

DOCUMENTO DE TRABAJO DEL BID N° IDB-WP-01244

# Efectos de la innovación en el empleo: análisis a nivel de la empresa en Bolivia

Carlos Foronda  
Javier Beverinotti

Banco Interamericano de Desarrollo  
Departamento de Países del Grupo Andino

Septiembre 2021

# Efectos de la innovación en el empleo: análisis a nivel de la empresa en Bolivia

Carlos Foronda  
Javier Beverinotti

Catalogación en la fuente proporcionada por la  
Biblioteca Felipe Herrera del  
Banco Interamericano de Desarrollo

Efectos de la innovación en el empleo: análisis a nivel de la empresa en Bolivia /  
Carlos Foronda, Javier Beverinotti.  
p. cm. — (Documento de trabajo del BID ; 1244)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Labor supply-Effect of technological innovations on-Bolivia-Econometric models. 2. Business enterprises-Technological innovations-Bolivia-Econometric models. 3. Labor productivity-Bolivia-Econometric models. 4. Technological innovations-Government policy-Bolivia-Econometric models. I. Beverinotti, Javier. II. Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento de Países del Grupo Andino. III. Título. IV. Serie.

IDB-WP-1244

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2021 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Después de un proceso de revisión por pares, y con el consentimiento previo y por escrito del BID, una versión revisada de esta obra podrá reproducirse en cualquier revista académica, incluyendo aquellas referenciadas por la Asociación Americana de Economía a través de EconLit, siempre y cuando se otorgue el reconocimiento respectivo al BID, y el autor o autores no obtengan ingresos de la publicación. Por lo tanto, la restricción a obtener ingresos de dicha publicación sólo se extenderá al autor o autores de la publicación. Con respecto a dicha restricción, en caso de cualquier inconsistencia entre la licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas y estas declaraciones, prevalecerán estas últimas.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



# **Efectos de la innovación en el empleo: análisis a nivel de la empresa en Bolivia**

**Carlos Foronda**

*(Universidad Privada Boliviana)*

**Javier Beverinotti**

*(Banco Interamericano de Desarrollo)*

## **Resumen**

El presente estudio cuantifica el impacto de la innovación en procesos y productos sobre el crecimiento del empleo en Bolivia empleando microdatos de la encuesta de innovación en Bolivia (2016). Siguiendo el modelo de Harrison et al. (2008), y la adecuación para América Latina de Crespi y Tacsir (2013) y Elejalde, Giuliodori y Stucchi (2015), se encuentra que el crecimiento en el empleo se explica por la innovación en productos. Por otro lado, no se observa evidencia de un efecto desplazamiento debido a la innovación en procesos. En cuanto a la innovación y la composición del empleo, se aprecia un ligero sesgo en favor de la generación de empleo calificado en detrimento del no calificado.

**Clasificación JEL:** D2, O12, O14, O31, O33, O40

**Palabras clave:** empleo, innovación en productos, innovación en procesos, productividad

## 1. Introducción

Hasta 2018, y durante más de una década, Bolivia experimentó un crecimiento económico significativo, en torno al 5% del producto interno bruto (PIB) anual. Una parte importante de este crecimiento se explica por la exportación de materias primas<sup>1</sup> y por el alza de sus precios hasta fines de 2014.

El crecimiento económico del país, al igual que el de la mayoría de las economías de América Latina y el Caribe (ALC), también se explica, en gran parte, por la acumulación de capital y trabajo, y no gracias a incrementos de la productividad ni avances en el área de innovación (BID 2016). Los niveles de inversión en investigación y desarrollo (I+D) del país son bajos cuando se los compara con el promedio regional y con países de mayor desarrollo económico (se estima que Bolivia invierte aproximadamente el 0,16% del PIB en I+D frente al promedio regional del 0,65% y un 2,4% de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE] (OCDE 2020). A su vez, esta diferencia está marcada por la poca participación del sector privado en este tipo de actividades. Así, mientras que para el promedio de países de la OCDE, el 58% de la inversión en innovación es realizada por el sector privado, en Bolivia ese número alcanza solo al 5,9% (Beverinotti, Canavire y Chacón 2020).

La llegada de la COVID-19 a la región, y al país en particular, podría generar cambios económicos y sociales muy marcados para los próximos años. Las cadenas de valor se han visto afectadas con el desarrollo de la pandemia, y se han observado caídas muy importantes en los precios de las materias primas, lo cual podría reducir su participación en el crecimiento del país. Ante este nuevo escenario, al mirar hacia el futuro, el país tiene el desafío de diseñar e implementar políticas que busquen incrementar la productividad y, con ello, retomar el crecimiento económico. Para ello, se podría pensar en políticas menos orientadas a la producción de materias primas y más a la innovación (Aguerrevere et al. 2020). Por otro lado, será fundamental que estas se acompañen con políticas activas de empleo para reducir o al menos evitar que se agraven los niveles de pobreza y desigualdad, que podrían verse severamente afectados por la pandemia (Banco Mundial 2020).

