

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Vicerrectoría de Investigación y Extensión
Dirección de Proyectos
Informe final de proyecto de investigación

**Generación de empleo, tamaño de empresa e innovación en Costa Rica:
Evidencia Microeconómica**

Ricardo Monge González
rmonge@itcr.ac.cr

Juan Antonio Rodríguez Álvarez
jara107@gmail.com

Escuela de Administración de Empresas

Agosto 2012

Contenido

Resumen.....	4
Palabras clave: innovación, empleo, habilidades, género, PyMEs, Costa Rica	4
1. Introducción	5
2. Metodología	10
3. Resultados de los modelos econométricos	18
4. Principales conclusiones y recomendaciones de política	39
Agradecimientos	42
Referencias.....	43

Participantes del proyecto

Ricardo Monge-González. Doctor en Economía. Profesor de Economía en la Escuela de Administración de Empresas del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). rmonge@itcr.org
Coordinador del proyecto.

Juan Antonio Rodríguez Álvarez. Máster en Estadística y Administración de Negocios. Profesor de Estadística en la Escuela de Administración de Empresas del Instituto Tecnológico de Costa Rica. jara107@gmail.com

Resumen

Este proyecto tuvo como objetivos estudiar hasta qué punto las innovaciones en productos y procesos, realizadas por las empresas manufactureras costarricenses, crean o desplazan fuentes de empleo en el país; así como, de qué forma las distintas estrategias de innovación (hecha en la empresa –*make*- o en asocio con terceros –*buy*) afectan la generación de empleo, y cómo estos efectos varían según el tamaño de las empresas y las características del tipo de demanda de empleo (pequeñas y medianas empresas –PyMEs; trabajadores calificados y no calificados). Para alcanzar estos objetivos, se estimaron varias versiones del modelo propuesto originalmente por Harrison, Jaumandreu, Mairesse y Peters (2008), usando un enfoque de variables instrumentales (VI) y un panel de datos con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007. Los resultados muestran que tanto la innovación de productos como de procesos tienen un impacto positivo en el crecimiento de nuevas fuentes de empleo en las empresas manufactureras costarricenses, así como en las Pymes. Se encontraron diferencias importantes en estos impactos dependiendo del tamaño de las empresas y de si la demanda de empleo era por trabajadores calificados o no. La estrategia de innovación dentro de las propias empresas (*make*) es la más importante en la generación de nuevas fuentes de empleo. Los hallazgos sugieren que aquellas políticas tendientes a fomentar la innovación por parte de las empresas costarricenses, son a su vez de suma importancia para promover la generación de nuevas oportunidades de empleo en el país.

Palabras clave: innovación, empleo, habilidades, género, PyMEs, Costa Rica

1. Introducción

Costa Rica es un país pequeño con una economía abierta, cuyo crecimiento reciente se ha asociado al incremento de las exportaciones, mayormente relacionadas con bienes de alta tecnología. De hecho, el país es el cuarto líder en la exportación de alta tecnología a nivel mundial (porcentaje de las exportaciones de alta tecnología en el total de exportaciones del país). Aunque el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita ha estado creciendo a una tasa de 2,5% por año durante las últimas tres décadas, por lo general el crecimiento de Costa Rica se asocia con la disponibilidad y uso de factores de producción, trabajo y capital, más que con aumentos en su productividad. Reconociendo que la innovación es un impulsor del crecimiento en la productividad, durante varios años las autoridades costarricenses han estado diseñando e implementando políticas para promover la innovación a nivel de las empresas, incluyendo algunas formuladas especialmente para empresas medianas y pequeñas (PyMEs) (Monge-González, Rivera y Rosales, 2010).

El ingreso de China, India y Europa Central al escenario capitalista mundial representa el cambio más significativo en la presente economía mundial. Como lo indican Abugattas y Paus (2006), esta situación significa una duplicación en la fuerza laboral a nivel mundial, que plantea un desafío fundamental para países como Costa Rica, ya que esto altera el rango de posibles estrategias para el desarrollo de ventajas comparativas. Ciertamente, los salarios en Costa Rica son demasiado elevados para permitir que el país continúe compitiendo en la producción de bienes de consumo que requieren el empleo intensivo de mano de obra no calificada. A la vez, la productividad es demasiado baja en Costa Rica para competir exitosamente con países más industrializados en la producción de bienes cuya producción requiere de trabajadores altamente calificados¹.

Dadas estas circunstancias, las autoridades costarricenses enfrentan un doble desafío: el país debe hacer la transición hacia una economía impulsada por la innovación con el fin de aumentar la productividad, y generar a la vez suficientes fuentes de empleo para reducir tanto la pobreza como la desigualdad, logrando de esta manera un mayor crecimiento económico y el desarrollo sostenible².

Aunque las autoridades están tratando de que Costa Rica haga la transición hacia una economía impulsada por la innovación y la mayoría de políticas públicas toman en cuenta esta orientación (Villalobos y Monge-González, 2011), la relación entre innovación y empleo es compleja, y los efectos de aquellas políticas que ya se han introducido (tanto en términos de aumentar la innovación como en términos del tipo de empleo que generan) todavía no son suficientemente claras para ofrecer una orientación confiable en la selección de estrategias futuras. De hecho, la evidencia de países desarrollados muestra que con frecuencia las innovaciones destruyen oportunidades de empleo al mismo tiempo que estimulan la demanda por nuevos productos, no siendo claro hasta qué grado y mediante cuáles mecanismos se afecta el empleo con ambos resultados (Harrison, Jaumandreu, Mairesee, et al., 2008). Adicionalmente, en el caso de los países en vías de desarrollo, los impactos de la innovación sobre el empleo pueden ser diferentes de

¹ Es importante notar que la mayoría de productos de alta tecnología que se exportan desde Costa Rica son producidos por corporaciones multinacionales (MNCs, por sus siglas en inglés) que operan en el país.

² Ver Daude (2010), para una discusión de este tópico.

aquellos en los países desarrollados por varias razones que se discutirán más detalladamente en este documento. Por todo lo anterior, una mejor comprensión de las consecuencias de la innovación para la generación de empleo reviste una importancia crítica para el futuro de Costa Rica.

El principal enfoque de esta investigación tiene que ver con los efectos directos de la innovación sobre el empleo (en términos tanto de cantidad como de calidad), a nivel empresarial. Hay varias razones que justifican esta escogencia. Primero, las empresas son los lugares en donde se introducen las innovaciones y donde estas tienen efectos inmediatos sobre el empleo. Segundo, es probable que estos efectos tengan una influencia sobre el grado hasta el cual diferentes actores dentro de las empresas se resisten o fomentan la innovación e incluso los tipos de innovaciones que se introducen y sus efectos subsecuentes sobre los precios, la producción total y el empleo. Tercero, incluso a nivel empresarial, el problema es suficientemente complejo para justificar una consideración específica (por ejemplo, los efectos de diferentes tipos de innovación, los efectos de retroalimentación debidos a procesos de compensación, etc.). Cuarto, los sujetos de las políticas de innovación son las empresas, y para los formuladores de políticas puede ser valioso saber cómo responde la demanda de empleo de las empresas ante la innovación (que puede verse influenciada por políticas específicas). Ciertamente, las políticas de innovación deben tener capacidad para anticipar los impactos de la innovación sobre el empleo, con el fin de encontrar las mejores maneras de superar o mitigar los costos de los potenciales efectos sobre el desplazamiento de fuentes de trabajo. En paralelo con otras iniciativas para aumentar la innovación, posibles estrategias podrían ser, incluir políticas con el fin de mitigar los riesgos del desempleo, que permitan a la economía beneficiarse de la innovación, protegiendo a quienes pudiesen llevar las de perder ante aquellos cambios por medio de políticas de capacitación que den soporte a la formación de habilidades nuevas.

En este documento se evalúa la manera en que diferentes tipos de innovaciones ayudan a la generación o destrucción de oportunidades de empleo en las empresas manufactureras costarricenses, específicamente las pequeñas y medianas empresas (Pymes). En particular, la investigación se enfoca en los efectos diferenciales de las innovaciones en productos y procesos sobre el crecimiento del empleo³. Además se investiga cómo diferentes tipos de estrategias de innovación empresarial afectan la capacidad de generar o destruir oportunidades de empleo. Se evalúan al menos dos tipos diferentes de estrategias de innovación: hacer la innovación dentro de las propias empresas (*make*) o comprar la innovación, es decir, adquirida externamente (*buy*). La principal razón para hacer esta diferenciación es que mientras una estrategia de “*make*” fomentaría la formación de capital humano a lo interno de la empresa (mayor demanda de trabajadores), una estrategia de “*buy*” puede llevar a las empresas a optimizar los recursos y dar empleo a menos gente, particularmente mano de obra calificada. En efecto, las empresas pueden innovar invirtiendo en Investigación y Desarrollo (I&D), capacitación, adquiriendo tecnologías integradas a los productos y servicios o, comprando conocimiento protegido (Veugelers y Cassiman, 1999). Se da

³ La definición de innovaciones en procesos incluye la innovación en cambios organizacionales.

especial atención a identificar los impactos de la innovación sobre la generación de empleo entre las PyMEs costarricenses⁴.

Para entender la contribución de la presente investigación, conviene hacer un repaso de la literatura existente sobre el tema de innovación y empleo. Lundvall (2002) discute los costos directos e indirectos de la innovación. Los costos directos tienen que ver con el desarrollo, implementación y uso de algo nuevo. Los costos indirectos tienen un efecto sobre la gente y las organizaciones, las cuales tienen muy poca influencia sobre el proceso de innovación. En este sentido, la situación del empleo se asocia con la *concordancia o no concordancia* entre la nueva demanda de mano de obra (causada por el cambio tecnológico) y la disponibilidad de competencias y capacidades (Vivarelli y Pianta, 2000).

Como lo señaló el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la innovación puede desencadenar efectos directos (principalmente a nivel de las empresas), parciales y de equilibrio general sobre el empleo, y la relación entre estas variables (a través de todos estos niveles) depende de muchos diferentes mecanismos de transmisión, retroalimentaciones y factores institucionales (Pianta, 2006). Por ejemplo, frecuentemente la innovación organizacional es un complemento indispensable para la adopción de nuevas tecnologías que afectan la productividad, las cuales (innovaciones tecnológicas) tienen consecuencias sobre el empleo de manera crítica, especialmente en el caso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) (Black y Lynch, 2004; Basant, et al., 2006; y Harrison, 2008). Existen unos pocos estudios relacionados con el efecto del uso de las TICs sobre la demanda de varios tipos de mano de obra, especialmente a nivel de las empresas. Entre los que existen, en un análisis comparativo de Brasil e India realizado por Basant et al. (2006) se halló que el tamaño de las empresas y la participación de capital extranjero en estas, tienden a asociarse con una mayor adopción de TICs, y que en Brasil existe evidencia contundente de que el aumento en la adopción de TICs se ha asociado con una mayor participación de trabajadores con mayores niveles de educación y capacitación. Este estudio también muestra que el uso de TICs genera rendimientos muy elevados. Más recientemente, el estudio de Harrison (2008) sobre los mismos países muestra que el uso de TICs se estaba extendiendo rápidamente a través de los sectores manufactureros de Brasil e India, y que el uso de estas tecnologías explicaba hasta una tercera parte del aumento promedio en la proporción de trabajadores calificados en Brasil, y de hasta la mitad en India. Estos resultados son similares a los de estudios anteriores en países desarrollados, como el de Berman, Bound y Machin (1998), en el que se halló un menor uso de mano de obra no calificada dentro de industrias en 12 países de la OCDE, durante la década de 1980, lo cual sugiere un cambio tecnológico generalizado que requiere trabajadores calificados.

La complejidad de la relación entre innovación y empleo también proviene del hecho de que la innovación no solo afecta la *cantidad* del empleo sino también la *calidad*. La innovación podría cambiar la combinación de habilidades del empleo y generar una polarización salarial. La literatura empírica se ha concentrado principalmente en dos aspectos relacionados: si la adopción de TICs se orienta más hacia la contratación de personal calificado (Autor, Katz y Krueger, 1998;

⁴ De acuerdo con las autoridades costarricenses, las PyMEs son definidas como empresas con menos de 100 empleados; sin embargo, para los propósitos de la presente investigación, definimos a las PyMEs como aquellas empresas que cuentan con más de 10 y menos de 50 empleados. Lo anterior para permitir comparaciones internacionales con otros países de la región.

Bresnahan, Brynjolfsson y Hitt, 2002), y si las habilidades y la innovación organizacional se complementan mutuamente (Caroli y Van Reenen, 2001; Greenan, 2003). Como ocurre con los impactos cuantitativos de la innovación sobre el empleo, los efectos de la retroalimentación también pueden ser generalizados.

En Costa Rica falta evidencia sobre la relación entre innovación y empleo, donde la naturaleza idiosincrática de la innovación hace que los hallazgos de los países desarrollados no puedan simplemente extrapolarse a este país. Ciertamente, para las empresas costarricenses la adquisición de conocimiento del exterior a través de contactos, comercio, colaboraciones y empresas de países industrializados es muy relevante (Monge-González, 2010), mientras que la inversión en I&D continúa siendo una estrategia de innovación costosa e inusual (limitada a pocas empresas). Es posible que el cambio tecnológico en los países desarrollados responda a diferentes objetivos, incentivos y niveles de posesión de factores productivos, y que se mueva en diferentes direcciones con respecto al cambio tecnológico en los países en vías de desarrollo. Las innovaciones que se toman de países desarrollados podrían impulsar una mayor producción en el contexto costarricense, y posiblemente tienen algunos impactos en la dinámica de innovación de las empresas locales. Existe cierta evidencia en la literatura, que muestra que las innovaciones importadas pueden contribuir a una mayor innovación en las empresas de los países en vías de desarrollo, complementando esfuerzos internos en la tecnología, en ciertas industrias y tipos de empresas (por ejemplo, Hu et al., 2005; Lopez, 2007), sin embargo, en el caso de Costa Rica no hay información disponible que demuestre esto con evidencias empíricas.

Tal vez no sea solo el caso de que las empresas costarricenses produzcan diferentes tipos de innovaciones (con base en imitación de las mejores prácticas, en lugar de ser el primero en introducir innovaciones de clase mundial), pero también puede ser cierto que la propia naturaleza del proceso de innovación sea diferente en Costa Rica si se compara con países más desarrollados (MICIT, 2009), y es posible que los efectos de la innovación sobre la generación de empleo en este país sean muy diferentes de aquellos en los países desarrollados. Además, en Costa Rica la estructura de la producción es dominada fuertemente por las PyMEs y los procesos de innovación en estas muestran características muy diferentes de aquellos en las empresas grandes⁵. La innovación en las PyMEs se basa primordialmente en el aprendizaje y rutinas informales de búsqueda de conocimiento y tecnologías disponibles, mientras que en empresas grandes los procesos de innovación son más sistemáticos y tienden a formalizarse en laboratorios de I&D (Orozco y Ruiz, 2010).

