

Efectos de la innovación sobre el empleo: México y Ecuador**The effect of innovation on employment: Mexico and Ecuador*

DELIA MARGARITA VERGARA REYES**

ALEX J. GUERRERO***

GUILLERMO ARENAS DÍAZ****

JOOST HEIJS*****

Resumen

Este trabajo aporta evidencia del efecto de la innovación sobre el empleo en dos países donde tal impacto no ha sido analizado previamente: México y Ecuador. Siguiendo el método propuesto por Harrison et al. (2014) encontramos que la introducción de nuevos productos en el mercado afecta positivamente el empleo en México y Ecuador. En cambio, la innovación de proceso tiende a destruir empleo en México, pero no en el caso de Ecuador. Se observa que el resultado positivo de la innovación de producto es mayor que la pérdida de empleo causada por la innovación de proceso.

Palabras claves: Innovación de producto y proceso; demanda de empleo; productividad laboral.

Clasificación JEL: D2, J23, L1, E31.

* Esta investigación se realizó gracias al PAPIIT IN302620 de la DGAPA-UNAM. Los autores agradecen los valiosos comentarios y sugerencias de los revisores anónimos que permitieron enriquecer el trabajo.

** Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas. Circuito Mario de la Cueva, s/n, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México. Email: verdel@unam.mx.

*** Universidad Nacional de Loja, Carrera de Finanzas y GRIPICO UCM. Av. Pío Jaramillo Alvarado, s/n, Loja, Ecuador. Email: alex.guerrero@unl.edu.ec. (Autor de correspondencia)

**** Università Cattolica del Sacro Cuore, Departamento de Política Económica, Vía Necchi, 5, Milán, Italia. Email: guillermo.arenasdiaz@unicatt.it.

***** Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Economía Aplicada, Estructura e Historia. Campus Somosaguas, s/n, Madrid, España. Email: joost@ccee.ucm.es.

Abstract

This work provides evidence of the effect of innovation on employment in two countries where this impact has not been previously analysed: Mexico and Ecuador. Following the method proposed by Harrison et al. (2014), we find that introducing new products in the market positively affects employment in Mexico and Ecuador. While process innovation tends to destroy jobs in Mexico, it has no effect in the case of Ecuador. The positive impact of product innovation is observed to be greater than the loss of employment caused by process innovation.

Key words: Product and process innovation; labor demand; labor productivity.

JEL Classification: D2; J23; L1; E31.

1. INTRODUCCIÓN

La discusión sobre los efectos de la innovación en el bienestar social en términos de desempleo se ha caracterizado frecuentemente por fuertes contradicciones; históricamente, el movimiento laboral suele subrayar los efectos negativos en el empleo en términos de calidad y cantidad, mientras que los empresarios destacan los beneficios del cambio tecnológico en cuanto a eficiencia, productividad y competitividad, pues confían en los mecanismos de compensación, suponen que el mercado laboral absorberá –en el mediano y largo plazo– a los trabajadores desempleados en nuevas actividades o en las tradicionales que han sido estimuladas por la demanda.

Actualmente, la robótica, automatización e inteligencia artificial han generado un fuerte debate sobre los efectos que tienen sobre el empleo porque implican un efecto drástico en la productividad del trabajo generando un efecto negativo en la demanda de empleo.¹ McKinsey (2017) analizó los efectos de la automatización en el mercado laboral global en 54 países y argumentó que los porcentajes de empleo que podrían ser destruidos debido a la nueva revolución tecnológica son del 40-50%. Para el caso de México, el estudio estima que el 52% del empleo puede ser reemplazado por robots, es decir, 25 millones de trabajadores (en el sector industrial 64%). Estas estimaciones colocan la relación entre el empleo y la innovación en el centro de la discusión política y pública. La intensidad y ritmo de la “robotización” dependen de la disponibilidad de la

¹ Dorn (2016); McKinsey (2017); Arntz et al. (2016); Acemoglu et al. (2017).

nueva tecnología, y de factores que influyen en las capacidades de absorción² (Arntz *et al.*, 2016). Según Dorn (2016), el pesimismo reflejado en el informe de McKinsey se basa en una visión intuitiva y profundamente equivocada del mercado laboral en el sentido de que existe una cantidad fija de trabajo, que puede ser realizada por humanos o por máquinas. Esta hipótesis, conocida por los economistas como el “lump of labor fallacy” o “falacia de una masa fija de trabajo” (Walker, 2007; Schloss, 1891), donde el uso cada vez mayor de máquinas en el proceso de producción reduce necesariamente el trabajo total, o la demanda general de mano de obra disponible para los seres humanos. Varios economistas³ critican esta falacia y sostienen que el mercado laboral es dinámico y elástico, y se centran en las formas de creación de nuevos empleos.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es aportar nueva evidencia empírica de los efectos de la innovación sobre el empleo en el sector manufacturero de dos países en vías de desarrollo que no han sido analizados previamente: México y Ecuador. El análisis se ha llevado a cabo utilizando el enfoque propuesto por Harrison *et al.* (2014), ya que este permite contrastar diferentes mecanismos de compensación presentes en la teoría de innovación y empleo. Los datos utilizados se han obtenido de las encuestas de innovación de cada país.⁴