Aunque se tienen buenas experiencias, el desafío de llevar al país hacia un modelo de economía donde el conocimiento y la innovación desempeñen un papel más preponderante no es sencillo de encarar, en particular por el estado actual en el que se encuentra el entorno de innovación, ciencia y tecnología (Cirera y Maloney, 2017). Una característica de la economía boliviana es la baja participación que ha tenido el sector privado en los últimos años. Hacia 2016, Bolivia tenía una inversión privada cercana al 7,5% del PIB, mientras que en países de la región como Colombia y Perú se encuentra en torno al 20% del PIB (Beverinotti, Canavire y Chacón 2020). A su vez, la participación del sector privado en la inversión en actividades de innovación (5,9%) es baja con respecto a ALC (38,8%). Esa menor participación también ha sido uno de los factores responsables de la pérdida de competitividad y la menor productividad empresarial y laboral del país. Bolivia es el país con la menor productividad laboral entre aquellos para los que se cuenta con datos en ALC,<sup>2</sup> de acuerdo con The Conference Board (2019).

---

<sup>1</sup> En la última década, la participación del sector de extracción de minas y canteras en el crecimiento económico fue cercana al 10% (véase INE) y las exportaciones de materias primas como hidrocarburos y minerales también se incrementaron en aproximadamente un 10% anual durante este período.

<sup>2</sup> Para obtener el mismo nivel de producto que en un país como Estados Unidos, se necesitarían ocho trabajadores bolivianos contra solo uno del país del norte. La comparación también es bastante desigual con países como Chile (3,5 veces más productivo) o Uruguay (3,2 veces más productivo), según The Conference Board (2019).

Por un lado, como lo sugieren Cirera y Maloney (2017), el camino para mejorar la competitividad y la productividad<sup>3</sup> para países en desarrollo es la inversión en innovación, sin embargo, la gran magnitud de fallas de mercado y la multiplicidad de falta de complementariedades entre insumos y factores de producción, incrementa la complejidad de las políticas de innovación necesarias y, al mismo tiempo, se debe considerar que las capacidades de los gobiernos para diseñar, implementar y coordinar diferentes políticas efectivas son débiles.

Por otro lado, los efectos de las políticas orientadas hacia el incremento de la inversión en innovación pueden ser ambiguos sobre los niveles de empleo. La evidencia empírica en economías desarrolladas sugiere que la innovación podría tener un primer efecto de destrucción de empleos al generar mejoras de eficiencia (Brynjolfsson y McAfee 2011; Evangelista y Vezzani 2012). Sin embargo, en el mediano plazo también puede reducir costos y estimular la demanda de productos de las empresas innovadoras, haciendo crecer de esa manera la demanda de empleo de estas empresas. Este *efecto compensador* es el que podría generar un efecto neto final de aumento en el empleo, aun cuando la innovación esté pensada como una forma de mejora en eficiencia laboral<sup>4</sup>.

En países de ALC, dado que las formas de innovar suelen ser distintas y sus parques empresariales suelen tener un sesgo en favor de las micro y pequeñas empresas, se hace necesario realizar estudios con datos de estos países, dejando los hallazgos para países desarrollados como una guía.

La evidencia es positiva, pero aún es necesario contar con mayores datos y estudios acerca de la relación que existe entre innovación y productividad en los países de ALC, a pesar de que la misma ha crecido en los últimos años (Crespi y Zúñiga 2012; Angelelli, Luna y Vargas 2016; Foronda, Beverinotti y Suaznábar 2018). A su vez, también es escasa la evidencia empírica existente en la región entre innovación y empleo (Crespi y Tacsir 2013; Benavente y Lauterbach 2008; Elejalde, Giuliadori y Stucchi 2015). En Bolivia este tipo de estudios podría ser de gran utilidad para lograr una mejor comprensión de los efectos de la innovación a fin de guiar la política de desarrollo del país a mediano plazo.

A partir de la evidencia generada en países desarrollados (Harrison et al. 2008) y los avances en estudios de la región (Crespi y Tacsir 2013; Benavente y Lauterbach 2008; Elejalde, Giuliadori y Stucchi 2015), el presente estudio explora los efectos de la innovación en productos y en procesos sobre el crecimiento del empleo en las empresas de manufactura y servicios intensivas en conocimiento del país en base a la encuesta de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) de Bolivia. Con esta encuesta también se pueden evaluar los efectos diferenciados de la creación o destrucción del empleo calificado y no calificado.

---

<sup>3</sup> En países desarrollados, la baja productividad se debe, en parte, al bajo nivel de inversión en actividades de innovación, lo cual, de acuerdo con Griliches y Mairesse (1995), es especialmente importante para explicar el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF). Estos autores muestran que la inversión en innovación explica hasta el 75% del crecimiento de la productividad. Otros autores, como Hall y Jones (1999), muestran que hasta un 50% de la variación en los niveles del PIB per cápita de los países se explica por la variación en la PTF.

<sup>4</sup> En países desarrollados, no existe certeza sobre la cuantía ni los mecanismos que afectan al empleo ante este tipo de inversión (Harrison et al. 2008; Vivarelli 1995; Vivarelli 2014; Piva y Vivarelli 2005), aunque, la inversión en innovación suele tener efectos netos positivos sobre el empleo (Harrison, Jaumandreu y Mairesse 2014).

