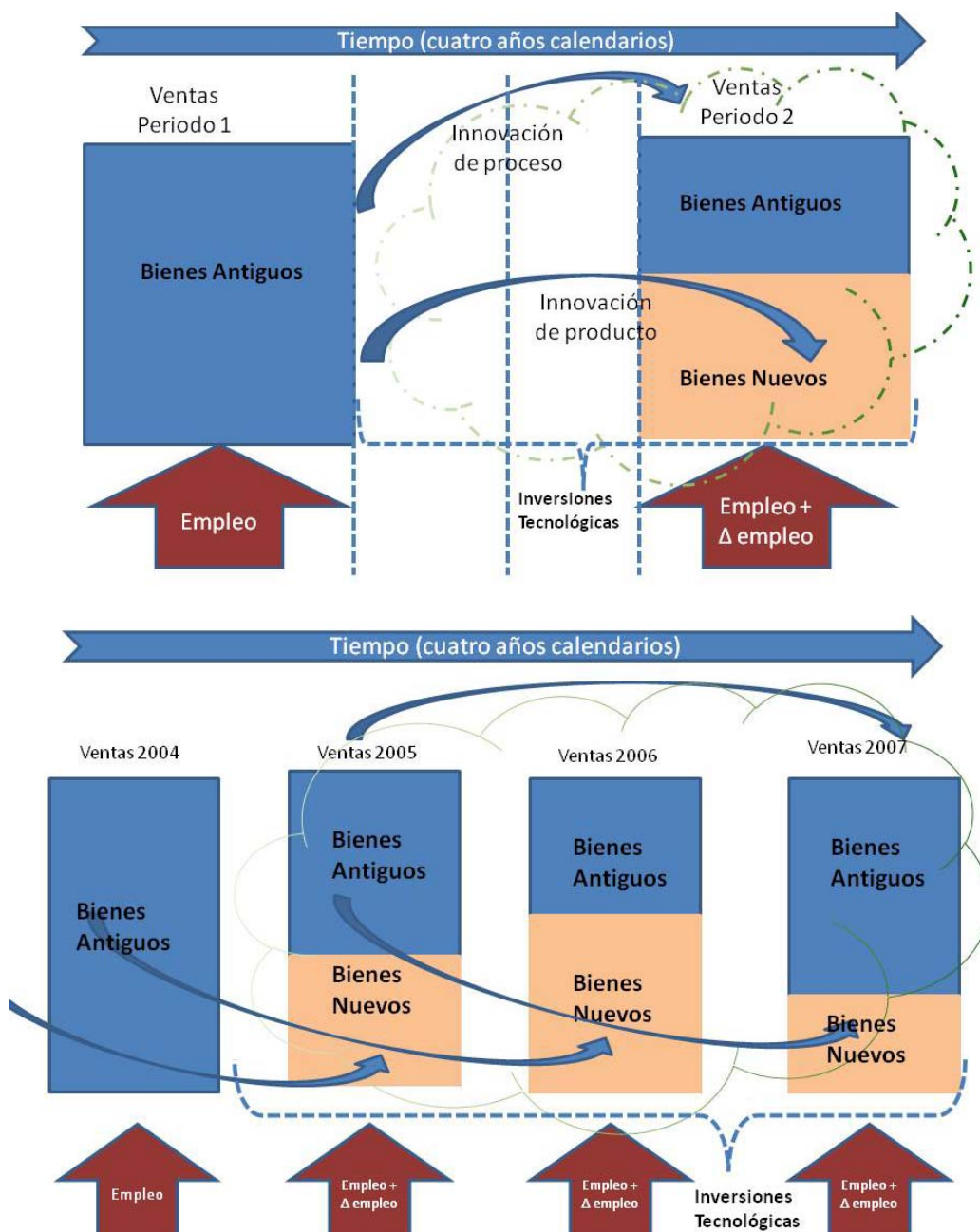
- Leitner, S., Pöschl, J. y Stehrer, R. (2011): “Change Begets Change: Employment Effects of Technological and Non-Technological Innovations - a Comparison across Countries”, wiiw Working Papers, The Vienna Institute for International Economic Studies, Vienna.
- Monge-González, R., Rodríguez, J., Hewitt, J., Orozco, J., y Ruiz, K. (2011): “Innovation and employment growth in Costa -Rica. A firm-level analysis”, Technical Notes IDB-TN-318, Inter-American Development Bank, Washington.
- Peters, B. (2004): “Employment Effects of Different Innovation Activities: Microeconomic Evidence”, ZEW Discussion Papers No 04-73, Center for European Economic Research, Mannheim.
- Pianta, M. (2005): “Innovation and Employment”, en J. Fagerberg, D. Mowery, y R. Nelson (eds.): *The Oxford Handbook of Innovation*, (pp 568-598), Oxford University Press, New York.
- Spiezia, V., y Vivarelli, M. (2002): “Innovation and employment: A critical survey”, en N. Greenan, Y. L'Horty, y J. Mairesse (eds.): *Productivity, Inequality, and the Digital Economy: A Transatlantic Perspective*, (pp. 101-131), The MIT Press, Cambridge.
- Suits, D. (1984): “Dummy Variables: Mechanics V. Interpretation”, *Review of Economics and Statistics*, 66(1), 177-180.
- Van Reenen, J. (1997): “Employment and Technological Innovation: Evidence from U.K. Manufacturing Firms”, *Journal of Labor Economics*, 15(2), 255-284.
- Vivarelli, M. (2007): “Innovation and Employment: A Survey”, Discussion Paper No. 2621, Institute for the Study of Labor, Alemania.
- Vivarelli, M. (2012): “Innovation, Employment and Skills in Advanced and Developing Countries: A Survey of the Literature”, Technical Notes IDB-TN-351, Inter-American Development Bank, Washington.
- Wooldridge, J. (2002): *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, The MIT Press.