Las secciones que componen el estudio contienen: breve revisión de las principales teorías que estudian la relación entre innovación y empleo; síntesis de la evidencia empírica actual explicando los modelos econométricos usados y de los resultados obtenidos. Seguidas por los modelos desarrollados para México y Ecuador; y en la última, se integran las conclusiones obtenidas analizadas críticamente con respecto a las limitaciones de la evidencia empírica existente e indicando futuras líneas de investigación.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA: LOS MODELOS ECONÓMICOS

2.1 Modelos basados en el esfuerzo o “input” innovador

Se han revisado para este trabajo 44 estudios microeconómicos –son los trabajos empíricos detectados en la literatura– que analizan el efecto de la innovación sobre el empleo con base en los datos a nivel de empresa. Los trabajos empíricos detectados se dividen en dos grandes grupos. El primero incorpora los modelos econométricos que analizan los efectos de la innovación

² Entre otros, la capacidad técnica de las empresas, la disponibilidad o la falta de capital humano calificado, la regulación y tolerancia social.

³ Véase entre otros Vivarelli (2007, 2014); Pianta (2003, 2012); Harrison *et al.*, (2014); Dorn (2016).

⁴ En el caso de México INEGI: ESIDET-MBN (2010-2011) y en el caso de Ecuador ACTI (2009-2011).

empresarial mediante un indicador del esfuerzo o input innovador, básicamente, el gasto en I+D o en innovación. Este conjunto de estudios –aplicando un amplio y heterogéneo conjunto de modelos econométricos– reflejan en general un impacto positivo de la actividad innovadora sobre el empleo.⁵ Son pocos los que no confirman del todo el efecto positivo del gasto en I+D; Matuzevičiute *et al.* (2017), Vivarelli *et al.* (1996) y Brouwer *et al.* (1993). Al parecer las conclusiones opuestas a la mayoría de los estudios están relacionadas con la especialización sectorial; principalmente en el sector servicios o en los sectores de bajo nivel innovador el efecto resulta no significativo o negativo. Un segundo tipo de trabajos conceptualiza la innovación mediante los resultados obtenidos en términos de la introducción de innovaciones de producto o de proceso; la gran mayoría de éstos han utilizado el modelo desarrollado por Harrison *et al.* (2014). Para un mejor entendimiento de los resultados de dichos estudios se explican en detalle las especificaciones del modelo y la interpretación concreta de cada uno de los parámetros en las dos siguientes subsecciones.

2.2 Modelos basados en el “output” innovador: innovación de producto y de proceso

El modelo de Harrison *et al.* (2014) estima los efectos de la innovación mediante los resultados obtenidos en términos de la introducción de innovaciones de producto o de proceso. Respecto a la innovación de producto, distingue inicialmente dos tipos de productos: 1) la empresa elabora productos viejos o marginalmente modificados (Viejos productos) y 2) productos nuevos o significativamente mejorados (Nuevos productos). Se analiza a la empresa en dos períodos que se expresan con $t=1$ y $t=2$, donde se puede introducir un nuevo producto entre los dos años. La producción de viejos y nuevos productos en el año t se denota con Y_{1t} y Y_{2t} , respectivamente. En el año $t=1$ todos los productos son por definición viejos, ya que Y_{21} es siempre igual a cero. Si la empresa no introduce ningún producto nuevo entre los dos años, Y_{22} es igual a cero. En el modelo se asume que la producción tecnológica de viejos y nuevos productos presenta rendimientos constantes a escala en capital, trabajo e insumos intermedios. Además, la función de producción puede enunciarse como dos funciones de producción separables e idénticas con parámetros θ tipo neutral-Hicks.⁶

$$(1) \quad Y_{it} = \theta_{it} F(K_{it}, L_{it}, M_{it}) e^{\eta + \omega_{it}}$$

⁵ Se han detectado 5 estudios que aplican una variable input innovador destacando el trabajo de Van Reenen (1997) o Bogliacino *et al.* (2012, 2014)

⁶ Cuando se dice que el parámetro θ es tipo neutral de Hicks significa que ante la introducción de un cambio tecnológico y/o innovación, la razón entre capital y trabajo no varía, es constante.

donde K es el capital, L es el trabajo, M son los insumos intermedios y η es el efecto fijo no observado de la idiosincrasia de la firma. Dicha variable representa todos los factores no observables que permiten que una empresa sea más, o menos productiva que el resto de las empresas promedio usando la misma tecnología, θ representa el valor de la productividad de la empresa promedio; por ejemplo, la habilidad superior del manejo de la innovación, la capacidad de absorción más alta, y una organización más eficiente. ω_{it} son *los shocks* de productos y productividad en un tiempo específico $E(\omega_{it}) = 0$. El coeficiente anterior contiene todos los cambios –no observables– que podrían ocurrir en la función de producción que no están asociados con el desarrollo de las innovaciones tecnológicas; éstos se denominan “no tecnológicos”, por ejemplo, la inversión en capital, los cambios en la organización del trabajo e industria (Harrison *et al.*, 2014).

En el modelo de Harrison *et al.* (2014) se asume que la empresa invierte en I+D para generar innovación de producto y proceso, y por ende puede influir en la eficiencia de la producción de viejos y nuevos productos. El interés principal del análisis es estimar el cambio en la eficiencia de la producción de viejos productos $\theta_{12} / \theta_{11}$, también como la eficiencia relativa $\theta_{22} / \theta_{11}$ de viejos y nuevos productos.

