

Innovación y empleo: evidencia a nivel de firma para Colombia.*

Martha López^{**}

Hector Zárate^{***}

Resumen

La innovación tecnológica es reconocida como uno de los factores determinantes del crecimiento económico. La innovación en variedades, en calidad y la disminución de costos resultante de la misma son variables que explican el crecimiento económico de acuerdo con modelos seminales como los de Grossman y Helpman (1993). Una pregunta relacionada pero que a nivel teórico parece no tener una respuesta concluyente, es cuál es el impacto de la innovación tecnológica sobre el empleo. El objetivo de este estudio es doble. En primer lugar se presenta evidencia empírica del efecto neto de la innovación sobre el empleo a nivel de firma en Colombia utilizando un modelo teórico simple pero estructural. En segundo lugar, dado que la metodología econométrica requiere el uso de variables instrumentales, se propone un estudio donde se tenga en cuenta la incertidumbre en la relación entre las variables instrumentales y el error aleatorio. Esto se hace implementando técnicas bayesianas. Nuestros resultados muestran que, en línea con los resultados encontrados para otros países, la innovación en productos es una fuente importante de generación de empleo y explica parte del crecimiento del empleo en Colombia, mientras que, a diferencia de otros países de Latinoamérica y Europa, no hay evidencia que la innovación en procesos tienda a desplazar el empleo.

*Agradecemos a Hernando Vargas, a Eduardo Sarmiento Gómez, María Teresa Ramírez por comentarios a versiones anteriores del documento. También agradecemos al DANE por el acceso a las bases de datos correspondientes y a Juan Camilo Osorio y Santiago Figueroa por su asistencia de investigación. Las opiniones expresadas en el documento son aquellas de los autores y no representan las de Banco de la República o su Junta Directiva.

**Investigadora, Unidad de investigaciones, Banco de la República. mlopezpi@banrep.gov.co

***Econometrista, Unidad de econometría, Banco de la República.

Keywords: Innovación, empleo, Colombia, encuestas de innovación.

JEL D2, J23, L1, O31, O33.

1. Introducción

La innovación tecnológica es reconocida como uno de los factores determinantes del crecimiento económico. La innovación en variedades, en calidad y la disminución de costos resultante de la misma son variables que explican el crecimiento económico de acuerdo con modelos seminales como los de Grossman y Helpman (1993). Es por esto que países desarrollados y en desarrollo consideran importante la introducción de políticas que promuevan la innovación a nivel de firmas. Adicionalmente, su impacto sobre el empleo es de particular importancia aunque sus interrelaciones no son bien conocidas. De un lado, el impacto sobre el empleo en el largo plazo ha mostrado ser positivo a través del incremento en la demanda de productos de la firma. Pero las innovaciones relacionadas con procesos productivos con frecuencia tienen un efecto de desplazamiento sobre el mismo.

La innovación se puede catalogar de dos formas, innovación en los productos e innovación de los procesos de producción. Las innovaciones que mejoran el rango o la calidad de los productos ofrecidos por las firmas también tenderán a incrementar el nivel de producto de la firma y por tanto el empleo. De otro lado, un cambio técnico (en el sentido de Hicks) estará asociado con la combinación de factores y este puede tener un efecto positivo o negativo sobre el empleo. El objetivo de este estudio es doble. En primer lugar se investiga el efecto neto de la innovación sobre el empleo a nivel de firma en Colombia utilizando un modelo ampliamente utilizado en la literatura acerca de la relación entre innovación y empleo: el modelo propuesto por Harrison et al. (2008). Este modelo, simple pero formal, tiene en cuenta los efectos estructurales entre innovación y empleo. En el modelo se presenta una relación entre el crecimiento del empleo de las firmas y la introducción de procesos de innovación y los dos componentes de las ventas: productos “viejos” y “productos nuevos o mejorados substancialmente.”

En segundo lugar, la metodología econométrica que se propone es una metodología que no se ha utilizado anteriormente en los estudios relacionados con innovación y desempleo. En particular, como la estimación econométrica debe hacerse con el uso de variables instrumentales (debido a problemas de endogeneidad), nosotros proponemos un estudio donde se tenga en cuenta la incertidumbre en la relación entre las variables instrumentales y el error aleatorio. Esto se hace implementando técnicas bayesianas.

En cuanto a las relaciones a analizar, primero se analiza el impacto de la innovación para la industria manufacturera como un conjunto. Luego, se estudia la generación de empleo a nivel de empleo calificado o no calificado. También se analiza la relación entre innovación y empleo a nivel de firmas exportadoras y no exportadoras y a nivel de firmas de alta y baja tecnología. Finalmente, se utilizan las estimaciones para el total de la industria manufacturera para hacer una descomposición del crecimiento del empleo en componentes relacionados con la productividad, la venta de productos viejos, la productividad derivada del proceso de innovación y el asociado al crecimiento de productos nuevos.

Nuestros resultados muestran que, en línea con los resultados encontrados para otros países con técnicas econométricas diferentes, la innovación en productos es una fuente importante de generación de empleo y explica parte del crecimiento del empleo en Colombia, mientras que (a diferencia de otros países de Latinoamérica y Europa) la innovación en procesos no tienden a desplazar el empleo.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera. La sección 2 es una breve revisión de la literatura al respecto del tema. La sección 3 presenta el modelo teórico. La sección 4 es una descripción de nuestra propuesta de estimación econométrica. La sección 5 describe los datos. La sección 6 presenta los resultados de las estimaciones. En la sección 7 se presenta la descomposición del crecimiento del empleo. En la Sección 8 discutimos la robustez de los resultados y la sección 9 concluye.

2. Revisión de Literatura

Muchos de los estudios de los años 50's acerca del efecto de la innovación sobre el empleo eran estudios de caso o de firmas particulares. Generalmente se encontraba que había destrucción de empleo después de la introducción de nuevas técnicas. Sin embargo, dichos trabajos no se tenía encuentra el efecto de la expansión del producto de la innovación e ignoraban el contrafactual de qué hubiese pasado si las firmas no hubiesen innovado. Posteriormente, se desarrollaron trabajos estadísticos y econométricos para analizar el anterior problema. Muchos estudios, que seguían a Salter (1966), se enfocaron en trabajos a nivel de la industria. Salter reportaba una relación positiva del crecimiento de la productividad total de los factores con el crecimiento del empleo en Inglaterra. Basado en una tecnología Hicks-neutral, en el análisis de Salter para la industria británica encuentra que 1) Las industrias con ganancias en tasas de productividad tendían a pasar su resultado a los hogares en la forma de precios relativos más bajos en lugar que al trabajo como salarios más altos. (2) Aquellas industrias en las cuales la tasa de ganancias en productividad fue lo suficientemente rápida como para permitir disminuciones en los precios relativos también fueron industrias donde se experimentó la mayor ganancia en el producto. (3) En general, el crecimiento del producto en las industrias con altas ganancias de productividad ha sido suficiente para más que compensar las pérdidas en el empleo originadas en el incremento de la productividad. Industrias con incrementos en el producto por trabajador por encima del promedio en general también reportaron incrementos en el empleo por encima del promedio.