Apéndice 1: Construcción de variables

Variables	Descripción
Variación trianual de empleo	Corresponde al incremento porcentual del empleo entre t y t-3.
Proporción de ventas de productos antiguos	Proporción de las ventas de productos antiguos respecto a las ventas totales del mismo año
Proporción de ventas de productos nuevos para el mercado	Proporción de las ventas de productos nuevos para el mercado respecto a las ventas totales del mismo año
Proporción de ventas de productos nuevos para la empresa	Proporción de las ventas de productos nuevos para el mercado respecto a las ventas totales del mismo año
Variación de ventas de productos antiguos	Tasa de variación de las ventas de productos antiguos respecto al total de ventas del periodo t-3
Variación de ventas de productos nuevos	Proporción de las ventas nuevas en el periodo t, respecto a las ventas totales del periodo t-3.
Variación de precios	Variación de precios entre t y t-3. Se utiliza la serie de "índices de precios industriales" del INE, en base 2010.
Innovación de proceso	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa reporta que han introducido procesos de producción nuevos o significativamente mejorado durante el período.
Sólo innovación de proceso	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa reporta que han introducido procesos de producción nuevos o significativamente mejorados durante el período, pero que no han introducido ninguna innovación de producto. El periodo de referencia para introducir una innovación es en algún periodo de t-2 y t.
Innovación de producto	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa reporta que han introducido bienes nuevos o significativamente mejorado durante el período. El periodo de referencia para introducir una innovación es en algún periodo de t-2 y t.
Sector de actividad	Se utiliza la clasificación propia del PITEC, basada en el CNAE 2009.
Fuentes	Estas variables están referidas a múltiples canales que la empresa utiliza para conocer posibles innovaciones. Se clasifican las respuestas como 1, 2, 3 o 4 si la empresa informa respectivamente que la fuente ha sido irrelevante, ha tenido un impacto bajo, medio o alto.
Efectos	Estas variables están referidas a múltiples efectos u objetivos de la innovación realizada por la empresa. Se clasifican las respuestas como 1 si la empresa informa respectivamente que el efecto/objetivo ha sido irrelevante, ha tenido un impacto/importancia baja, media o alta.
Esfuerzo I+D	Variable continua que suma la cantidad de años en la muestra que realizan innovación la empresa, entre los años t y t-2, ambos inclusive.
Existencia continua de I+D	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la empresa tiene gasto en I+D interna en todos los años entre t y t-2.
Esfuerzo de I+D (sobre ventas)	Gasto promedio en I+D respecto a ventas totales

Apéndice 2: Estructura temporal de las preguntas de innovación, ventas y empleo.