Asimismo, se asume que el empleo y otras decisiones de insumos se hacen a través de la minimización de costes tomando en cuenta los efectos de productividad individual η y los shocks de productividad ω . Dada la tecnología, la función de costes toma la forma:

$$(2) \quad C(w_{it}, Y_{it}, \theta_{it}) = c(w_{it}) \frac{Y_{it}}{\theta_{it} e^{\eta + \omega_{it}}} + F_i$$

donde el coste marginal $\frac{c(w)}{\theta_{it} e^{\eta + \omega_{it}}}$ es una función de un vector de precios w , y F es el coste fijo. De acuerdo con el Lemma de Shephard, la demanda de trabajo para productos viejos se escribe para $t=1,2$.

$$(3) \quad L_{1t} = c_{wL}(w_{1t}) \frac{Y_{1t}}{\theta_{1t} e^{\eta + \omega_{1t}}}$$

y para productos nuevos

$$(4) \quad L_{22} = \begin{cases} c_{wL}(w_{22}) \frac{Y_{22}}{\theta_{22} e^{\eta + \omega_{22}}} & \text{si } Y_{22} > 0 \\ 0 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

donde $c_{wL}(\cdot)$ representa la derivada del $c(\cdot)$ con respecto al salario. Se asume que $c_{wL}(w_{11}) = c_{wL}(w_{12}) = c_{wL}(w_{22})$; es decir, el precio de los insumos

permanece constante en dos años y es igual para nuevos y viejos productos.

Se descompone el crecimiento del empleo en dos años $t=1$ y $t=2$, tomando en cuenta los productos nuevos y viejos:

$$(5) \quad \frac{\Delta L}{L} = \frac{L_{12} + L_{22} - L_{11}}{L_{11}} = \frac{L_{12} - L_{11}}{L_{11}} + \frac{L_{22}}{L_{11}} \approx \ln \frac{L_{12}}{L_{11}} + \frac{L_{22}}{L_{11}}$$

Por definición la tasa de crecimiento de nuevos productos se define como L_{22} / L_{11} . Despejando y aplicando logaritmos, se obtiene:

$$(6) \quad \cong -(\ln \theta_{12} - \ln \theta_{11}) + (\ln Y_{12} - \ln Y_{11}) + \frac{\theta_{11}}{\theta_{22}} \frac{Y_{22}}{Y_{11}} - (\omega_{12} - \omega_{11})$$

De acuerdo con Harrison *et al.* (2014), la ecuación anterior representa el crecimiento del empleo en cuatro elementos: primero, el cambio en la eficiencia en el proceso de producción para viejos productos; segundo, el cambio en la demanda de los productos viejos en el tiempo; tercero, la expansión en la producción atribuida a la demanda de nuevos productos; cuarto, el impacto de los shocks de productividad. La ecuación (6) se puede representar de forma econométrica:

$$(7) \quad l = \alpha_0 + \alpha_1 d + y_1 + \beta y_2 + u$$

donde l es la tasa de crecimiento del empleo en el periodo (entre $t=1$ y $t=2$), y_1 e y_2 corresponden a las tasas de crecimiento de la producción de nuevos y viejos productos $(\ln Y_{12} - \ln Y_{11})$ y Y_{22} / Y_{11} , respectivamente. $u = -(\omega_{12} - \omega_{11}) + \xi$ es una perturbación aleatoria donde ξ representa diversos errores (no correlacionados). α_0 es el crecimiento de la eficiencia promedio en la producción de viejos productos. d es la variable que recoge la información sobre si ha implementado un proceso de innovación específico no asociado con alguna innovación de producto (α_1 captura dicho efecto). β sería la eficiencia relativa de la relación de nuevos y viejos productos Harrison *et al.* (2014).

De la expresión anterior puede observarse que el coeficiente de y_1 es 1 por lo que se puede despejar de lado derecho.

$$(8) \quad l - y_1 = \alpha_0 + \alpha_1 d + \beta y_2 + u$$

Con la ecuación (8) surgen otros tipos de dificultades. En primer lugar, ya que la producción real no es observada, ésta se sustituye por el crecimiento de las ventas, que sí son observables. En segundo lugar, no se dispone de los precios a nivel empresa para deflactar las ventas nominales. Como solución al problema anterior, se denomina $g_1 = \frac{P_{12} Y_{12} - P_{11} Y_{11}}{P_{11} Y_{11}}$ a la tasa de creci-

miento nominal de ventas de viejos productos, la cual se puede escribir como

$$g_1 = y_1 + \pi_1 \text{ donde } \pi_1 = \frac{P_{12} - P_{11}}{P_{11}} \text{ es la tasa de crecimiento de productos viejos.}$$

De igual manera, pero tomando en cuenta que $Y_{21} = 0$, se define $g_2 = \frac{P_{22} Y_{22}}{P_{11} Y_{11}}$ como la tasa de crecimiento nominal de las ventas debido a nuevos productos.

$$g_2 = y_2 (1 + \pi_2) = y_2 + y_2 \pi_2, \text{ donde } \pi_2 = \frac{P_{22} - P_{11}}{P_{11}} \text{ es la diferencia proporcional de los precios de nuevos productos con respecto a los viejos productos. Al sustituir } g_1 \text{ y } g_2 \text{ por } y_1 \text{ e } y_2, \text{ se obtiene:}$$

$$(9) \quad l - g_1 = \alpha_0 + \alpha_1 d + \beta g_2 + v$$

donde la nueva perturbación no observable ahora es: $v = -\pi_1 - \beta \pi_2 g_2 + u$. En el caso donde la media de π_1 es distinta de cero, el modelo incluirá $-E(\pi_1)$ en el intercepto y $-(\pi_1 - E(\pi_1))$ en la perturbación.