Ante las circunstancias generadas por la pandemia de la COVID-19, con el consecuente colapso económico y de demanda de productos básicos que países como Bolivia exportan, se torna fundamental el estudio de nuevas formas de apoyar al crecimiento. Para ello, una opción podría ser que Bolivia impulse su crecimiento y desarrollo económico orientándolo mediante un moderno sistema nacional de innovación. Todo ello podría respaldarse de mejor manera una vez que se comprenda mejor la relación entre innovación y crecimiento del empleo. Este conocimiento podría brindar nuevas herramientas para emplear de forma más eficiente y complementaria los recursos, dirigir nuevas políticas de innovación según las características del entorno, promover estrategias específicas (según región, tipo de industria, tamaño de empresa, etc.) y adecuar las políticas de capacitación y formación del capital humano.

### **1.1. La situación actual de las políticas públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI)**

Antes de abocarse de lleno al análisis de la relación entre empleo e innovación, hay que conocer el estado de las políticas dirigidas a este campo en la economía boliviana. En ese sentido, las áreas de CTI y desarrollo productivo han sido incluidas como prioritarias en los planes estratégicos del gobierno. Ya desde 2007 en el Plan Nacional de Desarrollo se mencionaba la creación del Sistema Boliviano de Innovación (SBI) y las políticas de CTI aparecían como clave para apoyar al sector productivo con el objetivo de consolidar una cultura científico-tecnológica inclusiva para una sociedad del conocimiento. Este último punto se refuerza en la Agenda Patriótica Bicentenario 2025 (2014), cuyos pilares cuarto y sexto hacen referencia a la soberanía científica y tecnológica, así como también a la soberanía productiva con diversificación y desarrollo integral (Ministerio de Autonomías 2013).

Los avances desde la publicación del Plan Nacional de Desarrollo (2007) han sido incipientes, a pesar de la importancia estratégica otorgada a estos temas. Hasta el momento, estos avances se han dado solo a nivel sectorial, sin que se hubiere avanzado en la posibilidad de realizar intervenciones multisectoriales y transversales de apoyo a la CTI. A su vez, en cuanto al financiamiento de actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), solo se ha avanzado en el financiamiento que proviene de recursos del Impuesto Directo de Hidrocarburos (IDH)<sup>5</sup>, recursos que se han visto reducidos sustancialmente desde el año 2014 (Foronda, Beverinotti y Suaznábar 2018).

Si bien existe una tradición de intervenciones de apoyo a la CTI agrícola en Bolivia, no hubo avances similares en iniciativas de apoyo al desarrollo científico de carácter transversal (Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural 2016). Desde el Ministerio de Educación, a través del Vice Ministerio de Ciencia y Tecnología (VMCyT), se han impulsado iniciativas de apoyo al desarrollo de la CTI en el marco del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (2013), las cuales buscan contribuir al cambio de la matriz productiva, aunque hasta la fecha no se han llegado a implementar los fondos de apoyo a la investigación y a la innovación tecnológica que estaban previstos en el Plan (Ministerio de Educación 2013). Con respeto al fortalecimiento de las capacidades para el desarrollo de la CTI, desde el Viceministerio de Educación

---

<sup>5</sup> Un 8,62% de los recursos recaudados del Impuesto Directo de Hidrocarburos (IDH) se dedican a las universidades públicas. Los recursos del IDH pueden ser destinados a actividades como infraestructura y equipamiento académico, evaluación y acreditación bajo la normativa vigente, programas de mejoramiento de la calidad y rendimiento académico, investigación científica, tecnología e innovación en el marco de los planes de desarrollo y producción a nivel nacional, departamental y local, así como a programas de interacción social dirigidos principalmente a poblaciones vulnerables y con altos índices de pobreza.

Superior se están financiando becas para posgrado (maestría y doctorado) en áreas estratégicas. Desde el Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural y la agencia PROBOLIVIA se han financiado fondos concursables de apoyo a la innovación y a la mejora de la capacidad gerencial de pequeñas empresas y productores, así como la instalación de seis Centros de Innovación Productiva, los cuales tienen la función principal de prestar servicios de extensión tecnológica y de laboratorio a las empresas (Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural 2016).

## **1.2. El marco estratégico de las políticas de innovación y empleo**

En el caso de las empresas bolivianas, la inversión en I+D no ha sido una estrategia prioritaria, en parte por sus altos costos. En una primera etapa del desarrollo de este tipo de estrategias, la innovación importada de otras economías podría incrementar la producción y la productividad de las firmas. Para los países en desarrollo, existe evidencia en la literatura que muestra que adquirir tecnología/conocimiento extranjero, intercambios comerciales, colaboraciones y asociaciones con países industrializados puede contribuir a incrementar la innovación para las empresas, complementando los esfuerzos tecnológicos internos en ciertas industrias y tipos de firmas (Harrison et al. 2008; Crespi y Tacsir 2013; Elejalde, Giuliadori y Stucchi 2015). En Bolivia, Foronda, Beverinotti y Suaznábar (2018) muestran evidencia de ello.

La literatura existente para ALC sugiere que el tamaño y la propiedad extranjera de las empresas tienden a estar asociados con una mayor adopción de CTI (particularmente en el sector de manufactura). En estos países existe fuerte evidencia de la relación entre el incremento de la innovación en empresas y el aumento de trabajadores calificados (Monge-González et al. 2011; Crespi y Tacsir 2013 y Elejalde, Giuliadori y Stucchi 2015).