En general, el panel PITEC dispone de información para los años 2004-2010. En cada año de recogida de información se consulta información sobre empleados en la empresa, inversiones en tecnología, cifra de negocio y realización de innovación de proceso y de producto. Esta última información tiene como periodo de referencia los últimos tres años (contando el año de la encuesta). Por lo tanto, la definición de productos antiguos de acuerdo al modelo de HJMP (2008) requiere que el periodo 1 no cubra las posibles innovaciones declaradas, para de esta forma medir el efecto de la introducción de innovación sobre las ventas de productos nuevos.



Apéndice 3: Estadísticos complementarios

Cuadro A.1:
Estadísticos descriptivos por tipo de innovación (2004-2010)

	2004-2007	2005-2008	2006-2009	2007-2010	Total
Número de Empresas	4518	5259	5132	4873	19784
Empresas no innovadoras (%)	23,7	22,5	21,4	20,6	22,0
Empresas sólo con innovación de proceso (%)	16,8	16,7	16,1	15,5	16,3
Empresas con innovación de producto (%)	59,5	60,8	62,5	63,9	61,7
Sólo con innovación de producto	16,8	16,4	15,0	14,5	15,7
Con ambas innovaciones	42,7	44,4	47,5	49,4	46,1
Crecimiento del empleo (%)					
Todas las empresas	4,0	1,7	-7,7	-11,8	-3,6
No innovadoras	-2,7	-4,4	-12,8	-17,4	-9,0
Sólo con innovación de proceso	5,5	2,5	-8,5	-11,5	-3,1
Con innovación de producto	6,1	3,7	-5,7	-10,1	-1,9
Sólo con innovación de producto	2,5	1,1	-10,1	-14,7	-5,1
Con ambas innovaciones (%)	7,6	4,6	-4,3	-8,7	-0,8
Crecimiento de las ventas (%)					
Todas las empresas	25,7	17,3	-12,6	-17,6	2,4
No innovadoras	16,6	7,8	-18,7	-23,9	-4,3
Sólo con innovación de proceso	27,2	21,3	-11,9	-18,2	4,1
Con innovación de producto	28,9	19,7	-10,7	-15,4	4,3
Crec. ventas de productos antiguos	-18,9	-27,5	-44,1	-47,6	-35,4
Crec. ventas de productos nuevos	47,9	47,2	33,4	32,3	39,7
Crecimiento de precios (%)					
Todas las empresas	10,9	10,2	5,8	5,0	7,9
No innovadoras	11,1	10,5	6,5	5,3	8,4
Sólo con innovación de proceso	11,5	10,9	6,3	5,3	8,5
Con innovación de producto	10,6	9,9	5,5	4,9	7,6
Sólo con innovación de producto	9,9	9,6	5,4	4,4	7,4
Con ambas innovaciones	10,9	10,1	5,5	5,1	7,7

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos PITEC (2004-2010)

Cuadro A.2 Estadísticos descriptivos por tamaño de la empresa y tipo de innovación