Para estimar la ecuación (9) se deben tener en cuenta dos problemas adicionales, g_2 (es decir, $y_2 + y_2 \pi_2$) estará relacionado con el término de error $(-\pi_1 - \beta \pi_2 g_2 + u)$. El término de error v incluye π_1 cuando no se puede controlar el cambio de los precios de viejos productos. En ausencia de la información del precio de las empresas, solo se puede identificar un efecto de innovación de proceso en el empleo neto (directo) de varios precios de compensación. Como solución a este problema en el análisis econométrico, se toma el precio del índice industrial π como proxy de π_1 . Por lo tanto, la variable dependiente quedará de la siguiente forma $l - (g_1 - \pi)$. La ecuación (10) es la que se puede estimar empíricamente:

$$(10) \quad l - (g_1 - \pi) = \alpha_0 + \alpha_1 d + \beta g_2 + v$$

Con base en la ecuación (10), Harrison *et al.* (2014) indican que la razón entre $\theta_{11} / \theta_{22}$ determina el impacto de la innovación de productos nuevos en el crecimiento del empleo, es decir, captura la eficiencia relativa en la producción de viejos y nuevos productos. Si la razón anterior es menor a la unidad, significa que los nuevos productos son elaborados más eficientemente que los viejos.

La estimación de la ecuación (10) se puede ver afectada por la presencia de endogeneidad en la variable incremento de ventas debido a nuevos productos (g_2). En forma general, tal problema se genera cuando la variable independiente se correlaciona con el término de error en una regresión. Uno de los métodos más habituales para solucionar la endogeneidad es el uso de las variables instrumentales (IV); las cuales, corregirían el modelo en relación con el posible sesgo generado por la variable explicativa endógena. Los instrumentos deben

satisfacer los supuestos econométricos de exclusión e inclusión. Harrison *et al.* (2014) recomiendan algunas variables instrumentales, de las cuales destaca el incremento del rango de producción (bienes y servicios) como objetivo de la innovación; indican dos razones teóricas por las que es un buen instrumento: primera, es probable que aumentar la gama de bienes y productos esté correlacionada con la planificación (Innovación y desarrollo (I+D), diseño, exploración de marketing, etc.) y las expectativas de ventas; segunda, aumentar la gama de productos no implica necesariamente un cambio en los precios de los productos. Por lo tanto, parece poco probable que la importancia del rango de productos como objetivo de la innovación esté correlacionado con shocks de productividad no anticipados. Para mostrar la robustez del modelo se han utilizado otras variables instrumentales, cuyos objetivos son: aumento de la cuota de mercado y mejora de la calidad de los productos; y, por otro lado, la importancia de los clientes como fuente de información para la innovación.

2.3 La evidencia empírica en los modelos basados en el output innovador

Para el caso de Ecuador y México no se han detectado estudios previos que hayan aplicado el modelo desarrollado por Harrison *et al.* (2014); sin embargo, existe evidencia empírica sobre algunos países de América Latina (AL). Por lo que en esta sección se exponen brevemente las ventajas y desventajas del enfoque descrito y se presenta la evidencia encontrada para AL contenida en la Tabla 1.

En este marco, la “constante” del modelo indicaría el efecto sobre la necesidad de empleo para producir productos viejos. El signo esperado de su valor (α_1) sería negativo, ya que se espera un aumento de la productividad laboral debido a las mejoras en los procesos de producción con respecto a la elaboración de los productos viejos. Los resultados que muestran los estudios sobre países de AL son heterogéneos. Tres estudios encuentran el efecto esperado, pero en otros tal efecto resulta “no significativo” e incluso se ha detectado para Uruguay una disminución de la productividad.

El parámetro “ d ” de la ecuación (10) se interpreta como el efecto de la innovación de proceso no asociada con una innovación de producto. La evidencia para el caso de los países europeos desarrollados y los de AL respecto al parámetro “ d ” no son del todo concluyentes. En el caso europeo 9 estimaciones detectan el efecto esperado y en 16 sub-muestras no se encuentran efectos estadísticamente significativos. En el caso de AL se encuentran 3 signos negativos y 6 no significativos. Es decir, existen contradicciones sobre el hecho de que las empresas que solo realizan “innovación de proceso” reducen su demanda de empleo. Lo más destacable sería el caso de Costa Rica, ya que muestra un efecto positivo y significativo sobre la tasa de crecimiento del empleo contrario a la predicción de la teoría.