Otro trabajo, ya a nivel de empresa, es el de Entorf y Pohlmeier (1990), quienes analizan una amplia muestra de firmas alemanas en 1984. Tienen un modelo simultáneo de exportaciones, innovación y empleo que presenta evidencia que la innovación en producto (pero no en proceso) incrementa significativamente el empleo. Un trabajo con un modelo estructural más reciente es el de Van Reenen (1997) en el cual bajo un enfoque microeconómico se estima la elasticidad de sustitución entre capital y trabajo para un panel de datos de Inglaterra en el período 1976-1982. Allí se encuentra que la innovación tecnológica está asociada con mayor empleo a nivel de firma y que

las firmas grandes tienden a innovar más.

Más recientemente, Harrison et al. (2008) desarrollan y estiman un modelo estructural para el caso de cuatro países europeos (Alemania, Francia, España y Reino Unido) y encuentran una contribución importante de la innovación en producto en el crecimiento del empleo en todos los países. Así mismo, Benavente y Lauterbach (2008) aplicaron la misma metodología para Chile, Hall et al. (2008) para Italia, y Crespi y Tacsir (2011) para cuatro países Latinoamericanos (Chile, Uruguay, Costa Rica y Argentina) encontrando resultados similares. En todos estos casos, se utilizó la metodología tradicional de variables instrumentales sin tener en cuenta la incertidumbre en la correlación entre los instrumentos y el término de error de la regresión a estimar. En todos los casos se encuentra que el efecto compensación es mayor al efecto desplazamiento sobre el empleo.

Por el contrario, hay alguna evidencia que el impacto de la innovación sobre el empleo es negativo. Por ejemplo Klette y Forre (1998) analizan el caso de Noruega entre 1982 y 1992 relacionando el crecimiento neto del empleo a nivel de firma con características de la misma (como si la firma pertenece a firmas con I&D o no, y el tamaño de la firma). El modelo es un modelo de forma reducida y los resultados muestran que controlando por diferencias en la industria, las plantas con I&D crean menos empleo que las firmas sin I&D.

En conclusión, los estudios difieren en los modelos y métodos utilizados y más específicamente, en la manera como abordan la endogeneidad y la heterogeneidad. Algunos son simples relaciones de correlación y otros la estimación de relaciones de forma reducida y muy pocas han tratado una aproximación más estructural. En los diferentes estudios hay evidencia mixta en los resultados acerca del impacto de la innovación del efecto desplazamiento y el efecto compensación sobre el empleo, aunque predomina la evidencia de un impacto positivo.

Para el caso de Colombia, no existen estudios al respecto, y en ese sentido este trabajo pretende ayudar a llenar ese vacío.

3. Empleo e innovación a nivel de firma.

3.1. Innovación en procesos e innovación en productos

Los efectos de la innovación tecnológica en el empleo a nivel de firma dependen de si la innovación se hace a nivel de proceso de producción (el cual cambia la función de producción) o a nivel de innovación en productos (la cual cambia la función de demanda). La primera tiene un impacto directo sobre la productividad y los costos unitarios y por tanto es más probable que esté asociada a reducciones en las cantidades de factores de producción. Por lo tanto tendería a desplazar trabajo por unidad de producto. No obstante, la reducción en los costos unitarios podría resultar en una disminución de precios, lo cual estimularía la demanda de productos y por tanto el empleo. La magnitud de estos efectos desplazamiento y compensación depende en gran medida de la elasticidad de la demanda por los productos de la firma. En cuanto a la innovación de productos, en ausencia de cualquier elemento en el proceso, un nuevo producto generará nueva demanda y esto debería elevar la demanda por trabajo. Por supuesto, si una firma produce múltiples productos, los bienes nuevos pueden desplazar a los productos viejos lo cual reducirá la expansión consolidada en la demanda por trabajo.

Teóricamente, los efectos de la innovación son ambiguos y por tanto es un problema empírico determinar cuales son los factores que dominan. A continuación presentamos el modelo teórico que seguimos para hacer las estimaciones econométricas.

3.2. Modelo Teórico

El modelo teórico es el desarrollado y presentado en Harrison et al. (2008). Una firma puede producir dos tipos de bienes: productos viejos o marginalmente modificados (productos viejos), denotado $i = 1$, y productos nuevos o significativamente mejorados, (productos nuevos), denotados $i = 2$. Se observa a la firma durante dos años diferentes $t = 1$ y $t = 2$. La producción de productos viejos y nuevos en el año t se denota

respectivamente Y_{1t} y Y_{2t} . En $t = 1$ todos los productos son viejos por definición, es decir $Y_{21} = 0$. Si en $t = 2$ no se introducen productos nuevos, $Y_{22} = 0$.

La función de producción de productos tanto viejos como nuevos presenta retornos constantes a escala en el capital (K_{it}), el trabajo (L_{it}) y los insumos intermedios (M_{it}). Dicha función puede ser escrita como dos funciones de producción idénticas y separables que tienen asociados parámetros de eficiencia θ Hicks-neutrales diferentes.

$$Y_{it} = \theta_{it} F(K_{it}, L_{it}, M_{it}) \exp^{\eta + \omega_{it}} \text{ con } i = 1 \text{ y } t = 1, 2 \text{ y } i = 2 \text{ y } t = 2$$

Donde η representa los efectos fijos idiosincráticos no-observados a la firma y ω representa los choques de productividad asociados a todos los cambios en la función de producción por razones diferentes al desarrollo tecnológico (es decir, inversiones no observadas, explosiones en la utilización de la capacidad, problemas laborales y de organización temporales). Se entiende que son choques de productividad no-tecnológicos.

Las decisiones sobre el uso de insumos (como el empleo) se realizan con base en una política de minimización de costos.

$$C(W_{it}, Y_{it}, \theta_{it}) = C(W_{it}) \frac{Y_{it}}{\theta_{it} \exp^{\eta + \omega_{it}}} + F_i$$

donde el costo marginal, $C(W)/\theta e^{\eta + \omega}$, es una función del vector de precios de los insumos y F representa costos fijos.