	Empresas de 200 o más trabajadores					Empresas de menos de 200 trabajadores				
	2004-2007	2005-2008	2006-2009	2007-2010	Total	2004-2007	2005-2008	2006-2009	2007-2010	Total
Número de Empresas	1052	1025	894	857	3822	3466	4234	4238	4016	15963
Empresas no innovadoras (%)	18,3	15,1	13,9	12,5	15,1	25,3	24,2	23,0	22,4	23,7
Empresas sólo con innovación de proceso (%)	17,2	15,8	13,5	12,6	14,9	16,7	16,9	16,6	16,1	16,6
Empresas con innovación de producto (%)	64,5	69,1	72,6	74,9	70,0	57,9	58,8	60,4	61,6	59,7
<i>Sólo con innovación de producto</i>	10,3	10,1	8,8	7,9	9,4	18,7	17,9	16,3	15,9	17,2
<i>Con ambas innovaciones</i>	54,3	58,9	63,8	67,0	60,6	39,2	40,9	44,1	45,7	42,6
Crecimiento del empleo (%)										
Todas las empresas	7,8	5,8	-1,2	-4,6	2,2	2,8	0,7	-9,1	-13,4	-5,1
No innovadoras	6,6	7,4	3,4	0,8	5,3	-4,7	-6,2	-14,9	-19,6	-11,2
Sólo con innovación de proceso	4,9	2,0	-4,9	-5,2	-0,2	5,7	2,6	-9,1	-12,6	-3,7
Con innovación de producto	8,9	6,3	-1,4	-5,4	2,1	5,2	2,9	-6,8	-11,3	-3,0
<i>Sólo con innovación de producto</i>	7,0	3,6	0,5	-4,1	2,3	1,7	0,8	-11,4	-15,8	-6,0
<i>Con ambas innovaciones</i>	9,2	6,8	-1,6	-5,5	2,0	6,9	3,8	-5,2	-9,8	-1,8
Crecimiento de las ventas (%)										
Todas las empresas	27,0	21,9	-4,5	-9,0	9,2	25,3	16,1	-14,3	-19,4	0,7
No innovadoras	22,3	18,4	-4,3	-8,6	9,0	15,4	6,2	-20,5	-25,7	-6,4
Sólo con innovación de proceso	21,1	24,2	-1,9	-8,8	9,6	29,1	20,6	-13,7	-19,7	3,0
Con innovación de producto	29,9	22,1	-5,1	-9,1	9,1	28,6	19,0	-12,1	-17,0	2,9
<i>Crec. ventas de productos antiguos</i>	-12,6	-16,7	-34,5	-39,2	-26,2	-21,1	-30,6	-46,5	-49,8	-38,0
<i>Crec. ventas de productos nuevos</i>	42,5	38,8	29,5	30,1	35,2	49,7	49,5	34,4	32,8	41,0
Crecimiento de precios (%)										
Todas las empresas	11,3	9,7	4,9	4,9	7,9	10,7	10,4	6,0	5,1	8,0
No innovadoras	11,3	10,0	6,3	5,5	8,8	11,1	10,6	6,5	5,2	8,4
Sólo con innovación de proceso	12,2	10,9	4,6	5,7	9,0	11,2	10,9	6,6	5,2	8,4
Con innovación de producto	11,0	9,3	4,7	4,6	7,5	10,5	10,1	5,7	5,0	7,7
<i>Sólo con innovación de producto</i>	10,1	8,9	4,0	4,3	7,3	9,8	9,7	5,6	4,4	7,5
<i>Con ambas innovaciones</i>	11,2	9,4	4,8	4,7	7,5	10,7	10,3	5,7	5,2	7,7

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos PITEC (2004-2010)

Cuadro 1
Resumen de estimaciones previas del modelo HJMP (2008)

Autores	País	Periodo analizado	Encuesta	Coeficientes estimados								
				Constante [$-(\ln\theta_{12} - \ln\theta_{11})$]		Sólo innovación de proceso ($\ln Y_{12} - \ln Y_{11}$)		Crec. ventas de nuevos productos		Test de Sargan (p-valor)		N ^a de empresas
HJMP (2008)	Francia	1998-2002	CIS3	-3,44***	(0,77)	-1,37	(1,55)	0,97***	(0,06)	2,08	(0,36)	
	Alemania	1998-2001	CIS3	-6,32***	(1,30)	-6,80***	(2,90)	0,97***	(0,06)	2,74	(0,25)	1319
	España	1998-2000	CIS3	5,99***	(0,88)	2,35	(1,76)	1,01***	(0,04)	0,54	(0,76)	4548
	U. K.	1998-2003	CIS3	6,30***	(0,85)	3,51**	(1,85)	0,99***	(0,05)	1,93	(0,38)	2533
	Alemania	1998-2001	CIS3	-7,30***	(1,36)	-6,11***	(2,92)	1,02***	(0,07)	0,03	(0,86)	1319
Hall et al. (2007)	Italia	1995-1997	MCC	-2,98**	(1,23)	-1,84	(1,29)	0,96***	(0,10)	1,45	(0,69)	4290
	Italia	1998-2000	MCC	-5,84***	(0,71)	0,18	(0,87)	0,94***	(0,04)	0,91	(0,82)	4618
	Italia	2001-2003	MCC	1,91*	(0,91)	-1,15	(1,31)	1,07***	(0,07)	13,53	(0,00)	4040
	Italia	2001-2004	MCC	-2,80***	(1,14)	-1,22**	(0,66)	0,95***	(0,04)	1,74	(0,63)	12948
Benavente y Lauterbach (2008)	Chile	1998-2001	ChNIS	-0,42***	(0,12)	0,13	(0,24)	0,55***	(0,18)	0,05	(0,83)	514
De Elejalde et al. (2011)	Argentina	1998-2001	ENIT01	-0,70	(3,03)	0,77	(1,59)	1,16***	(0,12)	3,21	0.073	1415
Aboal et al. (2011a)	Uruguay	1998-2009	MIS	1,54***	(0,65)	-2,61***	(1,10)	0,96***	(0,04)	2,78	(0,73)	2532
Monge-González et al. (2011)	Costa Rica	2006-2007	CRIS	-8,80**	(4,59)	18,86**	(10,13)	1,02***	(0,05)	2,18	(0,14)	208
Álvarez et al. (2011)	Chile	1995, 1998, 2001, 2007	ChNIS	-1,99	(2,79)	0,30	(2,50)	1,74***	(0,63)	2,32	(0,31)	2049