El centro de análisis del presente estudio es el efecto de la relación entre la inversión en innovación y el crecimiento del empleo en las empresas del país. Para ello, cabe considerar la división entre innovación en procesos y en productos. Este último tipo de innovación (en productos), puede verse reflejado en cambios significativos en productos existentes o en la aparición de nuevos productos para la empresa, para el mercado o para el mundo. A su vez, con los datos existentes, también será importante la separación que se pueda realizar del efecto de la innovación sobre el empleo, diferenciándolo entre empleo calificado y no calificado.

Con esta información, también será posible que los diseñadores de políticas identifiquen cómo las diferentes estrategias de políticas de innovación influyen en la capacidad de crear o destruir empleos. Por ejemplo, las empresas que deciden invertir en innovación suelen adoptar programas de desarrollo de *innovación en la empresa* a partir de programas de investigación y desarrollo, formando y capacitando capital humano o, *adquiriendo innovación externa* mediante la compra de equipos, maquinaria, tecnología o conocimiento codificado. Todo ello permite a las empresas optimizar recursos y reducir empleos innecesarios y, a la vez, generar empleos por la mayor demanda (Monge-González et al. 2011). Para llevar adelante políticas a nivel país, es fundamental conocer los resultados que la inversión en innovación (mediante estos u otros programas) genera sobre el empleo y sobre la productividad de las empresas.

Si la capacidad innovadora de las empresas depende fuertemente de las capacidades de su fuerza laboral, como se observa en Crespi y Zúñiga (2012), entonces, las firmas que deseen sacar ventaja de las habilidades de su capital humano deberán invertir en desarrollar dichas habilidades, lo que les permitirá mejorar la empleabilidad y productividad laboral y, por ende, el desempeño y la competitividad de la empresa (Monge-González et al. 2011; Crespi y Tacsir 2013; Elejalde, Giuliadori y Stucchi 2015).



El resto del documento está organizado como se explica a continuación. En el apartado 2 se presenta el marco analítico. En el 3 se muestran los datos y algunas estadísticas descriptivas de la innovación y el empleo en Bolivia. En el 4 se exhiben los principales resultados de las estimaciones econométricas y en el 5 se describen las diferentes pruebas de robustez que validan las estimaciones obtenidas. En el apartado 6 se presentan las implicaciones de los efectos de los diferentes tipos de innovación sobre el crecimiento en el empleo. Finalmente, en el apartado 7 se exponen las principales conclusiones y recomendaciones.

## 2. Marco analítico: innovación y la creación de empleo

En Harrison et al. (2008) se presenta una forma novedosa de estudiar el efecto de la innovación en productos y procesos sobre la creación y el desplazamiento del empleo. Por un lado, la introducción de nuevos procesos suele estar motivada por consideraciones en cuanto a los costos laborales y tiende a reducir el empleo (efecto desplazamiento). Por otro lado, la introducción de nuevos productos o servicios puede reemplazar o adherirse a los ya existentes, lo que genera diferentes efectos sobre la creación de empleo. También existen efectos provenientes de la innovación organizacional, como complemento relevante de la adquisición de nuevas tecnologías, sobre la productividad y el empleo.

**Cuadro 1**  
**Potenciales efectos de la innovación sobre el empleo**

		Desplazamiento	Creación	
Actividades de innovación →	Tendencia de productividad	Efecto productividad (-): menos empleo para un nivel de ventas dado	Efecto precio (-): reducción de costos, transferencia a precios, expansión de la demanda	← Depende del comportamiento de la empresa
	Innovación en procesos			
	Innovación en productos	Diferencias en productividad por un nuevo producto (+/-)	Efecto de expansión de la demanda (+)	← Depende de la competencia

Fuente: Extraído de Harrison, Jaumandreu y Mairesse (2014).

A partir de Harrison, Jaumandreu y Mairesse (2014), en el cuadro 1 se resumen, de forma separada, los efectos más relevantes de los resultados de las actividades de innovación en productos y procesos sobre la creación y el desplazamiento del empleo.<sup>6</sup> Por un lado, la innovación en procesos está dirigida a mejorar el proceso de producción para tener un impacto sobre la productividad y los costos unitarios. Por otro, la innovación en productos busca reforzar la demanda o crear una nueva demanda para la empresa. Como se observa en el cuadro 1, ambos tipos de innovación pueden ser interpretados como el resultado de las actividades de innovación realizadas por la empresa. Asimismo, podrían existir mejoras incrementales año tras año en la productividad (tendencia de productividad) de la producción de productos existentes (estas mejoras pueden deberse al proceso habitual de aprendizaje).

El incremento en productividad proviene de la innovación en procesos y la tendencia de productividad, e implica una reducción en los costos unitarios. Los precios bajos

<sup>6</sup> Asumiendo que las empresas operan en mercados diferenciados y cada empresa enfrenta una curva de demanda negativa para sus productos.

permiten un aumento de la demanda, de las ventas y del empleo. Sin embargo, la intensidad y el sentido de los efectos de creación y desplazamiento también dependen del comportamiento de la empresa y la competencia que está enfrente.

La innovación en productos también podría tener efectos en la productividad, incluso si no están relacionados con la innovación en procesos. Los mayores efectos sobre el empleo de la innovación en productos nuevos o significativamente mejorados se deben a la expansión de la demanda. Nuevamente, la importancia del incremento de la demanda depende de la naturaleza de la competencia y del rezago con el que las empresas rivales reaccionen a la introducción de los nuevos productos. A su vez, se debe considerar que las ventas de nuevos productos podrían reducir las ventas potenciales de productos existentes de las empresas innovadoras<sup>7 8</sup>.