Utilizando el lema de Shepard, las demandas de trabajo para productos viejos y nuevos, respectivamente son:

$$L_{1t} = C_{wl}(W_{1t}) \frac{Y_{1t}}{\theta_{1t} e^{\eta + \omega_{1t}}} \text{ para } t = 1, 2$$

$$L_{22} = C_{wl}(W_{22}) \frac{Y_{22}}{\theta_{22} e^{\eta + \omega_{22}}} \text{ si } Y_{22} = 0$$

donde $C_{wl}(\cdot)$ representa la derivada de $C(\cdot)$ con respecto al salario. Se puede asumir, por simplicidad que $C_{wl}(W_{11}) = C_{wl}(W_{12}) = C_{wl}(W_{22})$ es decir que los precios de los insumos permanecen constantes e iguales durante los dos períodos para productos viejos y productos nuevos

La tasa de crecimiento del empleo durante los años de análisis se puede escribir como:

$$\frac{\Delta L}{L} \simeq \frac{L_{12} + L_{22} - L_{11}}{L_{11}} = \frac{L_{12} - L_{11}}{L_{11}} + \frac{L_{22}}{L_{11}} \simeq \ln\left(\frac{L_{12}}{L_{11}}\right) + \frac{L_{22}}{L_{11}}$$

Donde por convención la tasa de crecimiento de productos nuevos se define como $\frac{L_{22}}{L_{11}}$. Con base en esta descomposición y las ecuaciones derivadas de demanda por trabajo se puede escribir la siguiente ecuación para el crecimiento del empleo:

$$\frac{\Delta L}{L} = -[\ln(\theta_{12}) - \ln(\theta_{11})] + [\ln(Y_{12}) - \ln(Y_{11})] + \frac{\theta_{11}Y_{22}}{\theta_{22}Y_{11}} - (w_{12} - w_{11}) \quad (1)$$

Se infiere que el crecimiento del empleo depende de cuatro componentes: (i) el cambio en la eficiencia de los procesos de producción de los productos viejos (ii) la tasa de cambio de la demanda de estos productos en el tiempo, (iii) la expansión en la producción atribuida a la demanda de productos nuevos, y (iv) el impacto de los choques a la productividad.

Se espera que un incremento en el cambio en la eficiencia de los procesos de producción de productos viejos sea mayor en las firmas que introducen innovación en los procesos de producción. De otra parte, el impacto que tenga la innovación en el crecimiento del empleo depende de la eficiencia relativa entre producir productos viejos y nuevos (θ_{11}/θ_{22}). Si los productos nuevos son producidos con mayor eficiencia que los productos viejos, es decir si la razón es menor a uno, el empleo no crece uno a uno con el crecimiento del producto de los nuevos productos.

3.3. Modelo Econométrico

El anterior modelo se puede escribir en forma de regresión econométrica de la forma

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

y_1 y y_2 son las tasas de crecimiento de los productos viejos y nuevos $[\ln(Y_{12}) - \ln(Y_{11})]$ y $\frac{\theta_{11}Y_{22}}{\theta_{22}Y_{11}}$, respectivamente. La variable d es una dummy igual a uno si la firma implementó innovación en “procesos únicamente” es decir, no asociados a la innovación en producto. El parámetro β captura la eficiencia relativa de la producción entre productos viejos y nuevos, θ_{11}/θ_{22} . El término u recoge el término de error y los choques a la productividad del modelo, $u = -(\omega_{12} - \omega_{11}) + \xi$. El parámetro α_0 representa

(menos) el crecimiento en la eficiencia de producción de productos viejos. Como la variable y_1 tiene un coeficiente igual a uno, para la estimación simplemente se puede sustraer de la variable dependiente. Por lo tanto, la ecuación (2) permite estimar dos efectos de interés sobre el empleo: el efecto bruto de la innovación en procesos o efecto desplazamiento, y el efecto bruto de la innovación en producto sobre el empleo.

3.3.1. Problemas de endogeneidad, identificación y medición

Cómo lo indica Harrison et al. (2008), la identificación y estimación consistente de los tres parámetros (α_0 , α_1 y β) depende de que las variables que representan innovación en procesos y en producto (d y y_2) no estén correlacionadas con el término de error u o, por lo menos, de la disponibilidad de instrumentos correlacionados con estas variables y no correlacionados con los choques de productividad recogidos en u .

Existen buenas razones para pensar que los choques de productividad no son predecibles perfectamente en el momento que se toman las decisiones de inversión en tecnología; por tanto, una estimación consistente de la ecuación (2) con MCO no es posible. Adicionalmente, si la inversión en tecnología estuviese positivamente relacionada con los choques de productividad ω (por ejemplo si dichas inversiones son estimuladas por un aumento en la utilización de la capacidad de la firma y el incremento en la productividad del trabajo resultante), y por lo tanto correlacionados negativamente con u , se esperaría un sesgo hacia abajo en los coeficientes de d y de y_2 , lo cual implicaría estimar un efecto desplazamiento de empleo por innovación en los procesos muy grande, y un impacto de la introducción de nuevos productos muy pequeño. Así que si la innovación de la firma está correlacionada con la productividad de la misma, la innovación en producto también va a estar correlacionada con la productividad de la firma. Dado que la productividad de la firma también aparece en el término de error de las ecuaciones de demanda por trabajo, la innovación en productos será endógena lo cual conlleva serios problemas de identificación.

En cuanto a los problemas de medición, en la estimación de la ecuación (2), es necesario sustituir el crecimiento en la producción real, por el crecimiento de las ventas nominales

(que es lo que se observa). Sabemos que $g_1 = \left(\frac{P_{12}Y_{12} - P_{11}Y_{11}}{P_{11}Y_{11}} \right)$ es la tasa de crecimiento de las ventas nominales de productos viejos, la cual se puede aproximar a $g_1 = y_1 + \pi_1$, donde $\pi_1 = \left(\frac{P_{12} - P_{11}}{P_{11}} \right)$. Por su parte, $g_2 = \left(\frac{P_{22}Y_{22}}{P_{11}Y_{11}} \right)$ es la tasa de crecimiento de las ventas a causa de los nuevos productos, la cual se puede aproximar a $g_2 = y_2(1 + \pi_2)$, donde $\pi_2 = \left(\frac{P_{22} - P_{11}}{P_{11}} \right)$. Sustituyendo g_1 y g_2 por y_1 y y_2 , respectivamente, en la ecuación (2) obtenemos:

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

y reordenando,

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

donde

$$v = -\pi_1 - \beta \pi_2 y_2 + u$$

sin embargo la ecuación (3) presenta problemas de endogeneidad, debido a que $g_2 = y_2(1 + \pi_2)$ esta correlacionado con el término $\beta \pi_2 y_2$ del nuevo término de perturbación. Este problema se puede solucionar mediante el uso de un instrumento para g_2 que este correlacionado con y_2 , que no este correlacionado con $y_2 \pi_2$ y que además no este correlacionado con los choques en la productividad (los instrumentos utilizados en las estimaciones se discuten en la sección 5.1)

De otra parte en la ecuación (3) el error compuesto v incluye la variable del cambio en los precios de los productos viejos π_1 en tanto que no podemos controlar por los cambios en los precios de los productos viejos. Sabemos que cualquier incremento en la eficiencia disminuye el costo marginal en la misma proporción. Por lo tanto, si las firmas están fijando su precio competitivamente o fijándolo como un margen sobre costo marginal, las variaciones en los precios probablemente serán proporcionales al incremento en la eficiencia (con signo contrario). Es decir que en ausencia de información sobre π_1 , lo que se identificaría sería es el efecto de la innovación en los procesos sobre el empleo neto del efecto compensador de las variaciones en el precio. Por lo cual, para evitar este problema, en el análisis econométrico, se tomaran los índices de

precios correspondientes de cada industria π como una proxy de π_1 .