TABLA 1
REVISIÓN DE ESTUDIOS EMPÍRICOS A NIVEL EMPRESA. CASO LATINOAMERICANO

Autor	Crespi <i>et al.</i>		de Elejalde <i>et al.</i>		Aboal <i>et al.</i>	Alvarez <i>et al.</i>	Benavente <i>et al.</i>	Fioravante
Año de publicación	2012		2015		2015	2011	2008	2008
País	Argentina	Chile	Costa Rica	Uruguay	Argentina	Chile	Chile	Brasil
Período evaluado	1998-2001	1995-2007	2006-2007	1998-2009	1998-2001	1995-2007	1998-2001	2001-2003
Innovación de proceso	1.398	0.333	18.413	-2.716	1.252	0.297	0.132	0.0012
Crecimiento de ventas debido a nuevos productos	1.17	1.751	1.015	0.961	1.151	1.74	0.549	0.933
Constante	-0.994	-2.016	-12.16	1.402	1.544	-1.989	-0.419	-0.5613
Inversión								
Salario						-		
Propiedad extranjera	ns	ns	+	-	-	ns		
Localización de la empresa	ns	ns	ns	ns	ns	ns		

Fuente: Elaboración propia con los coeficientes de las estimaciones de cada uno de los estudios revisados.

Notas: ^a Los valores en negrita son estadísticamente significativos.

^b ns=No significativo.

El efecto de la innovación de producto en el empleo se refleja con base en el parámetro β , que captura la eficiencia relativa de la producción de productos antiguos y nuevos (Harrison *et al.*, 2014). Respecto a este indicador, se confirma el efecto positivo en todos los estudios europeos y latinoamericanos. Esto indica que el crecimiento de ventas debido a nuevos productos incide positivamente sobre el empleo; es decir, pese a las diferencias económicas y sociales entre países con un nivel de desarrollo muy diferente la innovación de producto genera empleo.

Pero la Beta refleja un segundo aspecto del efecto de la innovación de producto sobre el empleo, ya que mide de forma directa la diferencia de la productividad laboral entre los productos nuevos y viejos. En el caso de que el coeficiente Beta sea menor a la unidad, se dice que la producción de nuevos productos es más eficiente que la de los viejos. Mientras que un coeficiente mayor a uno implicaría lo contrario.

Al mismo tiempo que la interpretación es una gran ventaja limita la ampliación del modelo con otros aspectos que podrían influir sobre el empleo. Para asegurar la correcta interpretación de sus componentes, los estudios que pretenden usar este modelo deben seguir exactamente el modelo teórico-metodológico desarrollado por Harrison *et al.* (2014).

3. INNOVACIÓN Y EMPLEO EN ECUADOR Y MÉXICO

3.1 Fuentes de datos y estadísticos descriptivos contexto global

La base utilizada que permite llevar a cabo el análisis para el caso mexicano proviene de la “Encuesta Sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología” (ESIDET-MBN⁷) de 2012. Para llevar a cabo el análisis ecuatoriano se utiliza la base de datos que proviene de la Encuesta Nacional de Actividades de Innovación (ACTI⁸) para los años 2009-2011. La Tabla 2 muestra los estadísticos de las variables que se utilizaran en el modelo de Harrison *et al.* (2014) para el caso mexicano (columna 1) y ecuatoriano (columna 2). Puede observarse para ambos países que el empleo crece más en empresas innovadoras que en las no innovadoras, aunque para el caso de Ecuador, dicho efecto es más agudo cuando las empresas introducen un nuevo producto. Por otro lado, el crecimiento de las ventas es en ambos países mayor para las empresas que han introducido nuevos productos seguido por innovadores de procesos respecto a las no innovadoras.

⁷ <https://www.inegi.org.mx/programas/esidet/2014/default.html>

⁸ <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-nacional-de-actividades-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-acti/>

TABLA 2
ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS EN PORCENTAJES: INNOVACIÓN DE PRODUCTO Y PROCESO, CRECIMIENTO DE LAS VENTAS Y EMPLEO.
SECTOR MANUFACTURERO

País	Número de Empresas (%)		Crecimiento del Empleo (%)		Crecimiento de las ventas (%)		Crecimiento de precios (%)	
	México	Ecuador	México	Ecuador	México	Ecuador	México	Ecuador
Total empresas	100	100	3.2	14.56	10.9	42.57	7.0	12.9
No innovadoras	88.4	45.97	3.1	11.94	10.7	35.01	6.9	12.34
Únicamente innovadoras de proceso	1.4	32.99	5.7	16.4	22.4	47.28	7.0	13.64
Innovadoras de Producto	11.6	21.03	5.6	17.4	13.5	51.54	8.0	13.04
Únicamente innovadoras de producto	5.8	3.46	5.1	12.36			7.9	12.85
[Innovadoras de Producto y Proceso]	5.8	17.57	6.0	18.42			8.2	13.08
Productos viejos					4.8	16.7		
Productos nuevos					5.8	24.09		
Número de empresas	5,954	1,155						

Fuente: Elaboración propia con datos de ESIDET-MBN y ACTI.

3.2 Resultados del modelo para Ecuador y México

A continuación, se ofrecen los resultados –Tabla 3– para el caso de México y Ecuador.⁹ Los resultados para el caso ecuatoriano de las estimaciones mediante MCO no confirman los efectos teóricamente esperados posiblemente debido a la presencia de endogeneidad en las estimaciones que provocarían coeficientes sesgados e inconsistentes, por lo que se aplica el método de variables instrumentales. La columna 2 muestra los resultados de las estimaciones utilizando el incremento de rango de bienes y servicios como variable instrumental. La variable “solo innovación de proceso” no tiene efecto significativo sobre la tasa de crecimiento del empleo. Mientras que el incremento de ventas, debido a nuevos productos, muestra un efecto positivo y estadísticamente significativo y cercano a uno. Por último, la constante del modelo, que recoge las variaciones en la eficiencia relativa, muestra un coeficiente negativo y significativo. Esto indica que en Ecuador se ha producido un incremento de la eficiencia en la producción de viejos productos –aumento de la productividad–. Estos resultados van en línea con los esperados.¹⁰ Por otro lado, para probar la robustez del modelo se han utilizado dos instrumentos más, la importancia de la mejora de calidad de bienes y servicios como objetivo de la innovación –columna 3– y la intensidad del esfuerzo innovador¹¹ –columna 4– en forma de un rezago. Los resultados obtenidos no difieren de los estimados cuando se utiliza un solo instrumento, por lo que podemos concluir que, para Ecuador, la innovación de proceso no tiene efectos significativos sobre el empleo y que la innovación de producto tiene un efecto positivo.