A partir de la evidencia generada en países desarrollados (Harrison et al. 2008) y los avances en estudios de la región (Crespi y Tacsir 2013; Benavente y Lauterbach 2008; Elejalde, Giuliodori y Stucchi 2015), el presente estudio explora los efectos de la innovación en productos y en procesos sobre creación o desplazamiento del empleo en las empresas de manufactura y servicios intensivas en conocimiento del país<sup>9</sup>. Con la información disponible, también se evalúan los efectos diferenciados de la inversión en innovación sobre la creación o destrucción del empleo calificado y no calificado.

Al igual que en Harrison, Jaumandreu y Mairesse (2014) para los países desarrollados, y Crespi y Tacsir (2013) para los países de ALC, en el presente estudio se consideran tres tipos de empresas: no innovadoras, innovadoras en procesos e innovadoras en productos. Las tasas netas de cambio en el empleo de la industria dependen de la interacción y de las decisiones de estos tres tipos de empresas.

## 2.1. Especificaciones del modelo

Siguiendo a Harrison et al. (2008), en el modelo básico las empresas producen dos tipos de productos: existentes y nuevos. De esta manera, el cambio en el empleo se puede descomponer en la parte que se explica gracias al incremento de la eficiencia de producción de productos existentes (normalmente relacionada con innovación en procesos) y la parte que se explica por la introducción de nuevos productos (innovación en productos). Así, es posible capturar el efecto creación y el efecto desplazamiento de la innovación sobre el empleo.

A partir de la adecuación para ALC de Crespi y Tacsir (2013) y Elejalde, Giuliodori y Stucchi (2015), en el período  $t$  las empresas introducen dos tipos de productos: existentes o marginalmente modificados ( $Y_{it}$ ) y nuevos o significativamente modificados ( $Y_{2t}$ ). Asumiendo una función de producción separable para los productos antiguos y nuevos con retornos de escala constantes para el capital y el trabajo, la tecnología de producción puede ser escrita como sigue:

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

---

<sup>7</sup> Esto dependerá del grado de sustitución de los productos existentes por productos nuevos o significativamente mejorados.

<sup>8</sup> También se debe considerar que, como Cirera y Maloney (2017) muestran, la inversión en innovación inicialmente puede reducir los niveles de productividad, pues es tal el requerimiento de insumos, factores y complementariedades que se desvían recursos, sin embargo, la evidencia muestra que a mediano y largo plazo la productividad termina en niveles más altos que al inicio.

<sup>9</sup> En la manera de lo posible, se intenta emplear variables similares a las de Crespi y Tacsir (2013), con el fin de obtener similitudes o discrepancias.

Donde  $F(.)$  es una función homogénea de grado 1 en empleo ( $L_{it}$ ), capital ( $K_{it}$ ) y bienes intermedios ( $M_{it}$ ); existe un parámetro de cambio tecnológico de Hicks ( $\theta_{it}$ ), que puede depender de la innovación en procesos, y  $e^{\eta+\omega_{it}}$  es la productividad no observada de las empresas que se puede descomponer en: atributos de la firma que no varían en el tiempo ( $\eta$ ) y shocks de productividad ( $\omega_{it}$ ).

En condiciones de competencia perfecta para insumos de mercado, la función de costo de las empresas en el período  $t$  es:

$$(2) \quad C_t(w_t, Y_{it}, Y_{2t}) = c(w_t) \left( \frac{Y_{1t}}{\theta_{1t} e^{\eta+\omega_{1t}}} + \frac{Y_{2t}}{\theta_{2t} e^{\eta+\omega_{2t}}} \right)$$

Donde  $w_t$  son los precios de los insumos y la función de demanda condicional de empleo es:

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

Donde  $w_L$  es el precio del empleo y  $c_{wL} = \partial c / \partial w_L$

Utilizando la función de demanda de empleo, se puede obtener el crecimiento del empleo a nivel de la empresa como:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta L}{L} &\approx \log \left( \frac{L_{12}}{L_{11}} \right) + \left( \frac{L_{22}}{L_{11}} \right) \\ &= -(\log \theta_{12} - \log \theta_{11}) + (\log Y_{12} - \log Y_{11}) + \frac{\theta_{11} Y_{22}}{\theta_{22} Y_{11}} + (\omega_{12} - \omega_{11}) \end{aligned}$$

De esta manera, el crecimiento del empleo se descompone en: (1) el incremento en la eficiencia de los productos existentes (que puede estar relacionado con la innovación en procesos), (2) las ventas de productos existentes y (3) la introducción de productos nuevos. Por un lado, el incremento en la eficiencia de la producción de productos antiguos se espera que sea mayor para empresas que introducen innovación en procesos únicamente. Por otro lado, el efecto de la innovación en producto en el crecimiento del empleo depende de la diferencia en la eficiencia entre el proceso de producción de productos antiguos y productos nuevos. Si los productos nuevos son producidos con mayor eficiencia que los antiguos, entonces este ratio es menor que uno y el empleo no crece a la misma tasa del producto representado por los nuevos productos. Lo anterior sugiere la siguiente ecuación para estimar los efectos de la innovación en el empleo:<sup>10</sup>

$$(4) \quad l = \alpha_0 + \alpha_1 d + y_1 + \beta y_2 + v$$

Donde  $l$  es el crecimiento total del empleo,  $y_1$  es el crecimiento real de ventas de productos existentes,  $y_2$  es el crecimiento real de las ventas de productos nuevos ( $\log Y_{12} - \log Y_{11}$  y  $\log Y_{22} / \log Y_{11}$  respectivamente). El parámetro  $\alpha_0$  representa el crecimiento promedio de la eficiencia en la producción de productos existentes. La variable binaria  $d$  captura el efecto adicional de la innovación en procesos relacionada con la producción de productos existentes a partir del parámetro  $\alpha_1$ . El término de error  $v$  captura los shocks de productividad. El parámetro  $\beta$  captura la eficiencia relativa de la producción de productos existentes y nuevos.