En la práctica, lo que se estimará para corregir el problema de π_1 sera las :

$$l - (g_1 - \pi) = \alpha_0 + \alpha_1 d + \beta g_2 + v \quad (4)$$

donde

$$v = -(\pi_1 - \pi) - \beta \pi_2 y_2 + u$$

En todas las regresiones incluimos un conjunto de *dummies* de industria, pero sus coeficientes se restringen a que sumen cero para preservar la interpretación de la constante.

4. Método de Bayes

Las consideraciones anteriores conllevan a estimar un modelo en donde g_2 y $(l - g_1 - \pi)$ se determinan simultáneamente. Las técnicas econométricas con variables instrumentales se utilizan para evitar el sesgo de endogeneidad al incluir g_2 , que está correlacionado con el error aleatorio v y es una variable endógena. En esas técnicas los instrumentos están formados por un conjunto Z de variables correlacionadas con g_2 pero independientes del error aleatorio. La parte de la variación de g_2 que está correlacionada con v no puede ser utilizada para hacer inferencia de β . Así, el papel de la variable instrumental es proporcionar variación en g_2 independiente de v . Si el instrumento es débil se induce poca variación en g_2 y por consiguiente hay poca información en la muestra para estimar β y en el caso extremo la identificación del parámetro es inalcanzable.

En la literatura econométrica clásica se ha documentado que la presencia de instrumentos débiles causa problemas con la distribución asintótica del estimador de variables instrumentales ya que este estimador es la razón de momentos muestrales. En este artículo se utiliza una metodología basada en la función de verosimilitud que no utiliza la aproximación asintótica y con la cual se pueden obtener inferencias más precisas. La distribución conjunta de g_2 y $l - (g_1 - \pi)$ dado Z genera el siguiente modelo:

$$g_2 = \delta Z + \varepsilon \quad (5)$$

donde la ecuación estructural es

$$l - (g_1 - \pi) = \beta g_2 + x' \gamma + v \quad (6)$$

donde γ incluye los parámetros α_0 , α_1 y 22 *dummies* de industria. Por su parte x es una matriz que incluye el término constante, la *dummy* de si se introdujo innovación en “proceso únicamente” y las 22 *dummies* de industria. En la estimación, se utiliza el método de Gibbs que utiliza un procedimiento iterativo que construye una secuencia dependiente de los valores de los parámetros cuya distribución converge a la distribución posterior conjunta (ver Rossi *et al.* (2005)).

Para el método de Gibbs se requieren distribuciones conjugadas a priori estándar sobre los parámetros, en nuestro caso,

$$\begin{pmatrix} \varepsilon \\ v \end{pmatrix} \sim N \left(0, \Sigma = \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right)$$

donde la matriz de varianzas y covarianzas multivariada, Σ , se distribuye Inversa Wishart, IW , donde ρ mide la correlación entre los dos errores aleatorios. Un valor alto de ρ implica alta endogeneidad (en este ejercicio el valor inicial de ρ_0 se fijó en 0.8).

$$\Sigma \sim IW(\eta_0, S_0)$$

Por su parte el parámetro δ se distribuye

$$\delta \sim N(\bar{\delta}, A_\delta^{-1})$$

e inicialmente se fijó un valor de parámetro bajo, lo cual implica que tenemos un instrumento débil al comienzo de la cadena. Para los parámetros β y γ tenemos:

$$\begin{pmatrix} \beta \\ \gamma \end{pmatrix} \sim N \left(\begin{pmatrix} \bar{\beta} \\ \bar{\gamma} \end{pmatrix}, A_{\beta\gamma}^{-1} \right)$$

Una vez se fijan las distribuciones conjugadas o apriori, el método de Gibbs determina las distribuciones condicionales de la siguiente manera:

$$\beta, \gamma \mid \delta, \sum, g_2, (l - (g_1 - \pi)), x, z$$

$$\delta \mid \beta, \gamma, \sum, g_2, (l - (g_1 - \pi)), x, z$$

$$\sum \mid \beta, \theta, \delta, g_2, (l - (g_1 - \pi)), x, z$$

Finalmente, a partir de las distribuciones condicionales se construyen las distribuciones marginales posteriores para cada parámetro, los cuales cumplen con la característica de estacionariedad de la cadena de Markov, lo que indica que el instrumento causa efecto sobre g_2 (en nuestras estimaciones el instrumento es robusto porque el parámetro posterior de δ resultó alto (0.7)). Por lo tanto el instrumento utilizado (más adelante se describe el instrumento preferido) bajo este método elimina el problema de identificación que se presenta en variables instrumentales clásicas.

5. Datos.

La información fue tomada de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera colombiana, EDIT VI para los años 2011-2012 y de la

Encuesta Anual Manufacturera (EAM) de los mismos años. La EDIT recolecta información de todas las firmas registradas en la EAM. Esta información fue definida y depurada para mejorar la comparabilidad en términos de composición de la industria, tamaño de la cobertura, también ha sido limpiada de datos atípicos que puedan contaminar el análisis econométrico. El total de firmas es de 9023. En la tabla 1 presentamos la distribución de las firmas de acuerdo a su clasificación en alta o baja tecnología y exportadoras o no exportadoras. Del total de firmas en la encuesta, 21,0 por ciento corresponde a firmas de alta tecnología y 16,7 por ciento a firmas exportadoras.

De otro lado, para cada variable en la muestra, se pueden asignar a tres grupos, de acuerdo a si la firma reporta que no ha introducido ninguna innovación, ha introducido innovación solo en procesos o si ha introducido innovación en productos (las que han introducido innovación tanto en procesos como en productos no se distinguen de las que solo han introducido innovaciones en el producto.) En la tabla 2 se muestran las estadísticas descriptivas correspondientes a esta clasificación. Allí se observa que tan sólo cerca de 21 por ciento de las firmas hizo innovación tecnológica entre 2011-2012. El total de firmas que innovó en producto es mayor, 11.89 por ciento, al total de las firmas que innovó en proceso, 9.78 por ciento. Es evidente que las firmas innovadoras tienen un mejor comportamiento en términos de crecimiento del empleo. Esto es especialmente cierto en el caso de las firmas innovadoras en producto. Se presenta una situación similar en el caso de las ventas, las ventas de las firmas innovadoras crece más, en particular en el caso de las firmas innovadoras en producto. Además, es de resaltar que en el caso de las firmas innovadoras en producto se observa un proceso de canibalización de productos viejos. Pero el aumento notable en las ventas de los productos nuevos sugiere que el efecto compensación prevalece. La disminución en las ventas productos viejos de las firmas innovadoras en productos nuevos se muestra desagregada por sectores en la tabla 3. Allí se observa que las mayores caídas en las ventas de productos viejos de firmas innovadoras en producto se encuentran en sectores de baja tecnología.