No obstante, las empresas reconocen la importancia de los procesos de innovación para enfrentar los cambios en los contextos de negocios, donde el cambio tecnológico, el desarrollo de la competencia y la organización del trabajo son la médula de la adquisición de nuevos conocimientos y la difusión de estos conocimientos dentro de la empresa. En ese sentido, las empresas se han dado cuenta de que si desean aprovechar las capacidades de la fuerza laboral, tienen que invertir en el desarrollo de estas capacidades (Ruiz, 2007).

⁵ De acuerdo con Monge-González, Monge-Ariño y Vargas-Aguilar (2007), 98% de todas las empresas costarricenses pueden clasificarse como PyMEs (con menos de 100 empleados).

Además de esto, los recursos humanos se han destacado como un factor decisivo en la creación de ventajas competitivas (Zúñiga, 2004). En otras palabras, la capacidad innovadora de las empresas depende en gran medida de las capacidades de la fuerza laboral. De este modo, una inversión en recursos humanos para aumentar las capacidades tiene un doble efecto. Por un lado, aumenta la demanda de empleo, mientras que por otro lado, tiene un efecto sobre el desempeño y la competitividad de una empresa.

El presente estudio hace tres contribuciones principales a la literatura. Primero, explora los efectos diferenciales de las innovaciones en productos y procesos sobre el crecimiento del empleo para un país pequeño en desarrollo. En este sentido, los resultados desarrollan el modelo básico de Harrison et al. (2008) para explorar si las PyMEs tienen un comportamiento diferente al del resto de las empresas, así como evaluar cómo diferentes tipos de innovaciones y estrategias de innovación afectan diferentes características de la demanda de empleo. En concreto, en el documento se evalúan los efectos de estas estrategias sobre el empleo calificado y no calificado.

Una mejor comprensión sobre la manera en que la innovación se relaciona con el crecimiento en el empleo en Costa Rica, puede ofrecer evidencia empírica útil para los formuladores de políticas que están tratando de hacer un mejor uso de los recursos existentes, concentrándose en políticas de capacitación, apuntando a políticas de innovación de acuerdo al tamaño de la empresa, y promoviendo estrategias particulares de innovación, etc. Esto es particularmente importante en el caso de Costa Rica, donde en el año 2010 fue creado el Consejo Presidencial de Competitividad e Innovación, cuyo principal interés es promover el crecimiento económico y el desarrollo sostenible para ayudar al país a hacer la transición de una economía impulsada por la eficiencia a una economía impulsada por la innovación⁶.

⁶ El Gobierno de Costa Rica ha venido a fortalecer la gobernabilidad mediante la creación y adopción del Decreto Ejecutivo N° 36024-MP-PLAN, que requiere el establecimiento y consolidación de un Consejo Presidencial de Competitividad e Innovación, como un órgano que brinda orientación, asesoría, coordinación y seguimiento sobre políticas y planes públicos, sus metas, objetivos, y su diseño.

2. Metodología

Con el fin de evaluar la forma en que diferentes tipos de innovaciones crean o desplazan empleo en las empresas manufactureras costarricenses, en la primera parte de esta sección se presenta el modelo básico desarrollado por Harrison *et al.* (2008). En la segunda parte se discuten las extensiones del modelo básico para explorar la forma en que diferentes tipos de innovaciones y estrategias de innovación afectan la demanda de empleo calificado y no calificado.

a. El modelo básico

La literatura sugiere que el efecto de la innovación sobre la generación de empleo depende de la intensidad relativa de los efectos de desplazamiento y de compensación que se generan sobre la demanda laboral. Asumiendo una función de producción de dos bienes y dos años diferentes, Harrison *et al.* (2008) derivan una función de la producción en la cual los niveles de productividad de las empresas se ven influenciados por los *efectos de la productividad individual* (es decir, todos los factores inobservables que hacen que una empresa sea más o menos productiva que una empresa promedio usando la misma tecnología⁷) y los *choques de productividad* (no tecnológicos) (es decir, todos los cambios inadvertidos en la función de producción por razones diferentes al desarrollo tecnológico⁸). Los autores afirman que el empleo y otras decisiones sobre insumos se hacen con base en la minimización de los costos dados estos efectos de la productividad individual y los choques de productividad. Con base en este marco conceptual, derivan una función de demanda laboral y concluyen que al tratar de distinguir entre la creación de empleo versus el efecto de desplazamiento de la innovación sobre esta demanda, es útil establecer la distinción entre innovación en productos e innovación en procesos.

Este análisis empieza usando el modelo básico de Harrison *et al.* (2008) en el cual se distinguen dos tipos de productos: los productos existentes y los productos nuevos. Luego, el cambio en el empleo es descompuesto en la parte que se debe a una mayor eficiencia en la producción de productos viejos (que pueden relacionarse con innovaciones en los procesos y organizacionales) y la parte debida a la introducción de productos nuevos (innovaciones en productos). De aquí, la exploración de los efectos de la innovación sobre el crecimiento del empleo se hace con base en la estimación de diferentes variaciones de la siguiente ecuación básica (ver Harrison *et al.*, 2008):

$$l_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 d_{it} + y_{1it} + \beta y_{2it} + u_{it} \quad (1)$$

⁷ Por ejemplo, se debe a que la empresa tiene una habilidad superior para gestionar la innovación, una mayor capacidad de absorción o una organización más eficiente.

⁸ Por ejemplo, inversiones inadvertidas, picos en el uso de capacidades, mano de obra y problemas organizacionales temporales.

Donde \mathbf{l} representa la tasa de crecimiento del empleo durante un período específico (t) por empresa i , \mathbf{y}_1 y \mathbf{y}_2 son las tasas correspondientes de crecimiento en la producción total (*output*) de productos viejos y nuevos (innovaciones en productos) para el mismo período y la misma empresa. El parámetro α_0 representa el crecimiento promedio en eficiencia en la producción del producto viejo⁹, y una variable binaria \mathbf{d} , igual a uno si la empresa ha implementado un proceso específico de innovación no asociado con una innovación en productos, la cual recoge los efectos de esta “innovación en procesos únicamente” sobre el empleo, mediante el parámetro α_1 . El parámetro β captura la eficiencia relativa de la producción de productos nuevos. Nótese que la variable \mathbf{y}_1 tiene un coeficiente igual a uno y por lo tanto puede sustraerse en el lado izquierdo de la ecuación para efectos de la estimación de la ecuación (1).

La ecuación (1) identifica dos efectos de gran interés para la presente investigación. Al hacer posible la medición del crecimiento de la producción total debido a la introducción de nuevos productos, permite estimar el efecto bruto de la innovación en productos sobre el empleo, mientras que la observación de innovaciones en procesos relacionadas con la producción de productos viejos permite estimar la productividad bruta o el efecto de “desplazamiento” de la innovación en procesos. Debe notarse que la ecuación (1) tiene algunas limitaciones, ya que la variable \mathbf{y}_1 contiene tres diferentes efectos sobre el empleo que no pueden separarse sin datos adicionales (sobre la demanda): i) el posible aumento “autónomo” en la demanda de productos viejos a nivel de las empresas (por ejemplo, debido a efectos cíclicos o de la industria); ii) el efecto de “compensación” inducido por cualquier reducción en el precio de productos viejos después de un proceso de innovación; y iii) la canabilización de la demanda de productos como resultado de la introducción de nuevos productos ya sea por la empresa o por sus competidores (Harrison et al., 2008).

A continuación se presentan detalladamente los problemas relacionados con la identificación y la estimación de los parámetros de la ecuación (1).

b. Aspectos de la estrategia de identificación

La identificación y la estimación consistente de los parámetros α_0 , α_1 y β de la ecuación (1) dependen de la falta de correlación entre las variables que representan innovaciones en productos y procesos (\mathbf{y}_2 y \mathbf{d}) y el término de error \mathbf{u} o, al menos, sobre la disponibilidad de instrumentos correlacionados con estas variables y no correlacionados con \mathbf{u} .

Harrison et al. (2008) aseveran que las innovaciones son el resultado del éxito de las “inversiones en tecnología”, especialmente en I&D, que tienen que ser decididas de antemano por las empresas y dependen de sus efectos sobre la productividad individual. Por lo tanto, es probable que las innovaciones estén correlacionadas con estos efectos. Sin embargo, como lo muestran los autores, estas están diferenciadas en la ecuación (1) y no se incluyen en el término de error en \mathbf{u} . Por otra parte, los choques inobservados en productividad (ω) permanecen en \mathbf{u} , y sus correlaciones con \mathbf{d} y \mathbf{y}_2 dependen de los supuestos que pueden hacerse razonablemente tanto sobre sus características como sobre el lapso de las inversiones de la empresa en tecnología. Si se supone que

⁹ Ver en Harrison et al. (2008, pp. 10–11) la explicación detallada sobre por qué el parámetro α_0 captura el cambio en eficiencia asociado con la producción de productos viejos y por qué este debería ser negativo.

la empresa toma sus decisiones sobre inversión en tecnología anticipadamente y los choques se consideran impredecibles, las innovaciones no se correlacionarán con ω y \mathbf{u} y un estimador de mínimos cuadrados ordinario (MCO) sería suficiente para estimar la ecuación (1) consistentemente. Por el contrario, si se asume que las empresas hacen estas inversiones dentro del período afectado por los choques ω , las innovaciones resultantes estarán correlacionadas con estos choques, incluso si antes eran impredecibles. Sin embargo, en este caso, podría considerarse que los valores rezagados de las variables incluidas están no correlacionadas con ω y \mathbf{u} y ser usadas como instrumentos válidos. Finalmente, si se asume que ω es autocorrelacionada, el lapso de las decisiones sobre inversiones se torna irrelevante debido a que el valor actual de \mathbf{u} depende de sus valores en el pasado y es probable que las innovaciones estén correlacionadas con valores anteriores de \mathbf{u} así como con su valor actual. En este caso, tanto \mathbf{d} como \mathbf{y}_2 y sus valores anteriores son endógenos y la identificación debería depender del uso de variables instrumentales (externas) que pueden considerarse exógenas con respecto a ω (Harrison et al., 2008).

Los autores hacen una serie de observaciones generales sobre la identificación del modelo. Primero, existen buenas razones para pensar que de hecho los choques de productividad no son predecibles o son apenas medianamente predecibles por las empresas al momento de decidir e iniciar sus inversiones en tecnología; por consiguiente, mediante MCO puede obtenerse una estimación consistente del modelo (1). Por ejemplo, parece bastante irreal asumir que las empresas pueden predecir sus problemas laborales u organizacionales o choques de demanda futuros cuando toman decisiones relacionadas con inversiones en I&D, que en buena medida se hacen bastante tiempo antes de que se den las innovaciones que estas generan eventualmente. Por otra parte, si las inversiones en tecnología se relacionaran positivamente con los choques de productividad ω (por ejemplo, un pico anticipado en la utilización de la capacidad de la empresa y el aumento resultante en productividad laboral), y por ende negativamente con el término de error \mathbf{u} , esperaríamos un sesgo hacia abajo en los coeficientes de \mathbf{d} y \mathbf{y}_2 . En otras palabras, estimaríamos estimando efectos de desplazamiento del empleo debidos a la innovación en procesos muy largos y un impacto de la introducción de nuevos productos que es demasiado bajo.

Tomando en cuenta la anterior discusión, la siguiente sección muestra que nuestras estimaciones no tienen estos sesgos después de controlar los problemas de medición y usar algunas variables instrumentales.

c. Problemas de medición

Con el fin de estimar la ecuación (2), tenemos que enfrentar un asunto difícil. En esta ecuación, debemos sustituir el crecimiento en ventas nominales, que es lo que observamos, por el crecimiento en producción real. El problema de que no haya precios disponibles a nivel de la empresa para deflatar los cambios en las ventas nominales es un hecho común en casi todos los datos de análisis de la productividad de las empresas. Este problema cobra especial relevancia aquí, ya que estamos tratando de estimar la eficiencia relativa de producir productos viejos y nuevos, que pueden venderse a diferentes precios.

Denotando \mathbf{g}_1 como la tasa de crecimiento nominal en las ventas debidas a productos viejos, podemos escribir aproximadamente $\mathbf{g}_1 = \mathbf{y}_1 + \boldsymbol{\pi}_1$, donde $\boldsymbol{\pi}_1$ es la tasa de incremento de los precios de

los productos viejos. Similarmente, podemos definir \mathbf{g}_2 como el crecimiento nominal en las ventas que se debe a productos nuevos y escribir $\mathbf{g}_2 = \mathbf{y}_2(\mathbf{1} + \boldsymbol{\pi}_2) = \mathbf{y}_2 + \boldsymbol{\pi}_2\mathbf{y}_2$, donde $\boldsymbol{\pi}_2$ es la diferencia proporcional de los precios de los productos nuevos con respecto a los precios de los productos viejos. Sustituyendo \mathbf{g}_1 y \mathbf{g}_2 por \mathbf{y}_1 y \mathbf{y}_2 en la ecuación (1), y pasando \mathbf{g}_1 al lado izquierdo de la ecuación, obtenemos:

$$l_{it} - g_{1it} = \alpha_0 + \alpha_1 d_{it} + \beta g_{2it} + v_{it} \quad (2)$$

donde la nueva alteración inadvertida o término de error es ahora $\mathbf{v} = -\boldsymbol{\pi}_1 - \beta\boldsymbol{\pi}_2\mathbf{y}_2 + \mathbf{u}$. En caso de un promedio de $\boldsymbol{\pi}_1$ que no es cero, el modelo incluirá $-\mathbf{E}(\boldsymbol{\pi}_1)$ en la intercepción y $-(\boldsymbol{\pi}_1 - \mathbf{E}(\boldsymbol{\pi}_1))$ en el término de error. Para estimar los parámetros de la ecuación (2) consistentemente, entonces tenemos que tomar en cuenta dos problemas adicionales. Primero, \mathbf{g}_2 (es decir, $\mathbf{y}_2 + \boldsymbol{\pi}_2\mathbf{y}_2$) estará correlacionado con el término de error compuesto \mathbf{v} (es decir, $-\boldsymbol{\pi}_1 - \beta\boldsymbol{\pi}_2\mathbf{y}_2 + \mathbf{u}$). De acuerdo con Harrison et al. (2008), uno puede esperar que esto solo ocurra debido a que $\boldsymbol{\pi}_2\mathbf{y}_2$ está correlacionado obviamente con $\beta\boldsymbol{\pi}_2\mathbf{y}_2$, y al mismo tiempo que el término \mathbf{y}_2 no esté correlacionado con $\boldsymbol{\pi}_1$ ni con $\beta\boldsymbol{\pi}_2\mathbf{y}_2$. Si se cumple esta condición, el problema sería solo encontrar una variable instrumental para \mathbf{g}_2 que esté correlacionada con \mathbf{y}_2 y no correlacionada con $\boldsymbol{\pi}_2\mathbf{y}_2$. Consecuentemente, probamos varios instrumentos posibles (ver siguiente sección) en la estimación de la ecuación (2) para resolver este problema. Como lo señalaron Harrison et al. (2008), el sesgo probable en β en la ausencia de instrumentación es un sesgo de “atenuación”.