<sup>10</sup> El desarrollo de la ecuación sigue a Harrison, Jaumandreu y Mairesse (2014), donde se muestran más detalles.

Finalmente, se esperaría que la innovación en procesos de productos existentes desplaze (reduzca) el empleo debido a la mejora de la eficiencia. Por otro lado, la innovación en productos tendería a crear empleo (a menos que los productos nuevos sean sustitutos de productos existentes y la eficiencia en la producción de nuevos productos sea la misma, o más alta, que la de productos existentes). Así, se tiene que  $\beta$ , en la ecuación (4), captura la eficiencia relativa en la producción de productos existentes y nuevos ( $\theta_{11}/\theta_{22}$ ). Cuando  $\beta < 1$  ( $\beta > 1$ ), los productos nuevos son producidos con mayor (menor) eficiencia que los productos existentes.<sup>11</sup>

De lo anterior, se tiene que los efectos de la innovación en el empleo dependen del tipo de innovación que se realice. Dado que el tipo de innovación puede variar considerablemente entre sectores, es natural asumir que el efecto de la innovación en el empleo también puede variar por sector (debido a que los distintos tipos de empresas reaccionan de diferente forma, por ejemplo, a las regulaciones laborales, rigideces en el mercado y la informalidad). Esta heterogeneidad puede tener importantes implicaciones de política. En este sentido, a lo largo del documento se intenta explorar la heterogeneidad del impacto de la innovación en el empleo por tamaño y sector económico, entre otros. Sin embargo, el tamaño de la muestra en la encuesta dificulta este análisis.

## **2.2. Identificación y errores de medición**

La identificación en la estimación de la ecuación (4) puede verse afectada por dos problemas diferentes: la endogeneidad potencial de las variables de innovación y los errores de medición generados por emplear variables nominales antes que reales entre los regresores.

Con el fin de comprender mejor el problema de endogeneidad, siguiendo a Harrison, Jaumandreu y Mairesse (2014), se puede descomponer la productividad en dos componentes no observados: atributos de las empresas que no varían en el tiempo (habilidades de dirección o capital organizacional [ $\eta$ ]) y shocks de productividad (que podrían permitir a la empresa reducir costos [ $\omega_i$ ]). Así, si las inversiones en actividades de innovación están correlacionadas con la productividad, el resultado de la innovación lo estará también. Esto ocasionará que los resultados de la innovación sean endógenos generando un problema de identificación. En ese caso, los coeficientes estimados por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) no serían consistentes.

La ecuación (4) está especificada en términos de crecimiento; por lo tanto, la parte que no está relacionada con el tiempo es removida del término de error. En este sentido, solo los shocks de productividad quedan como fuente de correlación entre los resultados de la innovación y la productividad.

Como lo presentan Harrison, Jaumandreu y Mairesse (2014), la correlación entre los resultados de la innovación y los shocks de productividad dependen del momento en que se toma la decisión de inversión (del ciclo del negocio). Si las decisiones de inversión se realizan antes que se den los shocks de productividad (por el tiempo que toma el período de construcción y puesta en marcha), las variables de innovación de la

---

<sup>11</sup> Sin embargo, el crecimiento de ventas reales de productos existentes  $y_1$  es el resultado de tres efectos diferentes: i) el crecimiento autónomo en la demanda de productos existentes, ii) el efecto compensación inducido por cualquier cambio en precios debido a la innovación en proceso y iii) el efecto sustitución de la demanda como resultado de la introducción de productos nuevos. Mientras estos componentes no puedan ser separados a partir de datos adicionales, en la práctica  $y_1$  será simplemente la resta de 1, y la especificación alternativa para (4) será utilizar la inversa del crecimiento de la productividad laboral como variable dependiente.

ecuación (4) no estarán correlacionadas con el término error y la ecuación podría ser estimada por MCO. Si las decisiones de inversión se realizan al mismo tiempo en que se observan los shocks de productividad, los resultados de la innovación serán endógenos.

El problema de identificación de la verdadera relación depende de la disponibilidad de un instrumento correlacionado con las variables de innovación y no correlacionado con el término de error. Adicionalmente, variables de la encuesta de innovación contienen información que puede ser empleada como instrumentos, la mayor parte de esta para resolver la identificación de innovación en producto antes que en proceso, que es un resultado más idiosincrático.

Adicionalmente, la mayor parte de las empresas de la muestra realiza innovaciones en productos e innovaciones en procesos a la vez (estas empresas son consideradas como innovadoras en productos y algunas pueden ser consideradas co-innovadoras) y la proporción de las empresas que solo innovan en procesos es baja (al igual que en Crespi y Tacsir 2013, se considera que incluso si existiera un sesgo de la innovación en procesos en el crecimiento del empleo, se esperaría que este sea muy bajo). Por otro lado, los gastos en innovación suelen realizarse antes de resultar en innovaciones aplicables. Es posible asumir que las empresas no pueden predecir problemas laborales futuros, shocks de demanda, shocks en la organización, entre otros, mientras deciden sus gastos en innovación.