Para el estudio econométrico, el estudio se hace a nivel de todas las firmas y también diferenciando entre firmas de alta y baja tecnología adoptando la clasificación de Eurostat. Adicionalmente, se analiza la generación de empleo a nivel de firmas

exportadoras o no exportadoras. Y finalmente, comparamos la generación de empleo diferenciando entre trabajo altamente calificado y no calificado. El trabajo altamente calificado se definió de acuerdo con la clasificación de la EDIT como aquellas personas que han completado estudios técnicos o más elevados.

5.1. Para el modelo econométrico

5.1.1. El instrumento de preferencia

El instrumento que se prefiere para la variable de interés, *crecimiento en las ventas por productos nuevos*, g_2 , es el de *incremento en el rango* el cual valora el impacto de la innovación sobre el incremento en la variedad de bienes y servicios producidos por la firma, de acuerdo a lo que las firmas reportan en la EDIT. La variable instrumento toma el valor de cero si la innovación no es relevante para el rango de bienes y servicios producidos por la firma, uno si el impacto es bajo, dos si es medio y tres si es alto. Otras preguntas relacionadas fueron el impacto de la innovación sobre el *incremento en su participación en el mercado* y sobre *la mejora de la calidad* de los bienes y servicios. La variable instrumental se puede interpretar como una medida del grado en el que la innovación en las firmas esta asociado con un incremento en la demanda por razones diferentes a cambios en los precios de los productos y la calidad.

5.1.2. Instrumentos alternativos para probar endogeneidad.

Otro instrumento que se utilizó basado en la respuesta de las firmas en la EDIT, fue la pregunta sobre la importancia de los *clientes como una fuente de información sobre innovación*. Finalmente, también se utilizó el indicador de *inversión continua en R&D* durante el período de análisis.

6. Resultados

En la tabla 4 encuentran los principales resultados de las estimaciones para el empleo total y el empleo calificado y no calificado. Allí, se pueden observar que los coeficientes α_1 y β que corresponden a los efectos brutos de la innovación en procesos únicamente y el efecto de la innovación en producto sobre el empleo, respectivamente. El coeficiente $\alpha_1 = 0,718$ es positivo, indicando que en el efecto neto de la innovación en proceso, el aumento en la demanda por productos viejos atribuible a la disminución de costos y precios predomina sobre el efecto desplazamiento del incremento en la productividad. En la tabla 5 se analiza la robustez de los resultados si incluimos como un instrumento adicional la interacción entre la innovación en proceso y la innovación en producto. Como se puede observar los resultados son robustos.

En cuanto al parámetro β , recordemos que este mide la eficiencia relativa en la producción de productos viejos y nuevos. Este coeficiente mayor que uno indica que no hay evidencia que los productos nuevos se produzcan con mayor eficiencia que los viejos. Como se mencionó en la sección 3.3.1, cualquier endogeneidad (debido a cambio en precios no observada o correlación con los choques de productividad no-tecnológicos) tenderá a producir un sesgo hacia abajo en este parámetro. Sin embargo, como se puede observar en las estimaciones el coeficiente es mayor que uno. Para verificar la precisión en la estimación de β , en los gráficos 1(a)-1(c), mostramos la distribución del parámetro para el empleo total y los correspondientes gráficos de convergencia y función de autocorrelación que nos indican que la cadena de Markov es estacionaria (resultados similares se obtienen para todas las estimaciones).

Diferenciando entre empleo calificado y no calificado (siendo trabajo calificado el 30 por ciento del empleo), hay una diferencia en el signo del parámetro α_1 . En el caso del empleo calificado este es negativo, lo cual indica que el efecto desplazamiento de la innovación en proceso es mayor que el efecto positivo sobre el empleo del aumento en la demanda por disminución de precios. Por el contrario, para el caso del trabajo no calificado, el efecto compensación de la innovación en procesos es mayor al efecto desplazamiento. Por su parte, la estimación del parámetro β es muy similar para los

dos tipos de empleo, al rededor de 1.3, lo cual indica que no hay evidencia de ganancias de productividad y ni efecto desplazamiento asociados con innovación en producto.

Siguiendo con los resultados para la industria de alta y baja tecnología, en la tabla 6 se observa que no existe diferencia entre los resultados para las firmas de alta y baja tecnología. Del mismo modo, en la tabla 7 podemos observar que los resultados entre las firmas exportadoras y no exportadoras son similares. Es de resaltar que en todas las estimaciones el parámetro β fue mayor que uno y su estimación tiene una desviación estándar muy baja. Esto confirma como se había sugerido en las estadísticas descriptivas que hay evidencia que la innovación en producto es un determinante importante en el crecimiento del empleo en Colombia. Por el contrario, la subdivisión de la muestra en estas categorías resulta en un coeficiente α_1 con una desviación estándar muy alta, lo cual hace incierto el resultado de la innovación en proceso a estos niveles.

7. Descomposición del crecimiento del empleo

Para resumir los resultados de las regresiones es útil descomponer el crecimiento en el empleo de acuerdo a la contribución de los diversos factores de la siguiente manera:

$$l = \sum_j (\hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_{0j}) ind_j + \hat{\alpha}_1 d + [1 - 1(g_2 > 0)] (g_1 - \pi_1) + 1(g_2 > 0) (g_1 - \pi_1 + \hat{\beta} g_2) + \hat{u} \quad (7)$$

Donde ind_j denota las *dummies* de la industria y $\hat{\alpha}_{0j}$ sus coeficientes estimados. Así, para una firma dada, el primer componente $\sum_j (\hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_{0j}) ind_j$ mide el cambio en el empleo atribuible a la *tendencia de la productividad en la producción de productos viejos* en la industria específica. El segundo componente $\hat{\alpha}_1 d$ estima el cambio en el empleo asociado al *efecto bruto de productividad del proceso de innovación* en la producción de productos viejos. El tercer componente $[1 - 1(g_2 > 0)] (g_1 - \pi_1)$ corresponde a cambios en el empleo, asociados al *crecimiento de la producción de pro-*

ductos viejos para firmas que no introducen productos nuevos. Finalmente, el cuarto $1 (g_2 > 0) (g_1 - \pi_1 + \hat{\beta}g_2)$, provee la *contribución neta de la innovación en los productos* (es decir después de permitir cualquier sustitución de productos nuevos por viejos a lo cual llamábamos canibalización de productos viejos). El término de perturbación \hat{u} es el componente residual con media cero. Para cada muestra, el componente del residuo, en promedio es igual a cero, por lo cual la tendencia en la producción de productos viejos se puede obtener al sustraer la suma de los otros componentes del crecimiento del empleo promedio.