Los efectos obtenidos para México, columnas 5-8 de la Tabla 3, muestran en la columna 5 los resultados para las estimaciones mediante MCO, se observa que la introducción de innovaciones de proceso tiene un efecto negativo y significativo sobre la tasa de crecimiento del empleo. Mientras que el crecimiento de ventas de nuevos productos presenta un efecto positivo y significativo sobre el empleo; la constante no es significativa, por lo que no se puede hacer inferencia sobre la eficiencia en la producción de viejos productos. Debido a la posibilidad de que los resultados tengan algún sesgo, se ha estimado un modelo con variables instrumentales –columna 6–. Los resultados no presentan diferencias significativas con respecto a las estimaciones por MCO. Al contrastar la posible presencia de endogeneidad se observa que no se puede

⁹ Todas las estimaciones son controladas por variables dicotómicas sectoriales según el nivel tecnológico (alta-tecnología, mediana alta tecnología, mediana baja tecnología y baja tecnología) para el caso de México e industriales (según CNAE a nivel de dos dígitos) para el caso de Ecuador.

¹⁰ Cabe mencionar que los supuestos de exclusión e inclusión se satisfacen (véase prueba de Sargan Test y First Stage al final de la Tabla 3).

¹¹ Esta variable es la razón entre gasto en investigación y desarrollo (I+D) y ventas para el caso de México. Mientras que para Ecuador se utilizó el gasto en innovación total sobre las ventas.

TABLA 3
LOS EFECTOS DE LA INNOVACIÓN EN EL EMPLEO MANUFACTURERO

Variables	Ecuador			México				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	MCO	v_i^a	v_i^b	v_i^c	MCO	v_i^a	v_i^b	v_i^c
Sólo proceso (d)	-0.238*** [0.078]	-0.017 [0.081]	-0.034 [0.078]	-0.047 [0.079]	-0.088** [0.0379]	-0.092** [0.0392]	-0.092** [0.0391]	-0.087** [0.0382]
Ventas debidas a nuevos productos (g2)	0.137 [0.145]	0.956*** [0.164]	0.893*** [0.139]	0.846*** [0.142]	0.968*** [0.022]	0.911*** [0.178]	0.906*** [0.167]	0.986*** [0.105]
Constante	0.050 [0.050]	-0.158** [0.075]	-0.142** [0.062]	-0.131** [0.060]	-0.0011 [0.014]	0.0043 [0.022]	0.0047 [0.021]	-0.0028 [0.016]
Prueba de Endogeneidad		17.590	24.681	21.542		0.104	0.142	0.033
P-value		0.000	0.000	0.000		0.748	0.707	0.8548
Prueba de Sargan		2.120	2.595	3.174		0.488	0.822	1.042
P-value		0.145	0.458	0.529		0.784	0.976	0.984
Prueba First-Stage		80.378	62.530	51.840		47.477	29.165	30.611
P-value		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
Observaciones	1,115	1,115	1,115	1,115	5,909	5,909	5,909	5,909
Dummies sectoriales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R ²	0.047	0.239	0.305	0.318	0.293	0.292	0.292	0.293

Fuente: Elaboración propia con datos de ESIDET-MBN y ACTI.

Notas: a = Incremento del rango de bienes y servicios.

b = Incremento del rango de bienes y servicios, mejorar la calidad de bienes y servicios.

c = Incremento del rango de bienes y servicios, mejorar la calidad de bienes y servicios, e intensidad de innovación.

d = Los errores estándar están en los corchetes.

e = *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

rechazar la hipótesis de que la variable “crecimiento de ventas debido a nuevos productos” es exógena. Es decir, en términos estadísticos no existe un problema de endogeneidad por lo que el modelo MCO no estaría sesgado y, por tanto, sus coeficientes son los que se deben interpretar.