Con los argumentos anteriores y teniendo en cuenta que en la implementación empírica se controla por los no observables, invariantes en el tiempo, y los shocks temporales específicos de la industria, existen buenas razones para pensar que la innovación en procesos es exógena, sin embargo, se realizaron ejercicios de robustez para sostener este supuesto. En resumen, la implementación empírica se concentrará sobre todo en la innovación en productos, considerando a la innovación en procesos como exógena.

Otra fuente de endogeneidad podría provenir de la presencia de errores de medición. Así, para evitar este tipo de error, se debería tener el crecimiento *real* en ventas de productos existentes ( $y_1$ ) y nuevos ( $y_2$ ); sin embargo, solo se cuenta con el crecimiento de ventas en términos nominales ( $g_1$  y  $g_2$ ). Considerando  $g_1 = y_1 + \pi_1$  para productos antiguos y  $g_2 = y_2 + \pi_2$  para productos nuevos, siendo  $\pi$  el cambio en precios, se obtiene:

$$(5) \quad l - g_1 = \alpha_0 + \alpha_1 d + \beta g_2 + (-\pi_1 - \beta \pi_2 + v)$$

Como se observa en la ecuación (5), el crecimiento en precios de los productos existentes y nuevos se encuentra en el término de error; por lo tanto, la correlación entre el crecimiento en precios y  $g_2$  genera un sesgo en la estimación de  $\beta$ .

Para solucionar el problema, se recurre a la aproximación utilizada por Harrison, Jaumandreu y Mairesse (2014). En primer lugar, se emplea el deflactor de precios del PIB ( $\pi_i$ ) como *proxy* para el crecimiento en los precios de los productos existentes ( $\pi$ ). De esta manera, se estima:

$$(6) \quad l - (g_1 - \pi) = \alpha_0 + \alpha_1 d + \beta g_2 + (-\pi_1 - \pi) - \beta \pi_2 + v$$

Asumiendo que el nivel de precios no se desvía considerablemente del nivel de precios del deflactor del PIB, se asume que  $\pi \sim \pi_i$ . En este sentido, se pueden obtener estimaciones consistentes.

A partir del método de variables instrumentales, se pueden tratar estos problemas de

endogeneidad que podrían sesgar la estimación por MCO. Así, se buscan variables que estén correlacionadas con el crecimiento real de la producción de nuevos productos, pero no con su crecimiento nominal.

### **2.3. Innovación y calificación del empleo**

Si la innovación tiene un sesgo en la calificación del empleo, como varios estudios empíricos y teóricos sustentan (Bresnahan y Levin 2012; Caroli y Van Reenen 2001), su impacto puede ser diferente para el empleo calificado y no calificado.

Para analizar el efecto de la innovación en la composición del empleo, se divide la ecuación (6) en la tasa de crecimiento del empleo calificado y no calificado:

$$(7) \quad l^c - (g_1 - \pi) = \alpha_0^c + \alpha_1^c d + \beta^c g_2 + \varepsilon$$

$$(8) \quad l^{nc} - (g_1 - \pi) = \alpha_0^{nc} + \alpha_1^{nc} d + \beta^{nc} g_2 + \eta$$

La variable dependiente es el crecimiento del empleo (menos el crecimiento de las ventas reales de productos existentes) para los dos tipos de empleo (calificado y no calificado).<sup>12</sup> A partir de las ecuaciones (7) y (8), se puede evaluar el efecto de la innovación en productos y procesos sobre el crecimiento del empleo calificado y no calificado de forma separada.

Como se consideró anteriormente, para abordar el problema de identificación relacionado con la correlación entre  $d$  y  $g_2$  y los términos de error, se emplea el método de variables instrumentales.

## **3. Características de los datos**

### **3.1. Base de datos**

En 2016 se realizó la primera encuesta de innovación en empresas privadas de Bolivia basada en el Manual de Oslo de la OCDE y Eurostat (OCDE/Eurostat 2005). La muestra seleccionada corresponde a empresas privadas formales de tres departamentos (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz) y representan el 70% de las empresas formales pequeñas, medianas y grandes<sup>13</sup> del país. La encuesta considera un período de tres años, comprendiendo las actividades empresariales de 2013, 2014 y 2015. El marco muestral de la encuesta proviene del Directorio de FUNDEMPRESA (institución dependiente del Ministerio de Planificación) que elabora y actualiza el registro de empresas oficial del país.

Esta encuesta da lugar a microdatos de firmas bolivianas de manufactura y servicios intensivos en conocimiento (KIBS, por sus siglas en inglés), comparables con las de otros países de ALC (Chile, Colombia, Costa Rica, Uruguay, Panamá y Paraguay, entre otros). Sin embargo, al momento de realizar comparaciones se deben tener en cuenta las diferencias del ambiente de negocios, la economía y la política entre los distintos países.

---

<sup>12</sup> Se consideran empleados calificados aquellos que tienen estudios técnicos o universitarios. Son empleados no calificados aquellos con escolaridad primaria o secundaria o sin educación formal.