Utilizando nuestra especificación preferida para el caso del empleo total encontramos los resultados reportados en la tabla 8. Allí, aplicamos esta descomposición a las cuatro muestras de las firmas manufactureras utilizando la proporción de firmas y promedios de la tabla 2 con los coeficientes obtenidos en la tabla 4 para obtener las correspondientes contribuciones al crecimiento del empleo. En la tabla 8 podemos observar que el componente incremental de la productividad, asociada con el parámetro α_0 es la fuente principal de la caída del empleo en este período en Colombia. Comparado con América Latina y Europa, el signo de esta contribución es el esperado. Sin embargo, el crecimiento el efecto bruto de la innovación en los procesos en la producción de productos viejos, 0,123, compensa parcialmente la destrucción en el empleo observada (esto como se dijo anteriormente puede deberse a la disminución en precios que aumenta la demanda de productos viejos). Es de notar que comparando con América Latina y Europa este resultado es opuesto donde el efecto desplazamiento por la innovación en proceso es el predominante. En cuanto a las firmas que no innovaron, la contribución del crecimiento del producto de los productos viejos fue muy baja. Algo similar puede decirse de la contribución al crecimiento del empleo de las firmas que innovaron en producto, pero el impacto es positivo a pesar de la contribución negativa de los productos viejos de las firmas innovadoras.

8. Robustez de las estimaciones

Para el análisis de robustez de las estimaciones presentadas, se utilizaron varios modelos con diferentes instrumentos y combinaciones de ellos. Estos se evaluaron de acuerdo con las pruebas estadísticas de diagnóstico de los modelos Bayesianos, las cuales tradicionalmente se basan en el análisis de los gráficos de convergencia y la función de autocorrelación para examinar la calidad de la mezcla de la cadena de Markov, como se explicó en la sección 6. Así como en el caso en que se utilizó el instrumento que mide el incremento rango de bienes y servicios, la mezcla de la cadena de Markov es adecuada y en consecuencia esta converge a la distribución objetivo estacionaria. La dependencia en la cadena de Markov, medida con la función de autocorrelación, sugiere que la mezcla es la mejor en el caso del incremento en el rango.

Adicionalmente, estos gráficos se complementan con pruebas de hipótesis utilizando las estadísticas: tamaño efectivo de la muestra TEM, eficiencia relativa del muestreador de Gibbs, error estándar numérico y el intervalo creíble. De acuerdo con las tablas 9-11, se observa que el instrumento incremento en el rango presenta un TEM grande, una eficiencia relativa baja y el error estándar numérico más bajo.

9. Conclusiones

Las relaciones teóricas acerca de la relación entre la innovación tecnológica y el empleo muestran que la innovación tecnológica puede ser una fuente de creación o de destrucción de empleo. Es así como determinar el efecto de la innovación sobre el empleo resulta ser un problema empírico.

En este documento presentamos evidencia del efecto de la innovación en el crecimiento del empleo en Colombia utilizando información a nivel de firma para el período 2011-2012. Nos basamos en un modelo estructural sencillo pero que tiene las relaciones básicas planteadas por diversos modelos teóricos, a saber, el efecto de la innovación en proceso puede tener un efecto desplazamiento o compensación y el de la innovación en producto cuyo efecto también puede ser positivo o negativo.

Lo que se observa en los datos para Colombia es que tanto el crecimiento en el empleo como en las ventas de las firmas innovadoras es mayor al de las firmas no innovadoras. Esto es particularmente cierto para el caso de las firmas innovadoras en producto. En cuanto al resultado de las estimaciones econométricas, donde utilizamos técnicas bayesianas, encontramos que el crecimiento del empleo en Colombia está asociado positivamente con la innovación en proceso probablemente debido a la disminución de precios que expande la demanda de productos y el empleo. De manera aún más concluyente, encontramos que la innovación en producto es una fuente importante de generación de empleo a nivel de empleo total y también cuando subdividimos la muestra entre trabajo calificado y no calificado, firmas de alta tecnología y baja tecnología y firmas exportadoras y no exportadoras. Estos resultados sugieren alta complementariedad entre los factores de producción en el caso de Colombia.

Es importante anotar que la generación de empleo por innovación en producto cuando la firma produce más de un bien tiene dos componentes cuyo efecto va en dirección opuesta: cuando una firma expande la producción de un producto nuevo puede desplazar la producción de productos viejos. Encontramos que en Colombia a pesar que las ventas de productos nuevos parecen canibalizar las ventas de productos viejos en alguna medida, el impacto de la innovación en producto sobre el crecimiento del empleo es positiva.

Referencias

- Benavente, J. M. and Lauterbach, R. (2008). Technological innovation and employment: complements or substitutes? *European Journal of Development Research*, 20(2):318–329.
- Crespi, G. and Tacsir, E. (2011). Effects of innovation on employment in Latin America. MPRA Paper 35429, University Library of Munich, Germany.
- Entorf, H. and Pohlmeier, W. (1990). Employment, innovation and export activity: evidence from firm-level data. In Florens, J., Ivaldi, M., and Laffont, J., editors, *Microeconometrics: Surveys and Applications*, pages 394–415. Oxford.
- Grossman, G. M. and Helpman, E. (1993). *Innovation and Growth in the Global Economy*, volume 1 of *MIT Press Books, The MIT Press*.
- Hall, B. H., Lotti, F., and Mairesse, J. (2007). Employment, Innovation, and Productivity: Evidence from Italian Microdata. NBER Working Papers 13296, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesse, J., and Peters, B. (2008). Does innovation stimulate employment? a firm-level analysis using comparable micro-data from four european countries. NBER Working Papers 14216, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Klette, J. and Forre, S. E. (1998). Innovation and job creation in a small open economy: evidence from Norwegian manufacturing plants 1982-92. *Economics of Innovation and New Technology*, 5(2-4):247–272.
- Rossi, P., Allenby, G., and McCulloch, R. (2005). *Bayesian Statistics and Marketing*. Wiley Series in Probability and Statistics, JWS.
- Salter, W. (1966). *Productivity and Technical Change*. Cambridge: Cambridge University Press, second edition.

Van Reenen, J. (1997). Employment and Technological Innovation: Evidence from U.K. Manufacturing Firms. *Journal of Labor Economics*, 15(2):255–284.

Índice de cuadros

1.	Porcentaje de Firmas por Industria	24
2.	Innovación en Procesos y en Productos, Crecimiento del Empleo y . . .	25
3.	Crecimiento en las ventas de productos viejos de firmas innovadoras en producto (2011-2012)	26
4.	Efecto de la innovación en el empleo (a)	27
5.	Efecto de la innovación en el empleo (b)	28
6.	Efecto de la innovación en el empleo por nivel Tecnológico	29
7.	Efecto de la innovación en el empleo: Exportadoras - No exportadoras .	30
8.	Contribución de la Innovación al Crecimiento del Empleo	31
9.	Robustez de las estimaciones: (α_0)	32
10.	Robustez de las estimaciones:(α_1)	32
11.	Robustez de las estimaciones:(β)	32