3.3 Descomposición de los efectos como forma de estandarizar los valores de los parámetros

Una vez estimados los modelos econométricos –ecuación (9)– se realiza una descomposición de la tasa de crecimiento del empleo, siguiendo las indicaciones del trabajo de Harrison *et al.* (2014) mediante la ecuación (11).

$$(11) \quad l = \sum_j (\alpha_0 + \alpha_{0j}) ind_{ji} + \alpha_1 d + [1 - 1(g_2 > 0)](g_1 - \pi) + \dots \\ \dots + 1(g_2 > 0)(g_1 - \pi + \hat{\beta} g_2) + \hat{\varepsilon}_i$$

El primer elemento, $\sum_j (\alpha_0 + \alpha_{0j}) ind_{ji}$, captura el crecimiento de la tendencia de la productividad en la producción de viejos productos (nivel industria). El segundo término, $\hat{\alpha}_1 d$, toma en cuenta el efecto bruto de la innovación de proceso en el crecimiento del empleo. El tercer término, $[1 - 1(g_2 > 0)](g_1 - \pi)$, es la tasa de crecimiento del empleo relacionado con el crecimiento de las ventas si la empresa no ha introducido ninguna innovación de producto (no innovador o solo innovador de proceso). Finalmente, $1(g_2 > 0)(g_1 - \pi + \hat{\beta} g_2)$, proporciona información sobre el crecimiento del empleo relacionado con las ventas netas de nuevos productos. $\hat{\varepsilon}_i$ es el residual con media cero. Con lo anterior, de acuerdo con Harrison *et al.* (2014), es posible analizar como los efectos contribuyen al crecimiento del empleo.

$$(12) \quad l = t + \hat{\alpha}_1 P_{PO} + P_{NI} g_{NI} + P_I g_I$$

l es el crecimiento promedio del empleo; t es el promedio ponderado de las tendencias industriales específicas; P_{PO} , P_{NI} , y P_I , son las muestras proporcionales de únicamente innovadores de proceso, no innovadores de producto e innovadores de producto, respectivamente; g_{NI} captura la tasa promedio de las ventas para no innovadores de producto $g_{NI} = \frac{1}{N_{NI}} \sum_{i \in NI} g_{i}$, mientras que g_I es la tasa promedio de las ventas para innovadores de producto $g_I = \frac{1}{N_I} \sum_{i \in I} (g_{1i} + \beta g_{2i})$ (Harrison *et al.*, 2014).

TABLA 4
CONTRIBUCIONES AL PROMEDIO DEL CRECIMIENTO DEL EMPLEO

	(1) México	(2) Ecuador
Crecimiento del empleo	3.20	14.57
<i>Debido a la tendencia de la productividad de productos viejos</i>	-4.00	-6.75
<i>Debido al efecto bruto de innovación de proceso en viejos productos</i>	0.00	-0.02
<i>Debido a crecimiento de ventas en viejos productos para empresas no innovadoras de producto</i>	6.90	16.25
No innovadoras	6.50	12.00
Únicamente innovación de proceso	0.30	4.24
<i>Debido a crecimiento de ventas netas debido a empresas innovadoras</i>	0.40	5.09
Crecimiento de ventas debido a viejos productos	-0.30	0.80
Crecimiento de ventas debido a nuevos productos	0.70	4.29

Fuente: Elaboración propia con datos de ESIDET-MBN y ACTI, con los resultados de las estimaciones de la Tabla 3.

En la Tabla 4 se observa la contribución de las variables en el crecimiento del empleo (basándose en la ecuación (12)). El valor correspondiente a cada concepto se lee como la aportación de cada una de estas en el crecimiento del empleo. El crecimiento de la productividad de los productos ya existentes es una fuente de reducción de empleo para un nivel de producción dado para ambos países (-4% en México y -6.75% en Ecuador), este es mayor en Ecuador que en México. El efecto en las empresas que únicamente realizan innovación de proceso es muy pequeño para México y Ecuador. De hecho, se puede decir que es casi nulo (véase Tabla 2). El crecimiento de ventas de viejos productos de empresas no innovadoras compensa el efecto negativo de la productividad. Se observa que en México esta variable aporta un 6.9% y en Ecuador un 16.25%. Esta variable es la que tiene un mayor aporte sobre el crecimiento del empleo. Finalmente, el crecimiento neto de las ventas de empresas innovadoras de producto es positivo en el crecimiento del empleo. Dicho efecto es más pequeño en México (0.40%) que en Ecuador (5.09%).

En el primer caso, se observa un efecto moderado del crecimiento de las ventas debido a nuevos productos (0.70), pero que compensa el efecto negativo

del crecimiento de las ventas debido a viejos productos (-0.30). En el segundo caso, tanto el crecimiento de las ventas a causa de viejos y nuevos productos es positivo.

4. CONCLUSIONES

Los resultados del análisis realizado, sobre el efecto de la innovación en el empleo con base en el modelo propuesto por Harrison *et al.* (2014), para México y Ecuador, muestran que la innovación de proceso tiene un efecto negativo (aunque muy pequeño) para el caso mexicano, obteniendo el efecto esperado y sugerido por el modelo de Harrison *et al.* (2014). Se muestra que dicha forma de innovar ahorra trabajo. Por otro lado, en Ecuador, esta variable no es estadísticamente significativa siendo resultados similares al caso de Argentina y Chile (Crespi *et al.*, 2011). Para ello, se utilizaron los resultados que provienen de las encuestas de innovación de cada país.

Se debe recordar que los análisis se realizan a nivel micro estudiando el efecto de la innovación sobre la empresa que la realiza. Por lo que el efecto de la introducción de innovación de proceso tiene dos efectos o mecanismos de compensación contrapuestos. Por un lado, la pérdida de empleo debido a una mayor productividad, pero, dado a los menores costes podría aumentarse la demanda total por lo que se suavizaría la pérdida de empleo. Además, las empresas que introducen innovaciones de proceso podrían captar parte del mercado de los competidores nacionales o internacionales (*business stealing effect*). Por otro lado, el efecto del crecimiento de las ventas de nuevos productos sobre el empleo es positivo y estadísticamente significativo, tanto en las estimaciones con MCO, como con las de variables instrumentales. Es importante mencionar que el coeficiente de dicha variable es cercano a uno para el caso de los dos países. Por lo que no hay evidencia de que tanto en México y Ecuador los nuevos productos se produzcan de forma más eficiente que los viejos. El efecto positivo de las innovaciones de producto se ha detectado en todos los estudios revisados por lo que el resultado del análisis realizado está en concordancia con la evidencia empírica previa.