Segundo, el término de error compuesto \mathbf{v} incluye $\boldsymbol{\pi}_1$ dado que no podemos controlar el cambio en los precios de los productos viejos. Esto crea un problema para aislar uno de los efectos estructurales de interés. Sabemos que cualquier aumento en la eficiencia reduce el costo marginal en la misma proporción. Entonces, si las empresas fijan los precios de sus productos competitivamente o establecen un aumento del precio sobre el costo marginal, es probable que las variaciones en los precios sean proporcionales al incremento en la eficiencia (con un signo opuesto). Si por ejemplo asumimos que el cambio en los precios $\boldsymbol{\pi}_1$ depende del cambio en el costo marginal \mathbf{c} según la regla $\boldsymbol{\pi}_1 = \boldsymbol{\pi}_0 + \boldsymbol{\gamma}\mathbf{c}$, donde $\boldsymbol{\pi}_0$ es una constante y $\boldsymbol{\gamma}$ es el parámetro de traslado (donde $\mathbf{0} < \boldsymbol{\gamma} < \mathbf{1}$), y que los propios cambios en el costo marginal se relacionan con incrementos en la eficiencia debidos a innovaciones en procesos de acuerdo con $\mathbf{c} = \boldsymbol{\alpha}_1\mathbf{d}$, podemos escribir $\boldsymbol{\pi}_1 = \boldsymbol{\pi}_0 + \boldsymbol{\gamma}\boldsymbol{\alpha}_1\mathbf{d}$. Entonces, en la ecuación (2), solo podremos estimar un efecto atenuado $(\mathbf{1} - \boldsymbol{\gamma})\boldsymbol{\alpha}_1$. En otras palabras, ante la ausencia de información de precios a nivel de la empresa, solo podemos identificar el efecto de las innovaciones en procesos sobre el empleo, libre de la variación compensatoria en los precios. Como tal, los movimientos compensatorios pueden ser importantes (cuando $\boldsymbol{\gamma}$ está cerca de 1), pudiendo encontrar que la innovación en procesos no tiene efecto sobre el empleo (Harrison et al., 2008). Para tratar de la mejor manera posible este problema, en nuestro análisis econométrico, y siguiendo a Harrison et al. (2008), tomamos los correspondientes índices de precios de la industria $\boldsymbol{\pi}$ como un valor aproximado para $\boldsymbol{\pi}_1$, disponible al nivel de 2 dígitos de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) para Costa Rica y lo asignamos a las empresas de acuerdo con sus principales actividades (los principales productos que producen)¹⁰. Entonces, en la práctica, usamos

¹⁰ Incluso en aquellos casos en que las empresas costarricenses exportan la mayor parte de su producción, especialmente cuando operan bajo el régimen de zonas francas, es válido usar los índices de precios locales ya

$l - (\mathbf{g}_1 - \boldsymbol{\pi})$ como la variable dependiente, dejando el término $-(\boldsymbol{\pi}_1 - \boldsymbol{\pi})$ en el término de error. Podemos esperar que, en tanto los precios de la empresa no se desvíen mucho de los precios de la industria, especialmente en una economía pequeña abierta como la costarricense, este ajuste corrige al menos parcialmente el sesgo de atenuación en la estimación de $\boldsymbol{\alpha}_1$. Dada la anterior discusión, la ecuación (2) puede reescribirse de la siguiente manera:

$$l_{it} - (g_{1it} - \pi) = \alpha_0 + \alpha_1 d_{it} + \beta g_{2it} + \tau_{it} \quad (3)$$

En breve, para estimar consistentemente los parámetros de interés de nuestro modelo, tenemos que abordar el problema de endogeneidad creado por la posible correlación de \mathbf{y}_2 con los choques de productividad y por su necesaria sustitución por \mathbf{g}_2 debido a la falta de información sobre precios a nivel de cada empresa, y tenemos que considerar que \mathbf{d} también podría estar correlacionada con los choques de productividad. De este modo, nuestra estrategia de identificación depende de la escogencia de variables instrumentales que pueden considerarse correlacionadas con \mathbf{g}_2 y \mathbf{d} , y no correlacionadas con los choques de productividad.

d. Innovación y calidad del empleo

En esta sección se sigue el enfoque inicial y se usa una variación de la ecuación (3) para evaluar el impacto de la innovación sobre la calidad del empleo, tal como se explica a continuación. Con base en la ecuación (3) y la disponibilidad de los datos en la encuesta de innovación 2006/2007 para Costa Rica, podemos dividir la tasa de crecimiento del empleo entre trabajadores calificados (l^s) y no calificados (l^{us}). Así, podemos estudiar el impacto tanto de la innovación en procesos como de la innovación en productos sobre el crecimiento del empleo calificado y del no calificado.

$$l_{it}^s - (g_{1it} - \pi) = \alpha_0^s + \alpha_1^s d_{it} + \beta^s g_{2it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$l_{it}^{us} - (g_{1it} - \pi) = \alpha_0^{us} + \alpha_1^{us} d_{it} + \beta^{us} g_{2it} + \eta_{it} \quad (5)$$

Al hacerlo, l^s puede estimarse como la tasa de crecimiento de la suma de empleados con educación técnica y profesional, mientras que l^{us} como la tasa de crecimiento de la suma de empleados con solo educación básica o menos. En breve, mediante las ecuaciones (4) y (5) podemos evaluar el grado hasta el cual la innovación, tanto en procesos como en productos separadamente, afecta la generación de empleo cuando consideramos la calidad del empleo y no solo el empleo total. Una vez más, usaremos variables instrumentales como lo discutimos anteriormente, con el fin de abordar el problema de identificación relacionado con la correlación entre \mathbf{d} y \mathbf{g}_2 y el término de error. El informe discute los resultados para la muestra total y para las PyMEs.

que Costa Rica es una economía pequeña abierta y los aranceles son muy bajos, situación que no ha cambiado en los últimos diez años.

e. Estrategias de innovación y empleo

Adoptamos como hipótesis de trabajo que ya que las estrategias de innovación son variables controladas por las empresas, estas deben verse afectadas por la disponibilidad relativa de los factores productivos en donde se implementan. Si esto es correcto, y dado que la intensidad del uso de capital es mayor en países donde se aplican las mejores prácticas, las innovaciones importadas deben tener un efecto más dañino sobre el empleo que las generadas localmente. En otras palabras, las estrategias “*make*” deben ser más generadoras de empleo (y menos intensivas en el uso de habilidades) que las estrategias de innovación “*buy*” (Harrison, 2008; Harrison et al., 2008). Para los modelos que consideran estrategias de innovación “*buy*” y “*make*”, usaremos una definición de variables muy similar a la sugerida por Veugelers y Cassiman (1999). Las variables son definidas de la siguiente manera:

Innovaciones hechas dentro de la empresa (*make*) = 1, si la empresa lleva a cabo I&D y/u otras actividades innovadoras (capacitación, ingeniería y diseño industrial, y administración dentro de la propia empresa) y reporta un presupuesto para estas actividades, y 0 de otro modo.

Innovaciones compradas por la empresa (*buy*) = 1, si una empresa adquiriera tecnología mediante licencias, I&D, hardware, software, consultorías y maquinaria o equipo externos, y 0 de otro modo.

Siguiendo a Elejalde, Giuliadori y Stucchi (2011), usamos dos métodos para estimar el impacto de las estrategias de innovación sobre el crecimiento del empleo. El primero de estos es un método de forma reducida, que es una extensión del modelo de innovación-empleo que permite el uso de diferentes estrategias de innovación; el segundo es un método estructural modelado como un proceso de dos pasos. En el primer paso, los insumos de la innovación (estrategias de innovación) afectan todas las innovaciones (en productos y procesos), mientras en el segundo paso, la innovación en productos afecta el crecimiento del empleo.

Mediante el enfoque de la forma reducida estimamos el modelo econométrico

$$l - (g_1 - \pi) = \alpha_0 + \alpha_m make + \alpha_b buy + \alpha_{mnb} make\&buy + v \quad (6)$$

Donde *make* es un indicador de si la empresa sigue solo la estrategia *make*, *buy* es un indicador de si la empresa sigue solo la estrategia *buy*, y *make&buy* es un indicador de si la empresa sigue una mezcla de ambas estrategias *make* y *buy*.

En el método estructural hacemos una regresión de las estrategias de innovación sobre las innovaciones de productos y procesos, así como sobre el crecimiento de las ventas de productos viejos. Luego, usamos los resultados del modelo de innovación-empleo para descomponer el impacto de las estrategias de innovación sobre el crecimiento del empleo a través de diferentes canales: el efecto de la innovación de productos, el efecto de la innovación en procesos, y el efecto de las ventas de productos viejos.

El modelo econométrico para la primera etapa del enfoque estructural es

$$d = \delta_0 + \delta_m make + \delta_b buy + \delta_{mnb} make\&buy + error,$$

$$g_2 = \gamma_0 + \gamma_m make + \gamma_b buy + \gamma_{mnb} make\&buy + error,$$

$$g_1 = \rho_0 + \rho_m make + \rho_b buy + \rho_{mnb} make\&buy + error.$$

Estas ecuaciones miden el impacto de diferentes estrategias de innovación sobre las innovaciones de productos y procesos, así como sobre las ventas de productos viejos.

La segunda etapa es simplemente el modelo de innovación y empleo de HMJP, el cual ya fue estimado:

$$l = \alpha_0 + \alpha_1 d + g_1 + \beta g_2 + v.$$

Para descomponer el impacto de las diferentes estrategias de innovación sobre el crecimiento del empleo, podemos usar las estimaciones de la primera y segunda fase. Por ejemplo, el impacto esperado de una estrategia de innovación *buy* (versus ninguna estrategia de innovación) sobre el crecimiento en el empleo es

$$\begin{aligned} E[l|buy = 1, x] - E[l|buy = 0, x] &= \beta (E[g_2|buy = 1, x] - E[g_2|buy = 0, x]) \\ &+ \alpha_1 (\Pr(d = 1|buy = 1, x) - \Pr(d = 1|buy = 0, x)) \\ &+ (E[g_1|buy = 1, x] - E[g_1|buy = 0, x]) \\ &= \alpha_1 \delta_b + \beta \gamma_b + \rho_b. \end{aligned}$$

El primer término mide el impacto de una estrategia *buy* sobre el empleo mediante innovaciones en procesos, el segundo término mide el impacto mediante innovaciones en productos, y el tercer término mide el impacto mediante el crecimiento en las ventas de productos viejos. Como es usual, sustituimos parámetros desconocidos con las estimaciones muestrales para estimar estos efectos.

La principal fuente de datos usada en este estudio es la Encuesta de Innovación de Costa Rica para los años 2006/2007. Esta encuesta se basa en una muestra estadísticamente representativa de los sectores manufacturero, eléctrico y de telecomunicaciones. De acuerdo con datos oficiales del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), estos sectores incluían un total de 2.285 empresas. En el caso de la encuesta 2006/2007, el INEC suministró una muestra de 566 empresas distribuidas en todos los sectores. Usando esta muestra, fue posible obtener respuestas de 376 empresas. Después de eliminar empresas de los sectores eléctrico y de telecomunicaciones, y también cualesquier empresas manufactureras con menos de 10 empleados para propósitos de comparabilidad con otros estudios internacionales, terminamos con una muestra de 208 empresas. La encuesta fue realizada por el CINPE para el MICIT.

Los datos de la encuesta de innovación incluyen la mayoría de las variables que se necesitaron para estimar las ecuaciones de (2) a (7), como ventas totales, ventas tanto de productos viejos como nuevos, cantidad de trabajadores (calificados y no calificados; permanentes y temporales), e información tradicional sobre los resultados de la innovación (innovaciones en productos, procesos, organizacionales y en la comercialización). Los datos de la encuesta de innovación se combinaron con datos oficiales de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) y del Banco Central de Costa Rica relacionados con la cantidad total de trabajadores y el valor total de producción para cada sector de la industria (códigos de 2 dígitos de la CIU), respectivamente. Por último, las definiciones de todas las variables usadas en la estimación de la ecuación (2) a la (6) se presentan en el Anexo A. Aunque otras dos encuestas de innovación estaban disponibles para los años 2008 y 2009, decidimos no usarlas debido a problemas de compatibilidad de los datos con los de la encuesta para 2006/2007. Primero que todo, todas las tres muestras no fueron seleccionadas usando criterios, lo cual permitiría la creación de un panel; cada muestra fue seleccionada usando una muestra aleatoria de la población total de empresas manufactureras en el país. Segundo, algunas preguntas clave para esta investigación, como aquellas relacionadas con las ventas de productos o innovaciones que eran nuevos para la empresa o para el mercado, se incluyeron solo en la encuesta de 2006/2007; es decir, la que se usó en este documento.

3. Resultados de los modelos econométricos

a. Estrategia para la estimación

Para estimar consistentemente los parámetros de interés en nuestro modelo, abordamos el problema de endogeneidad creado por la posible correlación de y_2 con los choques de productividad (incluidos en el término de error de la ecuación 1), así como la necesaria sustitución de y_2 por g_2 y el uso de índices de precios a nivel de industria debido a la falta de información de precios a nivel de cada empresa de la muestra. Además, debemos tomar en consideración que d también podría estar correlacionada con los choques de productividad. De este modo, nuestra estrategia depende de la escogencia de variables instrumentales que pueden considerarse correlacionadas tanto con d como con g_2 , y no correlacionadas con los choques de productividad. Después de varios intentos, finalmente elegimos dos instrumentos válidos para g_2 : el mayor rango de bienes (que es el usado por Harrison et al. 2008) y el aumento en la capacidad productiva. Estas dos variables evalúan el impacto de la innovación sobre el rango de bienes producidos por empresa y sobre su capacidad productiva, respectivamente, según lo indican las empresas en la encuesta de innovación¹¹. La primera variable es codificada como cero si la innovación no es relevante para el rango de bienes producidos por la empresa, uno si el impacto de la innovación sobre el rango es bajo, dos si es mediano, y tres si es alto. Como resultado, esperamos que este instrumento esté no correlacionado con cambios en el precio de productos nuevos en comparación con los de productos viejos. También parece poco probable que esté correlacionado con los choques de productividad. La segunda variable instrumental es codificada de manera similar que la primera: el indicador es codificado como cero si la innovación no es relevante para un aumento en la capacidad productiva, uno si el impacto de la innovación es bajo, dos si es mediano, y tres si es alto. Con base en la teoría del acelerador, podríamos aducir que ante un incremento en la demanda de los bienes producidos, la empresa tiene la opción de aumentar la producción incrementando su capacidad productiva, entonces la producción de bienes nuevos estaría relacionada con el aumento en la capacidad productiva, pero el incremento en la capacidad productiva no estaría necesariamente correlacionado con los choques de productividad.