Tab. 1: Porcentaje de Firmas por Industria

CIU	Descripción	No exportadoras		Exportadoras	
		Número	%	Número	%
Alta Tecnología *					
24	Fabricación de sustancias y productos químicos	509	28,0	176	9,7
29	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	453	24,9	125	6,9
31	Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática	133	7,3	50	2,7
32	Fabricación de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones	11	0,6	5	0,3
34	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques	156	8,6	51	2,8
35	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte	47	2,6	10	0,5
33	Fabricación de instrumentos médicos, ópticos y de precisi. y fabric. de relojes	65	3,6	28	1,5
Baja Tecnología					
15	Elaboración de productos alimenticios y de bebidas	1445	20,0	131	1,8
16	Elaboración de productos de tabaco	2	0,0	2	0,0
17	Fabricación de productos textiles	327	4,5	72	1,0
18	Fabricación de prendas de vestir; adobo y teñido de pieles	814	11,3	189	2,6
19	Curtido y adobo de cueros; fabricación de maletas, bolsos de mano, artíc. de talab.	302	4,2	88	1,2
20	Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, exce mueb;	188	2,6	14	0,2
21	Fabricación de papel y de productos de papel	121	1,7	36	0,5
22	Actividades de edición e impresión y de reproducción de grabaciones	583	8,1	90	1,2
36	Fabricación de muebles; industrias manufactureras n.c.p	587	8,1	91	1,3
23	Fabricación de coque, productos de la refinación del petróleo y combust. nuclear	51	0,7	6	0,1
25	Fabricación de productos de caucho y plástico	600	8,3	140	1,9
26	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	377	5,2	54	0,7
27	Fabricación de metales comunes	132	1,8	41	0,6
28	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	636	8,8	94	1,3

*La definición sectorial de alta tecnología se basa en aquella utilizada por Eurostat y OECD, estimada usando la SIC de UK en 2007

Fuente: cálculos de los autores

Tab. 2: Innovación en Procesos y en Productos, Crecimiento del Empleo y Ventas en Colombia¹²

Número de Firmas	9032
No Innovadoras (%)	78,33
Innovadoras solo en Proceso (%)	9,78
Innovadoras en Producto (%)	11,89
[<i>Innovadoras en Procesos y Productos</i>]	[6.94]
Crecimiento del empleo (%)	
Todas las Firmas	-1,24
No Innovadoras	-2,41
Innovadoras solo en proceso	3,01
Innovadoras en producto	4,51
Crecimiento en las ventas ³ (%)	
Todas la firmas	9,04
No innovadoras	7,83
Innovadoras solo en proceso	9,28
Innovadoras en producto Total	16,74
Productos viejos	-15,01
Productos Nuevos	31,75
Crecimiento de la productividad	
Todas la firmas	3,75
No innovadoras	3,18
Innovadoras solo en proceso	2,34
Innovadoras en producto	3,52
Crecimiento de precios ⁴(%)	
Todas la firmas	-0,11
No innovadoras	-0,11
Innovadoras solo en proceso	-0,08
Innovadoras en producto	-0,13

¹ Tasas de crecimiento para el período 2011-2012

² Firmas con más de 10 empleados.

³ Crecimiento en las ventas es el promedio de la variable g y promedios para productos viejos y nuevos de las variables g_1 y g_2 , respectivamente

⁴ Precios se computan para el conjunto de industrias y se asigna a las firmas de acuerdo a su actividad

Tab. 3: Crecimiento en las ventas de productos viejos de firmas innovadoras en producto (2011-2012)

CIU	Descripción	Variación %
Alta Tecnología		
2412	Abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados	-27,99
2914	Hornos, hogares y quemadores industriales	-30,0
2921	Maquinaria agropecuaria y forestal	-20,97
2930	Aparatos de uso doméstico	-20,3
2915	Equipo de elevación y manipulación	-25,61
2919	Otros tipos de maquinaria	-22,24
3190	Otros tipos de equipo eléctrico	-27,01
3120	Aparatos de distribución y control de energía eléctrica	-18,24
3410	Vehículos automotores y sus motores	-15,9
3420	Carrocerías para vehículos automotores, fabricación de remolq. y semirremolq.	-21,79
3530	Fabricación de otros tipos de equipos de transporte	-17,5
3591	Motocicletas	-18,71
3320	Instrumentos ópticos y equipo fotográfico	-27,93
Baja Tecnología		
1593	Producción de malta, elaboración de cervezas y otras bebidas malteadas.	-25,33
1543	Alimentos para animales	-16,25
1530	Lácteos	-15,45
1551	Panadería y galletería	-13,62
1541	Productos de molinería	-10,14
1511	Conservación de carne y derivados	-9,72
1521	Frutas, legumbres y hortalizas	-7,33
1512	Conservación de pescado y derivados	-4,88
1522	Aceites y grasas vegetales y animales	-3,12
1542	Almidones y derivados	-40,67
1741	Confeción de artículos, excepto prendas de vestir.	-21,57
1939	Fabric. de maletas, bolsos, artículos similares, de talab. y guarnion. de cualquier material.	-69,12
1926	Partes del calzado	-29,25
2232	Fotomecánica y análogos	-54,5
3619	Fabricación de muebles	-26,58
3614	Colchones y similares	-24,36
3613	Fabricación de muebles	-22,29
2694	Cemento, cal y yeso	-21,56
2721	Básicas de metales preciosos	-6,4
2812	Tanques, depósitos y recipientes de metal	-36,74
2892	Fabricación de otros product. de metal y activi. de servic. ralac. con el trabajo de metales	-32,8

Fuente: Cálculos de los autores

Tab. 4: Efecto de la innovación en el empleo (a)

Instrumento: Incremento del Rango

		Parámetro	Media	Desv. Estándar	Intervalo de Confianza	
					5 %	95 %
Empleo Total	Constante	α_0	-0,924	1,653	-3,68	1,72
	Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	0,718	0,882	-0,74	2,14
	Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,329	0,077	1,2	1,5
Empleo Calificado	Constante	α_0	1,634	1,420	-0,74	3,94
	Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	-0,611	0,668	-1,67	0,53
	Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,299	0,058	1,2	1,4
Empleo no Calificado	Constante	α_0	-1,513	1,696	-4,34	1,33
	Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	0,868	0,974	-0,77	2,46
	Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,309	0,082	1,2	1,4

Fuente: Cálculos de los autores, incluyen 21 dummies de industria

Tab. 5: Efecto de la innovación en el empleo (b)

Instrumento: Incremento del rango con interacción de la innovación en los procesos y el crecimiento de las ventas por nuevos productos

		Parámetro	Media	Desv. Estándar	Intervalo de Confianza	
					5 %	95 %
Empleo Total	Constante	α_0	-0,954	1,721	-3,82	1,78
	Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	1,590	0,853	0,17	3
	Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,278	0,070	1,2	1,4
Empleo Calificado	Constante	α_0	1,557	1,442	-0,86	3,89
	Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	0,317	0,630	-0,69	1,33
	Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,237	0,051	1,2	1,3
Empleo no Calificado	Constante	α_0	-1,558	1,809	-4,58	1,44
	Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	1,694	0,937	0,17	3,17
	Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (g_2)	β	1,266	0,076	1,1	1,4