Fuente: Ver bibliografía según autores y año.

Nota: Entre paréntesis errores estándar robustos; * p<0,1; ** p<0,05; *** p<0,01.

Cuadro 2

Estadísticos descriptivos según existencia y tipo de innovación. Empresas manufactureras (2004-2010)^(a)

	Sin innovación	Sólo innovación de proceso	Sólo innovación de producto	Ambas innovaciones	Total
Número de Empresas	4357	3218	3099	9113	19787
Variación trianual de empleo ^(b)	-7,49	-3,31	-4,42	-0,38	-3,04
Proporción de ventas de productos antiguos	100	100	60,64	61,68	76,19
Proporción de ventas de productos nuevos para el mercado	0	0	15,56	15,44	9,55
Proporción de ventas de productos nuevos para la empresa	0	0	23,81	22,88	14,26
Variación de ventas de productos antiguos (nominal)	-4,27	4,21	-37,97	-34,60	-22,14
Variación de ventas de productos antiguos (real)	-12,69	-4,31	-45,43	-42,27	-30,08
Variación de ventas de productos nuevos para el mercado (nominal)	0	0	15,82	16,22	9,95
Variación de ventas de productos nuevos para la empresa (nominal)	0	0	23,29	23,72	14,57
Variación de ventas de productos nuevos (nominal)	0	0	39,11	39,94	24,52
Variación de ventas de productos nuevos (real)	0	0	31,65	32,26	19,82
Variación de ventas totales (real)	-12,69	-4,31	-6,32	-2,34	-5,56
Variación de productividad (base 2005)	1,17	2,78	1,02	1,47	1,55
Variación de precios (%)	8,43	8,52	7,46	7,68	7,95

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos PITEC (2004-2010)

Notas: (a) Las variaciones descritas corresponden a los siguientes a periodos trianuales: 2004-2007, 2005-2008, 2006-2009, 2007-2010. (b) La muestra final está compuesta por las empresas que disponen de variaciones trianuales con un crecimiento promedio menor al percentil 99, en todas las variaciones de número de empleados, ventas, tanto para el total, como distinguiendo por productos nuevos y antiguos.

Cuadro 3
Estadísticos descriptivos de instrumentos evaluados por tipos de innovación (2004-2010)

	Sin innovación	Sólo innovación de proceso	Sólo innovación de producto	Ambas innovaciones	Total	
Fuentes ^{(a)(b)}	Dentro empresa o grupo	1,50	3,00	3,20	3,50	2,90
	Proveedor equipo	1,30	2,40	2,30	2,70	2,30
	Clientes	1,30	2,10	2,60	2,90	2,30
	Competidores	1,30	1,80	2,20	2,40	2,00
	Consultores, laboratorios e institutos privados	1,20	1,80	1,80	2,10	1,80
	Universidades	1,20	1,50	1,60	1,80	1,60
	Organismos públicos de investigación	1,10	1,40	1,50	1,70	1,50
	Centros tecnológicos	1,20	1,60	1,70	2,00	1,70
	Conferencias, ferias, exposiciones	1,20	1,80	2,10	2,40	2,00
	Revistas científicas, publicaciones técnicas	1,20	1,70	2,00	2,20	1,90
	Asociaciones profesionales o industriales	1,20	1,60	1,70	1,90	1,70
Efectos ^{(a)(b)}	Aumento gama de bienes	1,40	2,10	3,10	3,30	2,70
	Aumento mercado	1,50	2,20	2,90	3,20	2,70
	Mejora calidad de bienes	1,40	2,50	3,00	3,30	2,70
	Mejora flexibilidad de la producción	1,30	2,80	2,10	3,00	2,40
	Aumento capacidad de producción	1,30	2,70	2,10	3,00	2,40
	Reducción de costes laborales	1,20	2,40	2,00	2,80	2,20
	Reducción de materiales y energía	1,30	2,20	1,90	2,60	2,20
	Reducción de impacto ambiental	1,30	2,20	2,20	2,70	2,20
	Cumplimiento de reglamentos	1,10	1,30	1,40	1,50	1,30
Esfuerzo en I+D (Existencia media de gasto en I+D interna) ^(c)	0,73	2,06	2,42	2,73	2,12	
Existencia continua de I+D interna (%) ^(d)	16,57	36,36	64,62	73,01	53,01	
Gasto medio en I+D (% sobre ventas) ^(e)	1,48	2,93	4,42	4,77	3,67	