Las variables instrumentales originales se convirtieron en variables dicotómicas (0 y 1), que produjeron un mayor número de variables instrumentales (VI) con las cuales trabajar. Sin embargo, solo dos de estas variables dicotómicas funcionaron bien como VI en todas las regresiones.

b. Innovación por las empresas manufactureras costarricenses

En esta sección se presentan estadísticas descriptivas y se discuten los resultados de la exploración inicial de los datos. Los detalles sobre las definiciones de variables pueden verse en el Anexo A. En el Cuadro 1 se presentan estadísticas descriptivas del sector manufacturero en Costa Rica. Para cada variable, la muestra es dividida en cinco sub-grupos de acuerdo a si la empresa reporta que durante todo el período del estudio 2006–2007, había introducido innovaciones en productos o en procesos, había introducido innovaciones en productos, procesos y/o cambios organizacionales, había

¹¹ No logramos encontrar ningún instrumento válido para d con base en los datos disponibles de la encuesta de innovación. Por ende, asumimos que d es una variable exógena del modelo.

introducido innovaciones en procesos únicamente (no en productos), había introducido solo innovaciones organizacionales (no en productos) o había introducido innovaciones en productos.

En el Cuadro 1 se muestra que las innovadoras en productos o procesos representan alrededor de 78% de las empresas manufactureras. Las empresas que llevan a cabo innovaciones en procesos únicamente representan 4% de la muestra, lo cual indica que en la mayoría de los casos las innovaciones en productos y procesos ocurren simultáneamente en estas empresas. Por último, las empresas que son innovadoras en productos representan 74% de la muestra, del cual 57% lleva a cabo innovaciones en procesos y productos simultáneamente. En comparación con resultados de otros países, las cifras anteriores parecen ser altas para un país en vías de desarrollo como Costa Rica¹². Una posible explicación de este resultado es que quizás las empresas en Costa Rica entienden la innovación y la novedad más ampliamente.

El crecimiento del empleo en todas las empresas es alrededor de 3,3%. Pocas empresas son no innovadoras (no realizan innovaciones en procesos ni en productos) y muestran una tasa de crecimiento del empleo igual a 3,5%, donde el crecimiento en el empleo entre las innovadoras en productos es menos de la mitad del crecimiento entre innovadoras en procesos únicamente (3,0% versus 7,4%). Las ganancias en productividad tienden a ser mayores en innovadoras en productos que en innovadoras en procesos (20,4 y 4,3%, respectivamente).

El incremento promedio en ventas durante el período 2006–2007 fue 23,7%. El crecimiento promedio en ventas es positivo incluso cuando es deflatado por la correspondiente tasa de incremento del precio, que es relativamente alta en Costa Rica para ese período (14,6 %) ¹³. El crecimiento en las ventas es consistentemente más alto (aunque sea solo ligeramente) para empresas innovadoras que para las no innovadoras, con una diferencia significativa entre empresas que introducen innovaciones en procesos únicamente y aquellas que introducen innovaciones organizacionales o en productos. Para las innovadoras en productos, las ventas de productos nuevos o mejorados significativamente introducidos durante el período 2006–2007 son un componente muy importante del crecimiento total en las ventas. De hecho, mientras que estas ventas crecieron a una tasa de 78,6% en el 2007, las ventas de productos viejos disminuyeron por 54,8%, lo cual puede interpretarse como que las ventas de productos nuevos canibalizaron las ventas de productos viejos en Costa Rica.

Para resumir, los datos muestran que el empleo crece más en empresas innovadoras, pero no más intensamente en empresas con innovaciones en productos que en empresas con innovaciones en procesos. Para las empresas con innovaciones en productos, la demanda de productos viejos

¹² Por ejemplo, Harrison, et al. (2008) hallaron que los innovadores representan entre alrededor de 40% (en el Reino Unido) y 60% (Alemania) de las empresas manufactureras en cuatro países (Francia, Alemania, España y el Reino Unido), y que alrededor de más de tres cuartas partes de estas han introducido innovaciones en productos (la mitad de estas junto con innovaciones en procesos). Tratamos de “deflacionar” la proporción de empresas innovadoras redefiniendo las variables de innovación en términos de “novedad”, es decir, solo nos concentramos en innovadores de productos y procesos nuevos para el mercado, pero aún así los resultados continuaron siendo relativamente altos.

¹³ Es decir, el aumento en el índice de precios de manufactura sin combustible, del 2006 al 2007 (fuente, Banco Central Bank de Costa Rica).

siempre disminuye, pero el aumento en ventas de productos nuevos es mayor que esta disminución (es decir, los productos nuevos contribuyen a un aumento en la demanda). Esto sugiere que los efectos de compensación de todas las clases son prevaletentes, y que no existe una manera razonable de evaluar los papeles relativos que juegan las innovaciones en procesos y productos sin estimar el modelo de Harrison et al. Finalmente, parece que la introducción de productos nuevos y su importancia relativa en las ventas totales es muy alta en el sector manufacturero costarricense.

Dado el énfasis en el tamaño de la empresa al estimar el impacto de la innovación sobre el crecimiento del empleo, estimamos las estadísticas descriptivas para las PyMEs (ver Cuadro 2) y las contrastamos con aquellas obtenidas para la muestra total (Cuadro 1). Con la excepción de que en el caso de las PyMEs hay un poco más de no innovadoras que en la muestra total (29% versus 22%) el resto de las estadísticas descriptivas no nos permiten aseverar que existen diferencias importantes dependiendo del tamaño de la empresa con respecto al empleo, ventas y crecimiento en productividad.

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas de varias variables de las empresas manufactureras, durante los años 2006 y 2007

Variables	Desviación				
	Promedio	Mediana	estándar	Mínimo	Máximo
Número de observaciones	208				
Distribución de las empresas (%)					
No innovadoras (en procesos ni en productos)	22				
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos)	4				
Innovadoras en productos	74				
Cantidad de empleados al inicio de (cada) encuesta 2006	177	43	397	10	3575
2006					
2007	182	44	405	10	3575
Capital extranjero-10% o más-(%)	14,9	0,0	35,7	0,0	100,0
Ubicadas en la capital del país(%)	57,7	100,0	49,5	0,0	100,0
Crecimiento del empleo (%) (tasa anual)					
<i>Todas las empresas</i>	3,3	0,0	10,9	-36,4	63,6
No innovadoras (en procesos ni en productos)	3,5	0,0	12,9	-36,4	57,1
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos)	7,4	4,3	9,9	0,0	28,2
Innovadoras en productos	3,0	0,0	10,4	-36,0	63,6
Crecimiento en ventas (%)1 (crecimiento nominal) (tasa anual)					
<i>Todas las empresas</i>	23,7	19,1	25,9	-41,4	134,7
No innovadoras (en procesos ni en productos)	27,3	22,6	25,9	-10,0	106,7
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos)	11,7	10,8	16,4	-8,4	46,2
Innovadoras en productos	23,4	18,8	26,2	-41,4	134,7
<i>de las cuales:</i>					
Productos viejos	-54,9	-100,0	55,9	-100,0	106,7
Productos nuevos	78,6	99,5	58,5	0,0	234,7
Crecimiento de productividad laboral (%)1 (tasa anual)					
<i>Todas las empresas</i>	20,5	15,4	26,0	-55,8	106,8
No innovadoras (en procesos ni en productos)	23,8	20,9	30,3	-55,8	106,7
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos)	4,3	5,4	18,7	-20,4	46,2
Innovadoras en productos	20,4	15,0	24,8	-41,4	106,8
Crecimiento en precios (%)2					
<i>Todas las empresas</i>	14,3	16,0	7,1	-4,0	23,1
No innovadoras (en procesos ni en productos)	14,1	16,0	7,8	-4,0	23,1
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos)	11,8	10,8	6,8	3,2	19,3
Innovadoras en productos	14,6	16,0	7,0	-0,5	23,1

Fuente: Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007.

Notas:

1/El crecimiento de las ventas para cada tipo de empresa es el promedio de la variable g y los promedios de productos viejos y nuevos son los promedios de las variables g1 y g2, respectivamente.

2/Precios calculados para un conjunto de industrias y asignados a las empresas de acuerdo con su actividad.

n.d= no disponible.

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas de varias variables de las PyMEs manufactureras, durante los años 2006 y 2007

Variables	Desviación				
	Promedio	Mediana	estándar	Mínimo	Máximo
Número de observaciones	119				
Distribución de las empresas (%)					
No innovadoras (en procesos ni en productos)	29				
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos)	6				
Innovadoras en productos	65				
Cantidad de empleados al inicio de (cada) encuesta					
2006	26	24	12	10	49
2007	26	23	12	10	60
Capital extranjero-10% o más-(%)	6,7	0,0	25,1	0,0	100,0
Ubicadas en la capital del país(%)	63,9	100,0	48,2	0,0	100,0
Crecimiento del empleo (%) (tasa anual)					
<i>Todas las empresas</i>	3,6	0,0	13,5	-36,4	63,6
No innovadoras (ni en procesos ni en productos)	3,7	0,0	14,4	-36,4	57,1
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos)	5,4	4,3	6,6	0,0	17,6
Innovadoras en productos	3,3	0,0	13,6	-36,0	63,6
Growth wage bill per worker (%) (yearly rate)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Crecimiento en ventas (%)1 (crecimiento nominal) (tasa anual)					
<i>Todas las empresas</i>	20,0	15,5	25,9	-41,4	134,7
No innovadoras (en procesos ni en productos)	23,1	19,2	24,7	-10,0	96,8
Process only innovators (nonInnovadoras en productos)	12,8	10,8	16,3	-2,7	46,2
Innovadoras en productos	19,3	15,2	27,3	-41,4	134,7
<i>de las cuales:</i>					
Productos viejos	-46,1	-66,8	57,2	-100,0	96,8
Productos nuevos	66,1	86,6	58,4	0,0	234,7
Crecimiento de productividad laboral (%)1 (tasa anual)					
<i>Todas las empresas</i>	16,5	12,2	26,2	-55,8	103,5
No innovadoras (en procesos ni en productos)	19,4	17,6	30,1	-55,8	96,8
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos)	7,4	6,5	20,4	-20,4	46,2
Innovadoras en productos	16,0	11,1	24,8	-41,4	103,5
Crecimiento en precios (%)2					
<i>Todas las empresas</i>	13,5	15,3	7,1	-4,0	23,1
No innovadoras (en procesos ni en productos)	14,1	16,0	7,4	-4,0	23,1
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos)	9,7	9,4	6,2	3,2	19,3
Innovadoras en productos	13,6	15,3	7,0	-0,5	23,1

Fuente: Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006/2007.

Notas:

1/ El crecimiento de las ventas para cada tipo de empresa es el promedio de la variable g y los promedios de productos viejos y nuevos son los promedios de las variables g1 y g2, respectivamente.

2/ Precios calculados para un conjunto de industrias y asignados a empresas de acuerdo con su actividad.

n.d= no disponible.

c. El modelo básico

i. Resultados econométricos para todas las empresas

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de la estimación de la ecuación (2) usando mínimos cuadrados ordinarios (MCO), al tanto que se considera la tasa de crecimiento del empleo total como una variable dependiente. No se encontró relación entre innovación en productos (d2) o en procesos

(d) y la tasa de crecimiento del empleo, ni entre esta última variable y una combinación de los dos tipos de innovación (TPP: innovaciones en productos y procesos). Similarmente, no parece haber ninguna relación entre la tasa de crecimiento en la producción de productos viejos ($g1-\pi$) y la tasa de crecimiento del empleo, ni entre esta variable y las compañías que se ubican en la capital. Los resultados muestran una relación significativa únicamente entre la tasa de crecimiento del empleo y las compañías con participación de capital extranjero. Es decir, la tasa de crecimiento del empleo en las empresas manufactureras costarricenses es mayor en aquellas compañías con participación de capital extranjero. En general, los resultados no son sorprendentes, dados los problemas de identificación que se discutieron en las secciones anteriores. Por ello, tal y como lo exponemos más adelante estos problemas deben resolverse en la forma en que lo hacemos en las próximas secciones.

Cuadro 3: Impacto de la innovación en el crecimiento anual del empleo (l) en las empresas manufactureras; estimación MCO con errores robustos (es)

Variables explicativas de la regresión	Empresas manufactureras			
	1-MCO: estimación básica	2-MCO: estimación básica	2-MCO: estimación básica	2-MCO: estimación básica
Constante	2.339	3.606	5.229	3.776
(es)	(3.291)	(2.335)	(4.128)	(2.598)
TPP (innovadoras en productos o procesos)	1.577			
(es)	(3.443)			
Innovadoras en productos (d2)		-2.730		-2.783
(es)		(3.949)		(3.905)
Innovadoras en procesos (d)		3.386		3.214
(es)		(4.244)		(4.350)
TPP (innovadoras en productos o procesos) + cambio org.			-2.022	
(es)			(4.469)	
Cambio organizacional (únicamente)				-0.204
(es)				(1.732)
Crecimiento real de las ventas ($g1-II$)	0.011	-0.015	0.005	-0.015
(es)	(0.016)	(0.022)	(0.015)	(0.022)
Tiempo (si se recolectó información)	No	No	No	No
(es)				
Variables dicotómicas de códigos de industrias a dos dígitos	sí	sí	sí	sí
(es)				
Ubicadas en la capital	-0.086	0.117	-0.040	0.128
(es)	(1.517)	(1.604)	(1.557)	(1.594)
Capital extranjero (10% o más)	2.165	2.883*	2.379	2.936*
(es)	(1.586)	(1.603)	(1.572)	(1.628)
Error estándar	11.09	11.077	11.094	11.106
Cantidad de empresas	208,00	208,00	208,00	208,00

Fuente: Cálculos de los autores con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007.