Fuente: Cálculos de los autores, incluyen 21 dummies de industria

Tab. 6: Efecto de la innovación en el empleo por nivel Tecnológico

	Alta Tecnología				Baja Tecnología			
	Parámetro	Media	Desv. Estándar	Intervalo de Confianza 5% 95%	Media	Desv. Estándar	Intervalo de Confianza 5% 95%	
1 Instrumento: Incremento del Rango								
Constante	α_0	-0,282	2,126	-3,68 3,33	-1,423	2,608	-5,72 3,03	
Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	0,248	1,843	-2,83 3,25	0,779	1,060	-0,94 2,51	
Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (β)	β	1,169	0,115	0,98 1,36	1,425	0,099	1,27 1,59	
2 Instrumento: Incremento del rango con interacción de la innovación en procesos y el crecimiento de las ventas por productos nuevos								
Constante	α_0	-0,336	2,077	-3,84 3,11	-1,418	2,628	-5,77 2,84	
Innovación en procesos únicamente (d)	α_1	0,183	1,829	-2,71 3,31	0,806	1,054	-0,85 2,56	
Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (β)	β	1,167	0,114	0,98 1,36	1,400	0,100	1,25 1,59	

Fuente: Cálculos de los autores, incluyen 21 dummies de industria

Tab. 7: Efecto de la innovación en el empleo: Exportadoras - No exportadoras

	Exportadoras				No Exportadoras			
	Parámetro	Media	Desv. Estándar	Intervalo de Confianza 5% 95 %	Media	Desv. Estándar	Intervalo de Confianza 5% 95 %	
1 Instrumento: Incremento del Rango								
Constante	α_0	-0,407	2,183	-4,1 3,22	-1,513	1,784	-4,48 1,3	
Innovación en procesos únicamente (<i>d</i>)	α_1	-0,952	1,867	-4 2,1	1,125	1,054	-0,64 2,8	
Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (<i>g</i> ₂)	β	1,269	0,163	1 1,5	1,368	0,091	1,2 1,5	
2 Instrumento: Incremento del rango con interacción de la innovación en procesos y el crecimiento de las ventas por productos nuevos								
Constante	α_0	-0,426	2,192	-4 3,14	-1,524	1,773	-4,47 1,4	
Innovación en procesos únicamente (<i>d</i>)	α_1	-0,708	1,819	-3,7 2,27	2,364	0,973	0,71 3,9	
Crecimiento de las ventas debido a productos nuevos (<i>g</i> ₂)	β	1,260	0,159	1 1,5	1,290	0,081	1,2 1,4	

Fuente: Cálculos de los autores, incluyen 21 dummies de industria

Tab. 8: Contribución de la Innovación al Crecimiento del Empleo

	América Latina							Europa			
	Colombia	Argentina	Chile	Costa Rica	Uruguay	Francia	Alemania	España	Reino Unido		
Crecimiento del empleo de las firmas	-1,16	-4,0	-2,6	2,7	-1,1	8,3	5,9	14,2	6,7		
Tendencia de la productividad en la producción de productos viejos	-1,383	-0,1	0,2	-5,5	1,5	-1,9	-7,5	-5,7	-6,8		
Efecto bruto de la innovación en procesos en la producción de productos viejos	0,123	0,1	-0,1	0,7	-0,2	-0,1	-0,6	0,3	-0,4		
Contribución del crecimiento del producto de los productos viejos	0,01	-4,6	-1,7	2,0	-2,6	4,8	6,0	12,2	9,0		
La contribución neta de la innovación en producto	0,1	0,6	-1,0	5,5	0,2	5,5	8,0	7,4	4,8		
Contribución de los productos viejos para innovadores en productos	-19,55	-21,1	-6,7	-74,5	-8,3	-	-	-	-		
Contribución de productos nuevos para innovadores en productos	19,70	21,7	5,7	80,0	8,4	-	-	-	-		

Notas:

La información sobre los países de América Latina (a excepción de Colombia) proviene del estudio de Crespi et al.(2011)
 Los datos de Argentina se toman de la encuesta de innovación 1998-2001
 Los datos de Chile se toman de regresión agrupada para las encuestas de innovación 1995, 1998, 2001, 2007
 Los datos de Costa Rica se toman de la encuesta de innovación 2006-2007
 Los datos de Uruguay se toman de la regresión agrupada para las encuestas de innovación 1998-2000,2001-2003 y 2004-2006
 La información sobre los países de Europa proviene del sector manufacturero en el estudio de Harrison. et(2008)
 Los datos para los países Europeos fue tomada de Community Innovation Surveys (CIS3) entre 1998-2000

Tab. 9: Robustez de las estimaciones: (α_0)

Instrumentos		Error estándar	Eficiencia	TEM
		numérico	Relativa	
(a)	Incremento del Rango	0,033	0,703	1800
(b)	Incto.rango*proceso	0,040	0,994	1800
(c)	Participacion en el mercado	0,039	0,909	1800
(d)	Calidad	0,034	0,771	1800
(e)	Incto.rang*part.mcdo	0,036	0,824	1800
(f)	Part.mercado*Calidad	0,038	0,916	1800

Fuente: Cálculos de los autores

Tab. 10: Robustez de las estimaciones:(α_1)

Instrumentos		Error estándar	Eficiencia	TEM
		numérico	Relativa	
(a)	Incremento del Rango	0,021	0,874	1800
(b)	Incto.rango*proceso	0,027	1,310	900
(c)	Participacion en el mercado	0,027	1,329	900
(d)	Calidad	0,024	1,017	900
(e)	Incto.rang*part.mcdo	0,028	1,377	900
(f)	Part.mercado*Calidad	0,033	1,880	900

Fuente: Cálculos de los autores

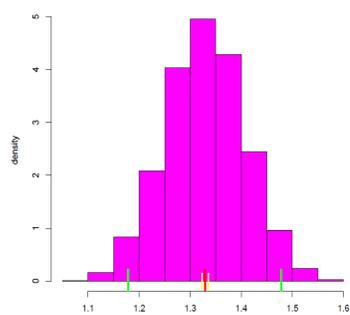
Tab. 11: Robustez de las estimaciones:(β)

Instrumentos		Error estándar	Eficiencia	TEM
		numérico	Relativa	
(a)	Incremento del Rango	0,003	2,949	600
(b)	Incto.rango*proceso	0,004	3,281	450
(c)	Participacion en el mercado	0,004	3,141	450
(d)	Calidad	0,003	2,454	600
(e)	Incto.rang*part.mcdo	0,003	2,656	600
(f)	Part.mercado*Calidad	0,003	3,524	450

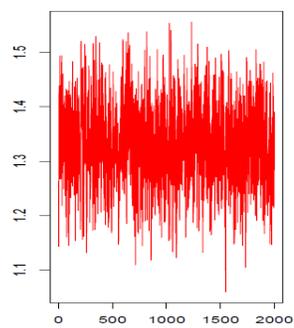
Fuente: Cálculos de los autores

Fig. 1: Estadísticas del coeficiente β

(a) Distribución



(b) Convergencia



(c) Función de Autocorrelación