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos PITEC (2004-2010)

Notas: (a) Fuentes y Efectos, el valor presentado en cada categoría corresponde a una media considerando las siguientes categorías de respuestas: No Aplica o sin importancia (1), baja importancia (2), importancia media (3), importancia relevante (4). (b) Aunque las empresas no realicen innovación de proceso o producto, pueden realizar alguna otra innovación (organizativa o comercial) y por lo tanto responden estas preguntas respecto a dichas innovaciones. (c) Esfuerzo en I+D (existencia media de gasto en innovación interna durante los últimos tres años). (d) Variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa tiene gasto en I+D interna en los últimos tres años (e) Gasto promedio en I+D respecto a ventas.

Cuadro 4
Estimaciones por MCO y VI

	MCO					VI				
	2004-2007	2005-2008	2006-2009	2007-2010	Total	2004-2007	2005-2008	2006-2009	2007-2010	Total
Constante	3,91** (1,39)	0,36 (1,28)	12,72*** (0,86)	13,43*** (0,89)	-1,98* (0,91)	-0,66 (1,97)	-4,28* (1,93)	9,21*** (1,54)	11,61*** (1,42)	-5,44*** (1,01)
Sólo innovación de proceso	-8,63*** (1,95)	-11,30*** (1,78)	-5,98*** (1,26)	-2,44* (1,20)	-7,05*** (0,89)	-3,57 (2,34)	-6,57** (2,22)	-2,61 (1,75)	-0,64 (1,64)	-3,73*** (0,99)
Crecimiento de ventas de productos nuevos	0,75*** (0,02)	0,77*** (0,02)	0,82*** (0,02)	0,82*** (0,01)	0,79*** (0,01)	0,90*** (0,05)	0,92*** (0,04)	0,95*** (0,05)	0,90*** (0,05)	0,90*** (0,02)
Número de empresas	4518	5259	5132	4873	19784	4518	5259	5132	4873	19785
R2	0,45	0,43	0,31	0,29	0,36	0,39	0,41	0,44	0,47	0,44
R2 primera etapa						0,38	0,41	0,44	0,47	0,44
Test de Sargan						1,98	0,11	0,40	1,26	2,99
p-valor						0,37	0,94	0,81	0,53	0,22
Test de endogeneidad						11,60	11,30	7,90	2,90	26,50
p-valor						0,00	0,00	0,00	0,09	0,00

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos PITEC (2004-2010)

Notas: Errores estándar entre paréntesis. Coeficientes y errores estándar robustos a heterocedasticidad. * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001. Instrumentos: Efecto de la innovación para la ampliación de la gama de bienes y servicios, efecto de la innovación para la calidad de bienes y servicios y esfuerzo en I+D.