Nota: * El coeficiente es significativo estadísticamente al nivel de 10%; ** al nivel de 5%; *** al nivel de 1%; la ausencia de asteriscos significa que el coeficiente no es diferente de cero con significancia estadística.

Para toda la muestra, en el Cuadro 4 se presentan los resultados de la estimación de la ecuación (3) por MCO así como los resultados usando variables instrumentales (VI), usando los dos

instrumentos discutidos en una sección anterior para g_2 : mayor rango de bienes y aumento en la capacidad productiva. La variable dependiente es el crecimiento del empleo menos el crecimiento de las ventas debido a productos sin cambios o viejos. Como se discutió anteriormente, controlamos los cambios en los precios (es decir, la variable dependiente es $1 - (g_1 - \pi)$). Por lo tanto, el valor de la constante es una estimación del crecimiento promedio (negativo) en productividad real en la producción de productos viejos para el período de dos años 2006–2007. Siguiendo a Harrison, et al. (2008), en todas las regresiones incluimos un conjunto completo de variables dicotómicas para los sectores industriales, con sus coeficientes limitados a sumar un total de 0 para preservar la interpretación de la constante. Las variables explicativas clave son las dicotómicas de “innovación en procesos únicamente” d y las variables g_2 de “crecimiento de las ventas de productos nuevos”. También incluimos otras variables explicativas como la ubicación de la empresa en la capital y la participación de inversionistas extranjeros en la empresa (ver definiciones en Anexo A).

Las primeras dos columnas del Cuadro 4 presentan las estimaciones MCO para las empresas manufactureras usando dos especificaciones del modelo o ecuación básica (3). En la primera columna aparecen los resultados de la ecuación original (3), y en la segunda se incluyen las dos variables explicativas adicionales (ubicada en la capital y de capital extranjero). Tanto la constante α_0 como el coeficiente para d no son significativos en ambas especificaciones.

Como lo mostraron Harrison, et al. (2008), el coeficiente β estimado para el crecimiento de las ventas de productos nuevos (g_2) es una estimación de la eficiencia relativa del proceso de producción de productos nuevos comparada con aquella de productos viejos. El hecho de que este coeficiente es estadísticamente diferente de cero, y menos de uno en las dos especificaciones, puede sugerir que los productos nuevos son producidos más eficientemente que los productos viejos. Sin embargo, como se discutió anteriormente, es probable que cualquier endogeneidad (debido a cambios inadvertidos en los precios o correlación con choques no tecnológicos en la productividad) produzca un sesgo hacia abajo en este coeficiente, exagerando las ganancias en productividad asociadas con la producción de productos nuevos. De hecho, los resultados que aparecen en la tercera y cuarta columnas del Cuadro 4, donde usamos las estimaciones con variables instrumentales (VI) confirman esta aseveración.

Cuadro 4: Impacto de la innovación en el crecimiento anual del empleo I -(g1-II) de las empresas manufactureras; estimación MCO empleando variables instrumentales

Variables explicativas de la regresión	Empresas manufactureras			
	1-MCO: estimación básica	2-MCO + controles	Variables Instrumentales: básico	Variables instrumentales + controles
Constante	2.380	-1.616	-8.779*	-12.160**
(es)	(3.955)	(5.241)	(4.591)	(5.170)
Innovación en procesos únicamente (d)	8.017	8.175	18.855*	18.413*
(es)	(6.363)	(6.539)	(10.126)	(10.076)
Crecimiento en ventas debido a productos n	0.887***	0.887***	1.023***	1.015***
(es)	(0.042)	(0.042)	(0.051)	(0.050)
Capital extranjero (10% o más)		0.950		1.361
(es)		(5.161)		(5.503)
Ubicadas en la capital (capreg)		6.672*		6.680*
(es)		(3.884)		(3.843)
Variables dicotómicas de códigos de industria	sí	sí	sí	sí
Tiempo (si se recolectó información)	No	No	No	No
Error estándar	25.198	25.114	26,327	26,125
Cantidad de empresas	208	208	208	208
Prueba F para g2			75,386	78,160
valor de la probabilidad			0,000	0,000
Prueba de Sargan			2,178	2,654
valor de la probabilidad			0,140	0,103
Prueba de exogeneidad de Davidson-MacKinnon			14,913	13,790
valor de la probabilidad			0,000	0,000
Prueba de Stock y Yogo sobre variables instrumentales débiles				
Prueba de valor crítico de Cragg-Donald			75,386	78,160
Estadístico SY (10%)			19,930	19,930
Lista de instrumentos usados			Mayor rango de bienes; aumento en capacidad productiva	Mayor rango de bienes; aumento en capacidad productiva

Fuente: Cálculos de los autores con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007.

Nota: * El coeficiente es significativo estadísticamente al nivel de 10%; ** al nivel de 5%; *** al nivel de 1%; la ausencia de asteriscos significa que el coeficiente no es diferente de cero con significancia estadística.

La tercera y cuarta columnas del Cuadro 4 toman la variable de “crecimiento de las ventas de productos nuevos” como endógena usando dos instrumentos. Como se señaló anteriormente, cualquier instrumento válido para g2 debe estar relacionado con el crecimiento de las ventas de productos nuevos pero no con cambios en el precio de productos nuevos en comparación con los productos viejos ni con los choques de productividad. Entre las variables que evaluamos como instrumentos potenciales, se seleccionaron “mayor rango de bienes” y “aumento en capacidad productiva”, que evalúan el impacto de la innovación sobre el rango de bienes producidos por empresa y sobre su capacidad productiva, respectivamente, según se reporta en el cuestionario de la encuesta de innovación de Costa Rica. Como se mencionó antes, la primera variable es codificada como cero si la innovación no es relevante para el rango de bienes producidos por la empresa, uno

si el impacto de la innovación sobre el rango es bajo, dos si es mediano y tres si es alto. La segunda variable instrumental es codificada en forma similar a la primera. El indicador es codificado como cero si no es relevante para un aumento en la capacidad productiva, uno si el impacto de la innovación es bajo, dos si es mediano y tres si es alto.

Verificamos en la práctica que ambos instrumentos no sean débiles, lo cual se confirma al estar correlacionados positivamente y significativamente de manera clara con la variable endógena g_2 en la regresión de forma reducida; e igualmente, no están correlacionadas con los residuos. Además, usamos el siguiente procedimiento para determinar la validez de los instrumentos y la necesidad de incorporarlos en la ecuación (3). Primero, usamos la prueba F para evaluar si realmente existía una relación estadísticamente significativa entre los instrumentos y la variable endógena g_2 . Segundo, usamos la prueba de Sargan de sobre-identificación con el fin de verificar que los residuos no están correlacionados con las variables instrumentales, lo cual indicaría que los últimos son realmente exógenos¹⁴. Tercero, empleamos la prueba sugerida por Stock y Yogo (2002) para evaluar la existencia de una relación fuerte y estadísticamente significativa entre los instrumentos y la variable endógena—es decir, para determinar si los instrumentos eran débiles o no. En este caso, la confirmación de la hipótesis nula establecía que los instrumentos eran débiles. La hipótesis nula es rechazada si el estadístico de Stock y Yogo es más pequeño que el valor crítico de Cragg-Donald. Finalmente, se requiere usar instrumentos para g_2 , como lo muestra el resultado de la prueba de Davidson-Mackinnon para medir la idoneidad de los estimadores de las variables instrumentales (ver Cuadro 4).

Las estimaciones de la constante usando VI difieren marcadamente de las estimaciones MCO, mostrando un crecimiento promedio más rápido de la productividad en la producción de productos viejos (y una correspondiente disminución en el empleo). Como se muestra en las columnas tres y cuatro del Cuadro 4, el coeficiente es negativo y significativo tanto en la forma reducida como en la que se incluyen dos variables adicionales explicativas. Es importante recordar que la constante α_0 de la regresión muestra un crecimiento promedio detectable en la productividad, lo que implica empleo decreciente constantemente para la producción total de productos viejos.

De las dos últimas columnas del Cuadro 4 surgen tres resultados adicionales importantes. Primero, el coeficiente de innovación en los procesos (d) es significativo, mostrando que parece que este tipo de actividad de innovación crea empleo, al menos durante el período estudiado. Sin embargo, debemos tener cuidado con este resultado ya que la significancia es muy baja. Segundo, el coeficiente de g_2 (innovación en productos) es significativo, pero ya no más menor a uno (de hecho, es igual a uno), de modo que los productos nuevos no necesariamente se están produciendo más eficientemente que los productos viejos. Tercero, parece que las empresas ubicadas en la capital muestran un mayor crecimiento en el empleo que aquellas que operan en otros lugares. Esto puede presentarse debido a que mucha gente que está calificada para tareas manufactureras vive en esta área del país.

¹⁴ En este caso, no debemos rechazar la hipótesis nula, ya que dice que los instrumentos no están correlacionados con el término de error.

En general, se puede concluir que las empresas costarricenses que hacen innovaciones en productos son aquellas que generan más oportunidades de empleo. Este es un resultado muy importante para los formuladores de políticas ya que muestra que las políticas apropiadas para promover actividades de innovación, como facilitar la provisión de gente con mayores niveles educativos (técnicos y profesionales), son la mejor forma de continuar creando oportunidades de empleo en el futuro. También es importante señalar que dado que en promedio las empresas manufactureras costarricenses están experimentando un crecimiento en productividad, los trabajos relacionados con productos viejos están disminuyendo. Este último resultado implica que se requieren políticas para mejorar las capacidades de los trabajadores que participan en la producción de productos viejos, de modo que puedan participar en actividades de innovación o en la producción de bienes nuevos, evitando de esta manera perder su trabajo. Por ejemplo, actividades de reeducación o capacitación en otras habilidades deben ser una prioridad ante esta situación.

ii. Resultados econométricos para las PyMEs

La estimación de la ecuación (3) se hizo usando una muestra de PyMEs (definidas como aquellas con menos de 50 empleados), pero también usando los mismos procedimientos usados para la estimación de la ecuación (3) para la muestra total (ver Cuadros 5 y 6).

En el Cuadro 5 se presentan los resultados de la estimación de la ecuación (2) usando MCO, pero considerando la tasa de crecimiento del empleo total como una variable dependiente. Todos los resultados no son significativos como en el caso de la muestra total, lo cual puede estar relacionado con los problemas de identificación discutidos en secciones anteriores.

Cuadro 5: Impacto de la innovación en el crecimiento anual del empleo (l) en las PyMEs; estimación MCO con errores robustos (es)

Variables explicativas de la regresión	PyMEs manufactureras			
	1-MCO: estimación básica	2-MCO: estimación	2-MCO: estimación	2-MCO: estimación
Constante	1.292	3.284	4.526	3.261
(es)	-4.540	-3.508	-5.046	-3.766
TPP (innovadoras en productos o procesos)	1.582			
(es)	-4.340			
Innovadoras en productos (d2)		-5.837		-5.830
(es)		-6.185		-6.109
Innovadoras en procesos (d)		-0.026		-0.003
(es)		-4.556		-4.625
TPPwide (innovadoras en productos o procesos) + org change			-2.605	
(es)			-5.007	
Cambio organizacional (únicamente)				0.032
(es)				-2.745
Crecimiento real de las ventas (g1-II)	0.000	-0.048	-0.009	-0.048
(es)	(0.024)	(0.041)	(0.023)	(0.041)
Tiempo (si se recolectó información)	No	No	No	No
(es)				
Variables dicotómicas de códigos de industrias a dos dígitos	sí	sí	sí	sí
(es)				
Ubicadas en la capital (capreg)	1.066	1.322	1.070	1.318
(es)	-3.262	-3.358	-3.352	-3.354
Capital extranjero (10% o más)	4.585	4.745	4.587	4.735
(es)	-4.104	-4.232	-4.162	-4.347
Error estándar	13.844	13.854	13.843	13.924
Cantidad de empresas	119	119	119	119

Fuente: Cálculos de los autores con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007.

Nota: * El coeficiente es significativo estadísticamente al nivel de 10%; ** al nivel de 5%; *** al nivel de 1%; la ausencia de asteriscos significa que el coeficiente no es diferente de cero con significancia estadística.

Cuadro 6: Impacto de la innovación en el crecimiento anual del empleo I -(g1-II) de las PyMEs manufactureras; estimación MCO empleando variables instrumentales

Variables explicativas de la regresión	PyMEs manufactureras			
	1-MCO: estimación básica	2-MCO + controles	Variables Instrumentales: basico	Variables instrumentales + controles
Constante	0.832	-0.845	-7.612	-7.571
(es)	(4.899)	(6.650)	(5.315)	(6.088)
Innovación en procesos únicamente (d)	5.462	5.726	15.111	15.415
(es)	(9.045)	(8.770)	(12.485)	(12.655)
Crecimiento en ventas debido a productos nuevos	0.937***	0.932***	1.057***	1.051***
(es)	(0.060)	(0.059)	(0.066)	(0.068)
Capital extranjero (10% o más)		10.083		7.194
(es)		(8.525)		(11.113)
Ubicadas en la capital (capreg)		2.112		-0.319
(es)		(5.949)		(6.049)
Variables dicotómicas de códigos de industrias a d	sí	sí	sí	sí
Tiempo (si se recolectó información)	No	No	No	No
Error estándar	26.057	26.199	26.907	27.039
Cantidad de empresas	119	119	119	119
Prueba F para g2			54,230	51,120
valor de la probabilidad			0,000	0,000
Prueba de Sargan			0,217	0,251
valor de la probabilidad			0,641	0,616
Prueba de exogeneidad de Davidson-MacKinnon			7,737	7,147
valor de la probabilidad			0,007	0,009
Prueba de Stock y Yogo sobre variables instrumentales débiles				
Prueba de valor crítico de Cragg-Donald			54,230	51,120
Estadístico SY (10%)			19,930	19,930
Lista de instrumentos usados			Mayor rango de bienes; aumento en capacidad productiva	Mayor rango de bienes; aumento en capacidad productiva

Fuente: Cálculos de los autores con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007.

Nota: * El coeficiente es significativo estadísticamente al nivel de 10%; ** al nivel de 5%; *** al nivel de 1%; la ausencia de asteriscos significa que el coeficiente no es diferente de cero con significancia estadística.