Con la realización de la descomposición del crecimiento del empleo en sus distintos componentes (3.3), se observa que el efecto bruto de la innovación de proceso ha sido prácticamente nulo en ambos países. Las estadísticas muestran que hay muy pocas empresas que solo introducen innovación de proceso. En el caso de las ventas de viejos productos se advierte que es la variable que aporta más al crecimiento del empleo, tanto para México como para Ecuador. La variable captura el efecto de la demanda, la cual, ha aumentado en ambos países. El crecimiento neto de las ventas de empresas innovadoras de producto aporta

positivamente en el crecimiento del empleo. Específicamente, el crecimiento de las ventas debido a nuevos productos tiene gran peso en el crecimiento de la empresa. A pesar del bajo nivel de innovación en dichos países.

Resumiendo, no se encuentra evidencia contundente de que la innovación de proceso tenga un efecto negativo sobre el empleo para Ecuador, mientras que, para México, aunque negativo el efecto es muy pequeño. Mientras que la innovación de producto es una fuente generadora de empleo. Ambos resultados se confirman para el caso manufacturero de México y Ecuador. Por lo tanto, se puede afirmar que la innovación (producto y proceso) no necesariamente reduce el empleo para estos países en términos cuantitativos.

REFERENCIAS

- Aboal, D., Garda, P., Lanzilotta, B. y Perera, M. (2015). "Innovation, firm size, technology intensity, and employment generation: Evidence from the Uruguayan manufacturing sector", *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(1), 3-26.
- Acemoglu, D. y Restrepo, P. (2017). "Robots and jobs: Evidence from US labor markets", *NBER Working Paper 23285*. Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w23285>
- Álvarez, R., Benavente, J. M., Campusano, R. y Cuevas, C. (2011). "Employment Generation, Firm Size, and Innovation in Chile". IDB.
- Arntz, M., Terry G. y Ulrich, Z. (2016) The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries. OECD Social, *Employment and Migration Working Papers*, No. 189, OECD.
- Benavente, J. M. y Lauterbach, R. (2008). "Technological innovation and employment: Complements or substitutes?" *The European Journal of Development Research*, 20(2), 318-329.
- Bogliacino, F., Piva, M. y Vivarelli, M. (2014). *Technology and employment: The job creation effect of business R&D*. Università cattolica del Sacro Cuore.
- Bogliacino, F. y Vivarelli, M. (2012). "The job creation effect of R&D expenditures", *Australian Economic Papers*, 51(2), 96-113.
- Brouwer, E., Kleinknecht, A. y Reijnen, J. O. (1993). "Employment growth and innovation at the firm level", *Journal of Evolutionary Economics*, 3(2), 153-159.
- Crespi, G. y Tacsir, E. (2012). "Effects of innovation on employment in Latin America", *Paper presented at the 2011 Atlanta Conference On Science and Innovation Policy*, 1-11.
- De Elejalde, R., Giuliodori, D. y Stucchi, R. (2015). "Employment and innovation: Firm-level evidence from Argentina", *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(1), 27-47.
- Dorn, D. (2016). "The rise of the machines: How computers have changed

- work”, UBS International Center of Economics in Society at the University of Zurich.
- Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesse, J. y Peters, B. (2014). “Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries”, *International Journal of Industrial Organization*, 35, 29-43.
- McKinsey Global Institute, (2017). A future that works: Automation, employment and productivity, McKinsey Global Institute. Retrieved https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works_Full-report.ashx
- Matuzeviciute, K., Butkus, M. y Karaliute, A. (2017). “Do technological innovations affect unemployment? Some empirical evidence from European countries”, *Economies*, 5(4), 48.
- Pianta, M. y Lucchese, M. (2012). “Innovation and Employment in Economic Cycles”, *Comparative Economic Studies*, 54(2), 341-359.
- Pianta, M. y Vivarelli, M. (Eds.). (2003). The employment impact of innovation: Evidence and policy. London, England: Routledge.
- Schloss, D. F. (1891). “Why working-men dislike piece-work”, *The Economic Review*, 1891-1914, 1(3), 311-326.
- Van Reenen, J. (1997). “Employment and technological innovation: Evidence from UK manufacturing firms”, *Journal of Labor Economics*, 15(2), 255-284.
- Vivarelli, M. (2014). “Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of economic literature”, *Journal of Economic Issues*, 48(1), 123-154.
- Vivarelli, M. (2007). “Innovation and employment: A survey”, *Discussion Paper* No. 2621, Institute for the Study of Labor, Germany.
- Vivarelli, M., Evangelista, R. y Pianta, M. (1996). “Innovation and employment in Italian manufacturing industry”, *Research Policy*, 25(7), 1013-1026.
- Walker, T. (2007). “Why economists dislike a lump of labor”, *Review of Social Economy*, 65(3), 279-291.

Copyright of Estudios de Economía is the property of Universidad de Chile and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.