Cuadro 5
Estimaciones por MCO distinguiendo entre
productos nuevos para el mercado y para la empresa

	2004-2007	2005-2008	2006-2009	2007-2010	Total
Constante	2,43 (1,35)	-1,20 (1,27)	12,15*** (0,85)	13,11*** (0,90)	-2,90** (0,94)
Sólo innovación de proceso	-7,09*** (1,93)	-9,68*** (1,77)	-5,37*** (1,26)	-2,11 (1,21)	-6,15*** (0,75)
Crec. ventas de productos nuevos para la empresa	0,81*** (0,03)	0,83*** (0,02)	0,87*** (0,02)	0,84*** (0,02)	0,84*** (0,01)
Crec. ventas de productos nuevos para el mercado	0,82*** (0,02)	0,85*** (0,02)	0,83*** (0,02)	0,84*** (0,03)	0,82*** (0,01)
Número de empresas	4481	5218	5088	4829	19628
R2	0,44	0,43	0,31	0,29	0,36

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos PITEC (2004-2010)

Notas: Errores estándar entre paréntesis. Coeficientes y errores estándar robustos a heterocedasticidad. * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001. (a) Los totales trianuales son menores respecto a las anteriores estimaciones. También se restringió la estimación eliminado los casos del último percentil.

Cuadro 6
Estimaciones por tamaño de la empresa

MCO	Empresas de menos de 200 trabajadores					Empresas de 200 o más trabajadores				
	2004-2007	2005-2008	2006-2009	2007-2010	Total	2004-2007	2005-2008	2006-2009	2007-2010	Total
Constante	1,25	1,08	13,01***	15,13***	-2,78*	3,63	-3,6	9,85***	14,47***	-0,54
	2,61	2,17	1,64	1,59	1,38	2,13	1,93	1,75	1,86	1,52
Sólo innovación de proceso	-10,13***	-11,23***	-4,83***	-1,83	-6,96***	-3,47	-11,30*	-12,51***	-5,64	-7,32***
	2,29	1,92	1,35	1,30	1,00	3,60	4,59	3,51	3,13	1,94
Crecimiento ventas de productos nuevos	0,73***	0,75***	0,82***	0,83***	0,78***	0,79***	0,88***	0,83***	0,78***	0,82***
	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,04	0,05	0,02
Nº de empresas	3466	4234	4238	4016	15963	1052	1025	894	857	3821
R2	0,45	0,43	0,31	0,29	0,36	0,4291	0,4114	0,3092	0,2983	0,344
Variables Instrumentales	Empresas de menos de 200 trabajadores					Empresas de 200 o más trabajadores				
	2004-2007	2005-2008	2006-2009	2007-2010	Total	2004-2007	2005-2008	2006-2009	2007-2010	Total
Constante	-5,79**	-2,80	10,28***	9,72***	-7,71***	-1,77	-8,56	2,69	15,85***	-2,48
	2,05	1,93	1,55	1,41	1,07	4,31	4,94	4,92	4,51	2,56
Sólo innovación de proceso	-6,10*	-6,63**	-1,66	0,40	-3,54***	2,36	-6,54	-6,08	-6,92	-5,38*
	2,68	2,41	1,79	1,70	1,05	5,35	5,61	5,20	4,99	2,54
Crecimiento ventas de productos nuevos	0,85***	0,89***	0,95***	0,92***	0,90***	0,98***	1,03***	1,09***	0,73***	0,89***
	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,12	0,14	0,17	0,15	0,07
Nº de empresas	3466	4234	4238	4016	15963	1052	1025	894	857	3822
R2	0,38	0,41	0,44	0,48	0,44	0,42	0,45	0,44	0,46	0,47
R2 primera etapa	0,19	0,19	0,17	0,17	0,17	0,16	0,17	0,14	0,16	0,14
Test de Sargan	2,59	0,12	0,12	2,2	3,3	0,15	0,43	1,76	0,47	0,82
p-valor	0,27	0,93	0,94	0,33	0,18	0,92	0,80	0,41	0,82	0,18
Test de endogeneidad	7,10	9,90	7,40	4,30	26,8	3,81	1,71	1,32	0,60	1,32
p-valor	0,01	0,00	0,01	0,04	0,00	0,05	0,19	0,25	0,44	0,25

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos PITEC (2004-2010)

Nota: Errores estándar entre paréntesis. Coeficientes y errores estándar robustos a heterocedasticidad. * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