Las dos primeras columnas del Cuadro 6 muestran los resultados de estimaciones MCO de la ecuación (3) cuando se usan las dos variables explicativas, mientras que las dos últimas columnas muestran los resultados para la misma ecuación pero incluyendo las VI. Los resultados de las estimaciones MCO muestran que el único coeficiente significativo y con el signo correcto es aquel asociado con g2 (crecimiento en la producción de productos nuevos). Sin embargo, dados los problemas asociados con la endogeneidad, decidimos usar las dos mismas variables instrumentales para g2 que usamos en el Cuadro 4¹⁵. Habiéndolo hecho, encontramos que el coeficiente de g2 (innovaciones en productos) es significativo pero ya no más menor que uno, de modo que los productos nuevos no necesariamente se están produciendo más eficientemente que los productos viejos. Entonces no se encontró diferencia entre los resultados para PyMEs y empresas más grandes con respecto al impacto de la innovación en productos sobre el crecimiento del empleo. Sin

¹⁵ Ver en el Cuadro 6 todas las pruebas para la idoneidad de los instrumentos.

embargo, a diferencia de lo que ocurrió en el caso de todas las empresas, en el caso de las PyMEs no encontramos evidencias con respecto a un crecimiento promedio más rápido en la productividad (y una correspondiente disminución en el empleo) en la producción de productos viejos (la constante no es significativa en el último caso). Finalmente, en el caso de innovación en procesos en las PyMEs, la innovación no se asocia con cambios en el empleo (ya sea generación o destrucción de oportunidades de empleo)¹⁶.

En breve, podemos concluir que es útil considerar el tamaño de la empresa cuando se analiza el impacto de la innovación sobre el empleo. Primero, el análisis nos llevó a concluir que la innovación en productos nuevos genera empleo en todos los casos, sin importar el tamaño. Segundo, en promedio las PyMEs no están experimentando un crecimiento en la productividad, lo cual implica que no están sufriendo constantemente una disminución en el empleo para un nivel dado de producción total de productos viejos. Por lo tanto, parece que las empresas grandes son las que deben concentrarse más en políticas como la reeducación de sus trabajadores.

d. Innovación y calidad del empleo

i. Resultados econométricos para todas las empresas

En esta sección se presentan los resultados usando el modelo básico de Harrison, et al. (2008), dividiendo a los empleados en dos categorías: empleados calificados y no calificados. Definimos a los empleados calificados como aquellos que están en las categorías de técnicos y profesionales, mientras que los empleados no calificados son aquellos con un nivel educativo básico o inferior. Antes de discutir los resultados de los modelos econométricos, es importante explorar la importancia relativa de la mano de obra calificada en diferentes tipos de empresas, dependiendo de su participación en actividades innovadoras. En el Cuadro 7 se muestra que una tercera parte de la fuerza laboral en todas las empresas manufactureras costarricenses son trabajadores calificados. Como resultado inesperado, encontramos que esta participación es más pequeña en el caso de las empresas innovadoras en procesos (25,1%).

¹⁶ Es importante recordar que debido a que solo tenemos unas pocas PyMEs que son innovadoras en procesos (ver Cuadro 2) este último resultado podría enfrentar un problema de significancia estadística. Por lo tanto, esta conclusión debe tomarse con precaución.

Cuadro 7. Estadísticas descriptivas para la composición del empleo de las empresas manufactureras

Variables	Promedio	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Proporción de mano de obra calificada 2006					
<i>Todas las empresas</i>	32.3	25.5	25.6	0.0	100.0
No innovadoras (ni en procesos ni en productos)	33.0	25.0	27.5	3.0	100.0
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos)	25.2	16.7	27.9	0.0	84.5
Innovadoras en productos	32.5	25.8	25.0	0.0	100.0
Crecimiento del empleo (%) (tasa anual)					
<i>Todas las empresas</i>	3.3	0.0	10.9	-36.4	63.6
No innovadoras (ni en procesos ni en productos)	3.5	0.0	12.9	-36.4	57.1
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos)	7.4	4.3	9.9	0.0	28.2
Innovadoras en productos	3.0	0.0	10.4	-36.0	63.6
Crecimiento de mano de obra calificada (%)					
<i>Todas las empresas</i>	4.5	0.0	17.7	-50.0	133.3
No innovadoras (ni en procesos ni en productos)	6.1	0.0	18.5	-25.0	100.0
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos)	3.5	0.0	6.9	0.0	18.3
Innovadoras en productos	4.1	0.0	17.9	-50.0	133.3
Crecimiento de mano de obra no calificada (%)					
<i>Todas las empresas</i>	4.4	0.0	20.5	-40.0	185.7
No innovadoras (ni en procesos ni en productos)	2.2	0.0	11.9	-37.5	45.5
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos)	13.0	0.0	26.6	0.0	81.8
Innovadoras en productos	4.5	0.0	21.9	-40.0	185.7

Fuente: Cálculos de los autores con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007.

Cuando analizamos el crecimiento en el empleo entre los diferentes tipos de empresas, las innovadoras en procesos muestran la mayor tasa seguidas por las no innovadoras. Sin embargo, los resultados muestran diferencias importantes cuando dividimos la fuerza laboral de acuerdo a las habilidades de la mano de obra (calificada y no calificada). De hecho, en el caso de las empresas innovadoras en procesos, la proporción de mano de obra no calificada crece más rápido que aquella de trabajadores calificados. Por último, en el caso de innovadoras de productos, la proporción de trabajadores no calificados creció un poco más rápido que aquella de trabajadores calificados entre el 2006 y el 2007, pero ambas tasas son relativamente altas (4,5% y 3,9%, respectivamente).

En el Cuadro 8 se muestran los resultados de análisis MCO para las ecuaciones (4) – empleados calificado – y (5) – empleados no calificados. Los resultados de la primera columna (mano de obra calificada) muestran una relación positiva y significativa solo entre el crecimiento de mano de obra calificada y la producción de productos nuevos (innovación en productos) mientras que en la segunda columna (mano de obra no calificada) aparece una relación significativa entre el crecimiento del empleo no calificado y la innovación en productos e innovación en procesos.

Cuadro 8. Efecto de la innovación sobre la calidad del empleo en las empresas manufactureras, estimaciones MCO

Variables explicativas de la regresión	Empresas manufactureras			
	$I^s-(g1-\pi)$	$I^{us}-(g1-\pi)$	$I^s-(g1-\pi)$	$I^{us}-(g1-\pi)$
	MCO Tipo 1	MCO Tipo 2	MCO Tipo 1 + controles	MCO Tipo 2 + controles
Constante	6.972	0.774	1.594	-3.581
(es)	(4.656)	(3.936)	(5.514)	(5.326)
Innovación en procesos únicamente (d)	-3.254	17.834*	-2.327	17.810*
(es)	(6.602)	(9.334)	(6.907)	(9.753)
Crecimiento en ventas debido a productos nuevos (g2)	0.849***	0.915***	0.850***	0.914***
(es)	(0.048)	(0.046)	(0.047)	(0.046)
Capital social (si está disponible)			7.755*	7.605*
(es)			(4.334)	(4.281)
Capital extranjero (10% o más)			5.516	-0.125
(es)			(5.907)	(5.473)
VARIABLES DICOTÓMICAS DE CÓDIGOS DE INDUSTRIAS A DOS DÍG	Yes	Yes	Yes	Yes
Error estándar	28.428	30.323	28.284	30.245
Cantidad de empresas	208	208	208	208

Fuente: Cálculos de los autores con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007.

Nota: * El coeficiente es significativo estadísticamente al nivel de 10%; ** al nivel de 5%; *** al nivel de 1%; la ausencia de asteriscos significa que el coeficiente no es diferente de cero con significancia estadística.

Con la inclusión de dos variables de control (capital y participación de capital extranjero) las dos últimas columnas del Cuadro 8 muestran resultados muy similares a aquellos de las dos primeras columnas, excepto que en este caso el coeficiente de capital es significativo en ambas especificaciones.

Conforme a los resultados del modelo básico de Harrison et al, el uso de variables instrumentales demuestra ser necesario (ver Cuadro 9). Además, la inclusión de variables de control con variables instrumentales hace que el resultado sea más contundente. De hecho, como se muestra en las dos últimas columnas del Cuadro 9, los resultados de las dos primeras columnas no solo continúan siendo válidos, sino que además el coeficiente de la constante se vuelve significativo y con el signo correcto (negativo), mostrando que en promedio las empresas están experimentando un crecimiento en la productividad.

Cuadro 9. Efecto de la innovación sobre la calidad del empleo sobre las empresas manufactureras, estimaciones MCO con variables instrumentales

Variables explicativas de la regresión	Empresas manufactureras			
	I ^s -(g1-II)	I ^{us} -(g1-II)	I ^s -(g1-II)	I ^{us} -(g1-II)
	Tipo 1 de VI: estimación básica	Tipo 2 de VI: estimación básica	Tipo 1 de VI + controles	Tipo 2 de VI + controles
Constante	-7.332	-8.482	-11.580**	-12.283**
(es)	(5.243)	(5.402)	(5.873)	(6.099)
Innovación en procesos únicamente (d)	10.638	26.824**	10.465	26.260**
(es)	(11.562)	(11.914)	(11.446)	(11.887)
Crecimiento en ventas debido a productos nuevos (g2)	1.024***	1.027***	1.010***	1.020***
(es)	(0.058)	(0.060)	(0.057)	(0.059)
Región capital			7.765*	7.612*
(es)			(4.365)	(4.534)
Capital extranjero (10% o más)			6.029	0.214
(es)			(6.252)	(6.492)
Variables dicotómicas de códigos de industrias a dos dígitos	Yes	Yes	Yes	Yes
Error estándar	30.063	30.977	29.680	30.823
Cantidad de empresas	208	208	208	208
Prueba F para g2	75.390	75.390	78.160	78.160
valor de la probabilidad	0.000	0.000	0.000	0.000
Prueba de Sargan	1.817	1.242	2.587	1.495
valor de la probabilidad	0.178	0.265	0.108	0.221
Prueba de exogeneidad de Davidson-MacKinnon	19.704	6.804	17.268	6.233
valor de la probabilidad	0.000	0.010	0.000	0.013
Prueba de Stock y Yogo sobre variables instrumentales débiles				
Prueba de valor crítico de Cragg-Donald	75.390	75.390	78.160	78.160
Estadístico SY (10%)	19.930	19.930	19.930	19.930
Lista de instrumentos usados	Mayor rango de bienes; aumento en capacidad productiva	Mayor rango de bienes; aumento en capacidad productiva	Mayor rango de bienes; aumento en capacidad productiva	Mayor rango de bienes; aumento en capacidad productiva

Fuente: Cálculos de los autores con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007.

Nota: * El coeficiente es significativo estadísticamente al nivel de 10%; ** al nivel de 5%; *** al nivel de 1%; la ausencia de asteriscos significa que el coeficiente no es diferente de cero con significancia estadística.

En concreto, estos resultados señalan que la mano de obra calificada se necesita cuando una empresa participa en innovaciones en productos, mientras que la mano no calificada es requerida por compañías que hacen tanto innovaciones en procesos como en productos. Además, el estar ubicadas en la capital, pareciera ser una variable importante para que las empresas puedan encontrar mano de obra calificada y no calificada.

ii. Resultados econométricos para las PyMEs

En el Cuadro 10 se presentan los resultados de estimaciones MCO para el modelo básico y usando variables de control (dos últimas columnas). Los resultados del análisis de la relación entre innovación y creación de empleo en las PyMEs no difieren de los obtenidos para todas las compañías para la especificación original (primeras dos columnas).

Cuadro 10. Efecto de la innovación sobre la calidad del empleo en las PyMEs manufactureras, estimaciones MCO

Variables explicativas de la regresión	PyMEs manufactureras			
	Calificada	No calificada	Calificada	No calificada
	MCO Tipo 1	Type 2 -OLS	MCO Tipo 1 + controles	MCO Tipo 2 + controles
Constante	4.495	-1.475	0,004	-2.799
(es)	(5.268)	(4.960)	(6.296)	(7.247)
Innovación en procesos únicamente (d)	-6.452	11.648	-6.408	11.237
(es)	(8.378)	(9.166)	(8.034)	(8.768)
Crecimiento en ventas debido a productos nuevos (g2)	0.892***	0.994***	0.879***	0.991***
(es)	(0.064)	(0.069)	(0.063)	(0.067)
Capital región			6.348	2.312
(es)			(6.006)	(6.653)
Capital extranjero (10% o más)			19.662**	1.132
(es)			(8.809)	(12.218)
Variables dicotómicas de códigos de industrias a dos dígit	Yes	Yes	Yes	Yes
Error estándar	28.079	32.664	27.895	32.973
Cantidad de empresas	119	119	119	119

Fuente: Cálculos de los autores con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007.

Nota: * El coeficiente es significativo estadísticamente al nivel de 10%; ** al nivel de 5%; *** al nivel de 1%; la ausencia de asteriscos significa que el coeficiente no es diferente de cero con significancia estadística.

Usando variables de control (capital y participación de capital extranjero), los resultados son ligeramente diferentes de aquellos obtenidos con el modelo básico. Es decir, en el caso de los trabajadores calificados, la proporción de empresas con participación de capital extranjero muestra [que existe] un impacto positivo sobre la generación de empleados calificados para las PyMEs. El uso de variables instrumentales es requerido de acuerdo con los resultados de la prueba Davidson-Mackinnon solo en el caso de mano de obra calificada (ver Cuadro 11). Encontramos que el coeficiente para g2 (innovación en productos) es significativa pero ya no más menos de uno, de modo que los productos nuevos no necesariamente se están produciendo más eficientemente que los productos viejos. Contrastando este último resultado con el del caso de mano de obra no calificada con base en la estimación MCO (Cuadro 10), puede concluirse que la innovación en productos genera más crecimiento del empleo en el caso de mano de obra calificada que en el caso de mano de obra no calificada.

Cuadro 11. Efecto de la innovación sobre la calidad del empleo sobre las PyMEs manufactureras, estimaciones MCO con variables instrumentales

Variables explicativas de la regresión	PyMEs manufactureras			
	I ^s -(g1-II) Tipo 1 de VI: estimación básica	I ^{us} -(g1-II) Tipo 2 de VI: estimación básica	I ^s -(g1-II) Tipo 1 de VI + controles	I ^{us} -(g1-II) Type 2 IV: + controls
Constante	-5.148	-6.726	-7.479	-7.132
(es)	(5.749)	(6.505)	(6.500)	(7.487)
Innovación en procesos únicamente (d)	4.566	17.648	4.371	17.478
(es)	(13.504)	(15.279)	(13.512)	(15.563)
Crecimiento en ventas debido a productos nuevos (g2)	1.028***	1.068***	1.012***	1.068***
(es)	(0.071)	(0.080)	(0.072)	(0.083)
Capital region			3.642	0.746
(es)			(6.458)	(7.439)
Capital extranjero (10% o más)			16.448	-0.729
(es)			(11.866)	(13.667)
Variables dicotómicas de códigos de industrias a dos dígitos	Sí	Sí	Sí	Sí
Error estándar	29.104	32.929	28.871	33.253
Cantidad de empresas	208	208	208	208
Prueba F para g2	54.230	54.230	51.120	51.120
valor de la probabilidad	0.000	0.000	0.000	0.000
Prueba de Sargan	1.038	0.004	1.396	0.005
valor de la probabilidad	0.308	0.951	0.238	0.944
Prueba de exogeneidad de Davidson-MacKinnon	8.770	1.800	7.856	1.777
valor de la probabilidad	0.004	0.183	0.006	0.186
Prueba de Stock y Yogo sobre variables instrumentales débiles				
Prueba de valor crítico de Cragg-Donald	54.230	54.230	51.120	51.120
Estadístico SY (10%)	19.930	19.930	19.930	19.930
Lista de instrumentos usados	Mayor rango de bienes; aumento en capacidad productiva	Mayor rango de bienes; aumento en capacidad productiva	Mayor rango de bienes; aumento en capacidad productiva	Mayor rango de bienes; aumento en capacidad productiva

Fuente: Cálculos de los autores con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007.