Cuadro 7
Estimaciones para todos los trienios

	MCO	Pooled VI	FE2SLS	RE2SLS
Constante	-1,98* (0,91)	-5,44*** (1,01)		-4.47** (1.38)
Sólo innovación de proceso	-7,05*** (0,89)	-3,73*** (0,99)	-6,11* (2,87)	-4.29*** (1.17)
Crecimiento ventas de productos nuevos	0,79*** (0,01)	0,90*** (0,02)	0,81*** (0,10)	0.88*** (0.03)
Año 2005-2008	5,27*** (0,67)	5,07*** (0,74)	5,23*** (0,66)	4.98*** (0.65)
Año 2006-2009	17,29*** (0,73)	17,78*** (0,76)	18,08*** (1,00)	17.94*** (0.68)
Año 2007-2010	17,34*** (0,78)	17,82*** (0,77)	18,18*** (1,06)	18.00*** (0.69)
Nº de empresas	19784	19785	19390	19785
R2	0,36	0,44	0,31	0,44
Test de Sargan		2,99	3,04	3.12
p-valor		0,22	0,22	0.21
Test de Hausman (FE2SLS & RE2SLS)				39,01 (0,049)

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos PITEC (2004-2010)

Notas: Errores estándar entre paréntesis. Coeficientes y errores estándar robustos a heterocedasticidad. * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

Cuadro 8
Contribución de la innovación al crecimiento del empleo

	2004-2007	2005-2008	2006-2009	2007-2010	Total
Crecimiento del empleo	4,0	1,7	-7,7	-11,8	-3,6
Contribuciones:					
Tendencia en productividad en la producción de bienes antiguos	-7,5	-2,0	12,2	12,9	5,0
Efecto bruto de la innovación de proceso en la producción de bienes antiguos	-0,6	-1,1	-0,4	-0,1	-0,6
Contribución del crecimiento de la producción de bienes antiguos	3,9	1,1	-8,3	-9,6	-3,5
Contribución neta de la innovación de producto	8,1	3,6	-11,2	-15,0	-4,5
Contribución de ventas de productos antiguos	-17,6	-22,8	-31,0	-33,6	-26,6
Contribución de ventas de productos nuevos	25,6	26,4	19,8	18,6	22,1
Contribución de ventas de productos nuevos para la empresa	15,1	15,7	11,8	11,3	13,1
Contribución de ventas de productos nuevos para el mercado	10,6	10,7	8,1	7,2	8,9

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos PITEC (2004-2010)

Cuadro 9

Contribución de la innovación al crecimiento del empleo según el tamaño de la empresa

Empresas de 200 o más trabajadores	2004-2007	2005-2008	2006-2009	2007-2010	Total
Crecimiento del empleo de las empresas	7,8	5,8	-1,2	-4,6	2,2
Contribuciones:					
Tendencia en productividad en producción de bienes antiguos	-7,8	-6,2	7,1	16,3	4,5
Efecto bruto de la innovación de proceso en la producción de bienes antiguos	0,4	-1,0	-0,8	-0,9	-0,8
Contribución del crecimiento de la producción de bienes antiguos	3,5	3,4	-2,3	-3,6	0,1
Contribución neta de la innovación de producto	11,7	9,6	-5,1	-16,4	-1,6
Contribución de ventas de productos antiguos	-15,2	-18,0	-28,5	-32,8	-23,5
Contribución de ventas de productos nuevos	26,9	27,6	23,3	16,4	22,0
Contribución de ventas de productos nuevos para la empresa	16,1	16,9	14,1	9,6	13,1
Contribución de ventas de productos nuevos para el mercado	10,8	10,7	9,2	6,9	8,9
Empresas de menos de 200 trabajadores	2004-2007	2005-2008	2006-2009	2007-2010	Total
Crecimiento del empleo de las empresas	2,8	0,7	-9,1	-13,4	-5,1
Contribuciones:					
Tendencia en productividad en producción de bienes antiguos	-6,5	-0,8	12,6	12,6	5,2
Efecto bruto de la innovación de proceso en la producción de bienes antiguos	-1,0	-1,1	-0,3	0,1	-0,6
Contribución del crecimiento de la producción de bienes antiguos	4,1	0,6	-9,6	-10,9	-4,4
Contribución neta de la innovación de producto	6,2	2,0	-11,8	-15,1	-5,3
Contribución de ventas de productos antiguos	-18,3	-23,9	-31,5	-33,7	-27,3
Contribución de ventas de productos nuevos	24,5	25,9	19,7	18,6	22,0
Contribución de ventas de productos nuevos para la empresa	14,3	15,4	11,7	11,5	13,1
Contribución de ventas de productos nuevos para el mercado	10,1	10,6	8,1	7,1	8,9

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos PITEC (2004-2010)