Nota: * El coeficiente es significativo estadísticamente al nivel de 10%; ** al nivel de 5%; *** al nivel de 1%; la ausencia de asteriscos significa que el coeficiente no es diferente de cero con significancia estadística.

e. Pruebas de robustez

De nuevo estimamos la ecuación (2) tanto para la muestra total (empresas manufactureras) como para la sub-muestra de PyMEs, usando una estrategia diferente. Instrumentalizamos **d** usando el mismo conjunto de instrumentos usados para **g2**, con el fin de determinar si la variable **d** está o no correlacionada con los choques de productividad que están en el término de error; es decir, si nuestra suposición de que **d** es exógena es válida. Es importante mencionar aquí que no verificamos cambios en la pendiente de innovación en productos cuando estas innovaciones se introducen conjuntamente con innovaciones en procesos, ya que no teníamos empresas en la muestra que cumplieran con esa condición.

Con base en los resultados que aparecen en el Cuadro 12, no podemos rechazar la hipótesis nula de que **d** es exógena en ninguna de las regresiones bajo los encabezados de manufactura y

Pymes, en base a la prueba de exogeneidad de Davidson-McKinnon. Por lo tanto, podemos estar bastante satisfechos con la robustez de los resultados encontrados en las secciones anteriores¹⁷.

Cuadro 12. Prueba de robustez de la estimación de los efectos de la innovación sobre el crecimiento del empleo, tanto para el total de empresas manufactureras como para las PyMEs – Estimaciones por MCO y con VI

Variables explicativas de la regresión	Empresas					
	Manufactureras			PyMes		
	Variables instrumentales					
	: básico	+ control	+ controles	básico	+ control	+ controles
Constante	-17.36**	-21.19**	-22.52**	-10.87	-9.26	-10.35
(es)	8.40	8.78	9.57	9.11	8.33	8.58
Innovadoras en productos (g2)	1.11***	1.10***	1.10***	1.09***	1.09***	1.08***
(es)	0.08	0.08	0.09	0.10	0.10	0.10
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos) (d)	75.24*	77.85*	83.08*	36.98	35.50	38.15
(es)	44.91	45.00	47.99	50.55	48.96	49.54
Ubicadas en la capital (capreg)		6.54	7.01		-2.37	-1.34
(es)		4.35	4.46		6.44	6.61
Capital extranjero (10% o más)			4.89			7.95
(es)			6.87			11.59
Tiempo (si se recolectó información)	No	No	No	No	No	No
Variables dicotómicas de códigos de industrias a dos dígitos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Prueba F para d	14.57	14.56	13.56	7.17	7.53	7.12
valor de la probabilidad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Prueba F para g2	87.31	87.29	90.15	62.28	60.95	58.64
valor de la probabilidad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Prueba de exogeneidad de Davidson-MacKinnon	1.95	2.19	2.33	0.21	0.18	0.23
valor de la probabilidad	0.16	0.14	0.13	0.65	0.67	0.63
Prueba de exogeneidad de Davidson-MacKinnon	13.80	13.07	12.55	7.38	7.37	6.75
valor de la probabilidad	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
R al cuadrado	0.73	0.73	0.49	0.79	0.80	0.80
Error estándar	29.61	29.61	41.97	27.49	27.41	27.39
Cantidad de empresas	208	208	208	119	119	119

Notas: d y g2 instrumentalizadas por indicadores de "mayor rango de bienes" y "aumento en capacidad productiva".

Todas las regresiones incluyen variables dicotómicas de industrias y tiempos. La prueba F indica la estadística F para variables instrumentales excluidas en las regresiones iniciales. Errores estándar robustos en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

f. Estrategias de innovación y empleo

Las empresas pueden usar diferentes estrategias para innovar. Considerando el concepto de una función de producción de conocimientos (Griliches, 1979), las empresas pueden innovar invirtiendo en I&D, capacitación, adquiriendo tecnologías incorporadas (mediante la compra de nueva maquinaria y equipo), o comprando conocimiento codificado (por ejemplo, mediante licencias tecnológicas). Veugelers y Cassiman (1999) han categorizado estos canales en dos tipos de estrategias de innovación: "make" o "buy". Estimamos la ecuación (6) y usamos el segundo método discutido anteriormente con el fin de explorar la manera en que diferentes estrategias de innovación

¹⁷ No estimamos la prueba de Sargan ya que la ecuación no está sobre-identificada. Es decir, no contamos con más de dos instrumentos.

afectan el impacto de la innovación sobre el empleo. En los modelos usados para investigar las estrategias de innovación **buy** y **make**, usamos las definiciones de variables similares a las sugeridas por Veugelers y Cassiman (1999), tal y como se definieran antes.

En el Cuadro 13 se presentan algunas estadísticas descriptivas de la muestra de empresas con respecto a estrategias de innovación. Es importante señalar que solo las innovadoras de productos están involucradas en estrategias de innovación “make únicamente” (86%). Algunas de estas empresas también participan en estrategias de innovación “buy únicamente” (55%). Muchas de las innovadoras de productos participan en estrategias de innovación tanto make como buy (77%). Como se muestra en la segunda parte del Cuadro 13, los resultados no cambian significativamente cuando analizamos el caso de las PyMEs. Por lo tanto, parece que el tamaño de la empresa no afecta la participación de las empresas en estrategias de innovación “make” y/o “buy”.

Cuadro 13. Estadísticas descriptivas de empresas con respecto a sus estrategias de innovación

Tipo de empresa	Buy únicamente	Make únicamente	Make & Buy
Todas las empresas			
Número de observaciones	20	14	137
Todas las empresas (%)	100	100	100
No innovadoras (en procesos ni en productos) (%)	30	14	20
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos) (%)	15	0	3
Innovadoras en productos (%)	55	86	77
Pequeñas empresas			
Número de observaciones	14	11	64
Todas las empresas (%)	100	100	100
No innovadoras (en procesos ni en productos) (%)	36	18	30
Innovadoras en procesos únicamente (no en productos) (%)	14	0	5
Innovadoras en productos (%)	50	82	66

Fuente: Cálculos de los autores con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007.

i. Resultados económicos para todas las empresas y PyMEs

En el Cuadro 14 se presentan los resultados de la ecuación (6) – fórmula reducida – para todas las empresas de la muestra, mientras que en el Cuadro 15 aparecen los resultados para las PyMEs. Los resultados de la columna (1) del Cuadro 14 sugieren que la estrategia *make únicamente* tiene un mayor efecto sobre el empleo que las estrategias *make y buy* y *buy únicamente*. De hecho, el primero es el único coeficiente que es significativo (*make únicamente*). En la columna (1) del Cuadro 15 aparecen resultados similares para las PyMEs. Además, en este Cuadro se muestra que en el caso de las PyMEs, el efecto de la estrategia *make únicamente* sobre el empleo parece ser mayor que para la muestra como un todo.

Cuadro 14. Impacto de las estrategias de innovación sobre el empleo de las empresas manufactureras

Variables explicativas de la regresión	Empresas manufactureras			
	Fórmula reducida	Primera fase	Primera fase	Primera fase
	1-(g1-II)	g2	d	g1
	1-MCO	2-MCO	3-MCO	4-MCO
Constante	70.01***	64.10***	0.06	-51.94***
(es)	9.65	9.34	0.04	9.68
Make únicamente (dummy)	28.17*	40.38**	-0.07	-30.42*
(es)	16.15	17.39	0.04	16.20
Buy únicamente (dummy)	-7.04	8.02	0.08	1.85
(es)	17.70	18.25	0.09	17.56
Make & Buy (dummy)	1.87	16.70	-0.02	-1.62
(es)	10.97	10.91	0.04	11.00
Variables dicotómicas de códigos de industrias a dos dígitos	Yes	Yes	Yes	Yes
R al cuadrado		0.11	0.09	0.08
Error estándar		57.81	0.20	56.19
Cantidad de empresas	208	208	208	208

Fuente: Cálculos de los autores con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007.

Nota: * El coeficiente es significativo estadísticamente al nivel de 10%; ** al nivel de 5%; *** al nivel de 1%; la ausencia de asteriscos significa que el coeficiente no es diferente de cero con significancia estadística.

Cuadro 15. Impacto de las estrategias de innovación sobre el empleo de las PyMEs

Variables explicativas de la regresión	PyMEs			
	Fórmula reducida	Primera fase	Primera fase	Primera fase
	1-(g1-II)	g2	d	g1
	1-MCO	2-MCO	3-MCO	4-MCO
Constante	63.11***	54.41***	0.06	-45.46***
(es)	10.16	9.74	0.05	10.31
Make únicamente (dummy)	33.35*	42.96**	-0.06	-35.40**
(es)	17.79	18.68	0.06	17.90
Buy únicamente (dummy)	-23.47	3.47	0.03	15.91
(es)	20.42	22.14	0.10	20.08
Make & Buy (dummy)	-0.58	13.60	0.00	1.45
(es)	12.87	12.89	0.06	12.93
Variables dicotómicas de códigos de industrias a dos dígitos	Yes	Yes	Yes	Yes
R al cuadrado	0.12	0.14	0.15	0.12
Error estándar	60.08	58.52	0.24	58.04
Cantidad de empresas	119	119	119	119

Fuente: Cálculos de los autores con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007.

Nota: * El coeficiente es significativo estadísticamente al nivel de 10%; ** al nivel de 5%; *** al nivel de 1%; la ausencia de asteriscos significa que el coeficiente no es diferente de cero con significancia estadística.

Las columnas (2), (3) y (4) del Cuadro 14 muestran los resultados de la primera fase (el segundo método discutido en el punto e. de la Metodología) entre estrategias de innovación,

innovaciones en productos y procesos, y ventas de productos viejos. Los resultados sugieren que una estrategia *make únicamente*, acelera la introducción de productos nuevos en 40 puntos porcentuales, mientras que no se encontró ningún efecto en el caso de las otras dos estrategias (los coeficientes no son estadísticamente diferentes de cero). Una estrategia *make únicamente*, reduce las ventas de productos viejos en 30 puntos porcentuales, mientras que con las otras dos estrategias no se encontró ningún efecto. Las columnas (2), (3) y (4) del Cuadro 15 muestran resultados similares para las PyMEs, con similar precisión.

Cuadro 16. Efecto de las diferentes estrategias de innovación sobre el empleo de las empresas manufactureras (todas) y las PyMEs

Estrategia de innovación	Efectos sobre el crecimiento del empleo							
	Empresas manufactureras				PyMEs			
	Innovaciones en productos	Innovaciones en procesos	Ventas de productos viejos	Total	Innovaciones en productos	Innovaciones en procesos	Ventas de productos viejos	Total
Make únicamente	41.32	-1.31	-30.42	9.59	45.39	-0.93	-35.40	9.06
Buy únicamente	8.21	1.43	1.85	11.49	3.66	0.40	15.91	19.97
Make & Buy	17.10	-0.42	-1.62	15.06	14.37	0.05	1.45	15.87

Fuente: Cálculos de los autores con base en la Encuesta de Innovación de Costa Rica para el período 2006–2007, y resultados de los Cuadros 14 y 15.

En el Cuadro 16, cuantificamos el efecto total de diferentes estrategias de innovación sobre el crecimiento del empleo. Puesto que el único resultado válido (estadísticamente) es el de la estrategia *make únicamente*, analizamos sólo este caso¹⁸. En resumen, las columnas (2), (4) y (5) muestran que un mayor crecimiento del empleo debido al efecto de innovaciones en productos (41,32) más que compensa la disminución del empleo debido a las ventas de productos viejos (-30,42). La primera especificación muestra que la estrategia “*make únicamente*” tiene un impacto positivo sobre la generación de empleo. Esto significa que las empresas con estrategias “*make únicamente*” generan mucho más fuentes de empleo que empresas que no usan esa estrategia. El resultado es muy similar cuando analizamos el caso de las PyMEs, como lo muestran los resultados de las columnas (6), (8) y (9) del Cuadro 16.

Para sintetizar, con base en la anterior discusión sobre estrategias de innovación y generación de empleo, podemos concluir que las innovaciones que se hacen dentro de la propia empresa están relacionadas positivamente con la creación de empleo en las empresas manufactureras costarricenses, mientras que parece que las estrategias “buy” no tienen ningún impacto sobre el empleo en estas empresas. No se hallaron diferencias cuando se controló por el tamaño de la empresa.

4. Principales conclusiones y recomendaciones de política

En este documento se han presentado los resultados de la estimación del modelo básico de Harrison, et al. (2008) y algunas extensiones de este modelo para el caso de Costa Rica, usando un conjunto

¹⁸ Los resultados de los Cuadros 17 y 18 muestran que solo los coeficientes asociados con la estrategia de “hacer únicamente” (en regresiones de la primera etapa) para g_2 y g_1 , son estadísticamente diferentes de cero.

de datos transversales del sector manufacturero de este país, para el período 2006–2007.

Los resultados usando el modelo de Harrison et al, muestran que tanto la innovación en productos como en procesos están relacionadas positivamente con el crecimiento del empleo en el sector manufacturero costarricense. Este es un hallazgo muy importante para los formuladores de políticas, ya que muestra que las políticas apropiadas para promover actividades de innovación, tales como ofrecer a la gente buena educación (técnica y profesional), son la mejor manera de continuar creando oportunidades laborales en el futuro.

Se encontró que las empresas manufactureras de Costa Rica, en promedio, están experimentando un crecimiento en su productividad, por lo cual la cantidad de empleos relacionados con la producción de productos viejos están disminuyendo. Este resultado significa que se requieren políticas para mejorar las capacidades de los trabajadores involucrados en la producción de productos viejos, de manera que puedan participar en actividades relacionadas ya sea con la innovación en procesos o en la producción de bienes nuevos, evitando así perder sus empleos en el corto plazo. Actividades como la reeducación o capacitación en nuevas habilidades deben ser una prioridad ante esta situación.

Por distintas razones es útil tomar en cuenta el tamaño de la empresa al analizar el impacto de la innovación sobre el empleo. Primero, el análisis nos llevó a concluir que la innovación en productos genera empleos en todas las empresas sin importar el tamaño. Segundo, las PyMEs en promedio no están experimentando un crecimiento en su productividad, lo cual implica que no están sufriendo constantemente de reducciones en el empleo relacionado con la producción de productos viejos. Por lo tanto, pareciera que algunas políticas como la reeducación de trabajadores debe enfocarse más en las empresas grandes.

Estos resultados también indican que la mano de obra calificada es requerida cuando una empresa participa en innovaciones en productos, mientras que la mano de obra no calificada es requerida por compañías que participan tanto en innovaciones en procesos como en innovaciones en productos. Se encontraron algunas diferencias entre los resultados para PyMEs y empresas más grandes con respecto al impacto de la innovación en productos sobre el crecimiento del empleo, tomando en cuenta la calidad del empleo. Específicamente, en el caso de las empresas grandes se encontró que estas empresas mostraban un crecimiento en la productividad de productos viejos lo que podría reducir la contratación de empleados en estas líneas de producción. De allí, la importancia de la reeducación o capacitación de estos empleados para desarrollar nuevas habilidades que les permitan operar en actividades innovadoras de productos.

Analizando las estrategias de innovación (“make” y “buy”), parece que aquellas empresas que realizan las innovaciones dentro de sus propias instalaciones, son las que generan oportunidades de empleo dentro del sector manufacturero costarricense. Por lo tanto, las políticas tendientes a promover los esfuerzos de innovación de estas empresas, constituyen incentivos importantes para el surgimiento de nuevas oportunidades de empleo en el corto plazo. No se encontraron diferencias en esta materia cuando se controló por el tamaño de la empresa.

En resumen, varias recomendaciones de políticas surgen del análisis llevado a cabo en el presente estudio. Primero, parece probable que mejorar las posibilidades para la innovación en productos por parte de las empresas manufactureras de Costa Rica generará nuevas oportunidades de empleo, específicamente para trabajadores calificados. Por ello, las autoridades deberían concentrar sus esfuerzos en apoyar las mejoras en las habilidades de la mano de obra costarricense. Además, facilitar la participación de las empresas en innovaciones en procesos puede ser beneficioso, ya que esto puede generar también oportunidades laborales. La capacitación constituye un elemento muy importante para lograr este último objetivo.

Resumiendo, los hallazgos sugieren que el fortalecimiento exitoso del sistema de innovación costarricense puede contribuir a mejorar la generación de empleo en el país. Que Costa Rica haga la transición hacia una economía dirigida por la innovación parece ser una buena forma de incrementar las oportunidades laborales, tanto para trabajadores calificados como para los no calificados en el sector manufacturero.

Agradecimientos

En la presente investigación nos beneficiamos no sólo del financiamiento de la VIE, sino también del patrocinio y apoyo técnico del Banco Interamericano de Desarrollo y de la Fundación CAATEC. Además, contamos con la colaboración de tres investigadores que nos apoyaron en nuestro trabajo, razón por la cual las dos publicaciones logradas en el BID como resultado de este esfuerzo, estos tres investigadores aparecen como coautores (John Hewitt, Jeffrey Orozco y Keynor Ruiz; el primero investigador de CAATEC y los dos restantes del CINPE/UNA). Se agradece en forma muy especial la ayuda de la señorita Laura Torrentes García de la Fundación CAATEC por su trabajo como asistente de investigación.

Referencias

- Abugattas, L. y Paus, E. 2006. "Policy Space for a Capability-Centered Development Strategy for Latin América". Documento preparado para la conferencia Responding to Globalization in the Americas: The Political Economy of Hemispheric Integration. London School of Economics. Junio 2006.
- Autor, D., Katz, L. y Krueger, A. 1998. "Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market?". *Quarterly Journal of Economics*, 113:1169–1214.
- Basant, R., S. Commander, R. Harrison, et al. 2006. "ICT Adoption and Productivity in Developing Countries: New Firm Level Evidence from Brazil and India." Documento de discusión No. 2294. Bonn, Germany: Institute for the Study of Labor (IZA).
- Berman, Eli, John Bound y Stephen Machin (1998), "Implications of Skill-Biased Technological Change: International Evidence." *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4): 1245–1279.
- Berman, E., K Bound y Z. Griliches 1994. "Changes in the Demand for Skilled Labour within US Manufacturing Industries: Evidence from the Annual Survey of Manufacturers." *Quarterly Journal of Economics*: 109, 367–97.
- Black, L. y Lynch, M. 2004. "What is Driving the New Economy? Benefits from Workplace Innovation." *The Economic Journal* (114): F97–F116.
- Bresnahan, T.F., Brynjolfsson, E. y Hitt, L.M. 2002. "Information Technology, Workplace Organization and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence." *Quarterly Journal of Economics*: 117, 339–76.
- Caroli, E. y Van Reenen, J. 2001. "Skill-Biased Organizational Change? Evidence From A Panel Of British And French Establishments." *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press 116(4): 1449–92, Noviembre.
- Daude, C. 2010. "Innovation, Productivity and Economic Development in Latin América and the Caribbean." Documento de trabajo No. 288. París, Francia: Centro de Desarrollo de la OCDE.
- Edquist, Charles; Hommen, Leif y McKelvey, Maureen. 2001. *Innovation and employment: process versus product innovation*. Ed. Elgar. Reino Unido.
- Edquist, Charles. 2004. Systems of Innovation: Perspectives and Challenges. En *The Oxford Handbook of Innovation*. Editado por Jan Fagerberg, David C. Mowery y Richard R. Nelson. Oxford University Press. Reino Unido.
- Elejalde, R., D. Giuliadori y R. Stucchi. 2011. "Employment Generation, Firm Size and Innovation: Microeconomic evidence from Argentina". Documento preparado para el BID.
- Greenan, N. 2003. "Organizational Change, Technology, Employment and Skills: An empirical study of French Manufacturing". *Cambridge Journal of Economics*, 27, 287-316
- Griliches, Z. 1979. "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth". *Bell Journal of Economics*, Vol. 10, No. 1. (Primavera, 1979), pp. 92-116.
- Harrison, R. 2008. "Skill-Based Technology Adoption: Firm-Level Evidence from Brazil and India". Documento de trabajo 08/03. Londres: The Institute for Fiscal Studies.
- Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesee, J. y Peters, B. 2008. Does Innovation Stimulate Employment? A firm level analysis using comparable micro-data from four European Countries. Documento de trabajo 14216. Cambridge, Massachusetts: NBER.

- ITU (International Telecommunication Union.) 2010. *Measuring the Information Society, International Telecommunications Union, Places Des Nations*. Ginebra, Suiza.
- Johnson, Björn. 1992. 'Institutional learning'. In Lundvall, BengtÅke. (Ed.), *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.
- Johnson, Björn y Gregersen, Birgitte. 2002. Una nota sobre las relaciones entre valores e instituciones en pensamiento sobre el desarrollo. Borrador. Department of Business Studies, Aalborg University, Aalborg, Dinamarca.
- Lam, Alice. 1998. Tacit knowledge, organisational learning and innovation: a societal perspective. DRUID Working Paper N° 98-22.
- Lundvall, Bengt-Åke. (ed). 1992. *National Innovation System: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter publisher. Londres, Reino Unido.
- Lundvall, Bengt-Åke 1996. "The Social Dimension of the Learning Economy". DRUID Working Paper No. 1996-1.
- Lundvall, Bengt-Åke; Johnson, Björn; Andersen E.S. y Dalum, Bent. 2001. National System of Production, Innovation and Competence Building. Department of Business Studies, Aalborg University. Dinamarca.
- Lundvall, Bengt-Åke. 2002. *Innovation growth and Social Cohesion: The Danish Model*. Ed. Edward Elgar. RU
- MICIT (Ministerio de Ciencia y Tecnología). 2007. *Atlas para la innovación en Costa Rica*. (www.micit.go.cr/index.php/docman/docdown_load/196-atlas-para-la-innovacion-en-costarica-2007.html)
- 2009. *Indicadores Nacionales de Ciencia, tecnología e innovación 2008*. Ministerio de Ciencia y Tecnología, San José, Costa Rica.
- Monge-González, R. (2010). "Transmisión de Conocimientos en Costa Rica", en *Ensayos en Honor a Cecilia Valverde Barrenechea*, Céspedes, O. y A. Pacheco (eds). Academia de Centroamérica, San José: Costa Rica.
- Monge-González, R., y Hewitt, J. 2010. "Innovation, R&D and Productivity in the Costa Rican ICT Sector: A Case Study" (*Innovación, I&D y productividad en el sector costarricense de las TICs: un estudio de caso*). Working Paper Series No. IDB-WP-189. Washington DC, Estados Unidos: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Monge-González, R., Monge-Ariño, F. y Vargas-Aguilar, J. 2007. *Servicios Financieros para las micros y pequeñas empresas. Desempeño e impacto socioeconómico de BN-Desarrollo*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de costa Rica.
- Monge-González, R., Rivera, L. y Rosales, J. 2010. "Productive Development Policies in Costa Rica: Market Failures, Government Failures and Policy Outcomes" (*Políticas de desarrollo productivo en Costa Rica: fallas del mercado, fallas del gobierno y consecuencias de las políticas*). Documento de trabajo No. IDB-WP-157. Washington D.C., Estados Unidos: Banco Interamericano de Desarrollo.
- O'Doherty, Dermon y Erik Arnold. 2004. Entender la innovación: la necesidad de un método sistémico. En: <http://www.jrc.es/home/report/spanish/articles/vol71/TEC3S716.htm>
- Orozco, J. y Ruiz, K. 2010. Quality of interactions between public research organisations and firms: lessons from Costa Rica. In *Science and Public Policy*, Vol 37, No. 7, Agosto 2010. Pp 527-540.

- Pianta, M. 2006. Innovation and Employment in Fagerberg, J, D. Mowery y Nelson,R, The Oxford Handbook of Innovation, Oxford University Press.
- Ruiz, K. 2007. Costa Rica as a Learning Economy: An exploratory study of competence-building and the significance of Labour Relationship System and Labour Market Institutions. PhD. Thesis. Aalborg University, Dinamarca.
- Stock, J. y M. Yogo. 2002, "Testing for Weak Instruments in Linear IV Regression", NBER, Documento de trabajo No. T0284.
- Velásquez, Guillermo. 2001. ¿Por qué y cómo innovar en las pequeñas y medianas empresas centroamericanas? En: <http://www.campus-oei.org/salactsi/velasquez>. PDF
- Veugelers, R. y Cassiman, B. 1999. Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms. Research Policy, Elsevier, vol. 28(1), páginas 63- 80, Enero.
- Villalobos, V. y R. Monge-González. 2011. "Costa Rica's efforts toward an innovation-driven economy: The role of the ICT sector", in *The Global Information Technology Report 2010-2011*, World Economic Forum y ISEAD, pp. 119-126.
- Vivarelli, M. y Pianta, M. 2000. The employment impact of innovation: evidence and policy. Ed. Routledge. Londres, RU.
- Zúñiga-Vargas, F. 2004. Why Labour Competence? Key Elements to be considered. Montevideo, Uruguay: ILO / CINTERFOR.

Anexo A

Definiciones de variables

Aumento en capacidad productiva: variable que toma el valor de 0 si la empresa reporta que el efecto de la innovación ha sido irrelevante para aumentar la capacidad productiva, 1 si el impacto es bajo, 2 si ha tenido un impacto mediano, y 3 si ha tenido un impacto alto.

Capital extranjero: variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa tiene más de 10% de capital extranjero y cero de otra manera.

Crecimiento de las ventas de productos nuevos (g2): calculado como el producto de la fracción de facturación debida a productos nuevos o mejorados significativamente y uno más la tasa de variación de la facturación de la empresa durante todo el período.

Crecimiento de las ventas de productos viejos (g1): crecimiento en las ventas totales menos crecimiento en las ventas debido a productos nuevos.

Crecimiento del empleo calificado (I^c): tasa de variación del empleo calificado de la empresa durante todo el período, donde la mano de obra calificada se refiere a técnicos y profesionales.

Crecimiento del empleo no calificado (I^{nc}): tasa de variación del empleo no calificado de la empresa durante todo el período, donde los empleados no calificados son aquellos con un nivel educativo básico o inferior.

Crecimiento real de las ventas de bienes viejos ($g1-\pi$): crecimiento de las ventas de productos viejos menos el incremento en el nivel de precios de bienes industriales.

Crecimiento del empleo (I): tasa de variación del empleo de la empresa para todo el período.

Estrategias de innovación “comprar” (Buy): variable dicotómica que toma el valor de 1 si las empresas adquirieron tecnología mediante la obtención de licencias, I&D, hardware, software, consultorías, y maquinaria o equipo externos, y cero (0) de otra manera.

Estrategias de innovación “hacer” (Make): variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa reporta haber llevado a cabo I&D y/u otras actividades innovadoras (capacitación, ingeniería y diseño industrial, administración en la propia empresa), y reporta un presupuesto para estas actividades, y cero de otra manera.

Índices de precios de bienes industriales: índice de precios construido por el Banco Central de Costa Rica según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) a dos dígitos.

Innovadora en procesos únicamente (d): variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa reporta hacer innovaciones en procesos *únicamente* (donde “únicamente” se refiere a empresas que no hacen innovaciones en productos), ya sea para la empresa, el país o el mundo, durante el período estudiado, y cero de otra manera.

Innovadora en productos únicamente (d2): variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa reporta haber introducido únicamente productos nuevos (ya sea a la empresa, al país o al mundo), y cero de otra manera.

Innovadora en productos o en procesos (TPP): variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa reporta haber introducido nuevos productos (ya sea a la empresa, al país o al mundo) o procesos mejorados significativamente (ya sea a la empresa, al país o al mundo) durante el período estudiado, y cero de otra manera.

Mayor rango de bienes: variable que toma el valor de 0 si la empresa reporta que el efecto de la innovación ha sido irrelevante para ampliar el rango de bienes y servicios, 1 si ha tenido un impacto bajo, 2 si ha tenido un impacto mediano, y 3 si ha tenido un impacto alto.

Ubicada en la capital: variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa está ubicada en la capital de Costa Rica, y cero de otra manera.

Variabes dicotómicas de industrias: variables dicotómicas de los sectores industriales de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) a dos dígitos.