<sup>13</sup> El tamaño de la empresa se define por el número de trabajadores. Así, son pequeñas aquellas que tienen entre 5 y 20 trabajadores; medianas, las que emplean entre 21 y 50 trabajadores, y grandes, las que tienen entre 51 y más trabajadores.

### 3.2. Descripción de los datos

Las encuestas de innovación contienen información de las características de las empresas, de las actividades de innovación y del empleo, tanto el número de empleados como la composición del empleo por nivel de educación. También contienen información de la composición de las ventas, lo que permite el cálculo del porcentaje de ventas correspondiente a productos nuevos y la tasa de crecimiento nominal de la venta de productos nuevos ( $g_2$ ).

La encuesta pregunta la proporción de ventas(s) al final del período como resultado de la innovación en productos introducida en los últimos tres años. También incluye información de la tasa de crecimiento nominal de ventas totales ( $g$ ). En este sentido, dado que las ventas de productos nuevos a inicios del período son cero por definición, es posible obtener la tasa de crecimiento nominal de ventas de productos nuevos:  $g_2 = s(1+g)^{14}$ .

Para deflactar las variables nominales, se utiliza la información de precios del deflactor implícito del PIB a dos dígitos. Solo se cuenta con información agregada de precios y no se cuenta con información a nivel de la empresa. En este sentido, los precios pueden variar entre empresas e incluso dentro de la misma firma cuando se trata de empresas multiproducto. De esta forma, el uso de índices de precios introduce el problema de error de medición en la estimación. Para corregir el sesgo que se genera se recurre al método de variables instrumentales.

De acuerdo con Harrison et al. (2008), se clasifica a las empresas que hayan introducido ambas innovaciones, en productos y en procesos, como innovadoras en productos, asumiendo que los innovadores en productos y en procesos tienen más similitudes con los innovadores en productos que los que lo son únicamente en procesos. De esta manera, las empresas se clasificaron en categorías de innovación de forma mutuamente excluyente: innovadoras en productos<sup>15</sup>, innovadoras en procesos únicamente y no innovadoras.

En el cuadro 2 se observan estadísticas descriptivas para las empresas innovadoras, entre ellas: crecimiento del empleo, crecimiento de las ventas y productividad laboral (definida como ventas reales por trabajador). El 49% de las empresas encuestadas en Bolivia introdujo al menos una innovación entre 2013 y 2015. La mayor parte de las innovaciones han sido innovaciones en productos (40%) y en menor medida en procesos únicamente (9%). Estos resultados son similares a los encontrados para Argentina en Elejalde, Giuliadori y Stucchi (2015). Si bien el porcentaje de empresas innovadoras parece alto (similar al de algunos países europeos; véase Harrison, Jaumandreu y Mairesse 2014), la innovación en las empresas de Bolivia se concentra en la adquisición de tecnología, mientras que en los países europeos está concentrada en I+D.<sup>16</sup>

Una característica importante de las empresas de Bolivia se ve reflejada en la cantidad promedio de empleados (53 empleados), cifra significativamente menor que las de otros países de ALC (233 empleados promedio en Argentina, 214 en Chile, 182 en Costa Rica y 91 en Uruguay).

---

<sup>14</sup> Para un detalle del cálculo de  $g_1$  y  $g_2$ , véase Elejalde, Giuliadori y Stucchi (2015).

<sup>15</sup> El hecho de que sean innovadoras en productos implica que: 1) son innovadoras en productos únicamente y 2) son innovadoras en productos y procesos.

<sup>16</sup> Esta es una de las razones por las que los resultados para países desarrollados podrían ser solo una guía, dada la diferencia en las formas de innovar entre países.

El incremento del empleo fue similar entre empresas innovadoras y no innovadoras. En términos anuales, ascendió al 14% para firmas innovadoras en productos, al 9% para innovadoras en procesos y al 14% para no innovadoras. Según la posición en el ciclo económico en el que se encuentra cada país, los resultados son diferentes en los países de ALC que se analizan en Crespi y Tacsir (2013). Allí se observa desde una reducción en el empleo del -6% en no innovadoras y una menor reducción en innovadoras en productos, del -2,5% para Argentina,<sup>17</sup> hasta un incremento del empleo del 3,5% en no innovadoras y un aumento del 7,4% en innovadoras en procesos para Uruguay.

En relación con el tipo de empleo, el 55% del empleo en las empresas de la encuesta es calificado, cifra que abarca una proporción levemente mayor en empresas innovadoras en productos (58%) y en menor medida en empresas innovadoras en procesos (53%) y no innovadoras (53%).

Por un lado, resalta que el crecimiento del empleo calificado para empresas innovadoras es mayor que para las no innovadoras. El crecimiento del empleo calificado es del 18% para empresas innovadoras en productos, del 20% para innovadoras en procesos y del 13% para no innovadoras. Por otro lado, el crecimiento del empleo no calificado para empresas innovadoras es mayor que para las no innovadoras; para empresas innovadoras en productos, asciende al 23%; para innovadoras en procesos, al 13%, y para no innovadoras, al 12%.

A pesar de las diferencias entre países, resalta que (excepto en Chile) las empresas innovadoras de ALC parecen desempeñarse mejor en términos de creación de empleo. En Bolivia y Argentina (Elejalde, Giuliodori y Stucchi 2015), esto se produce particularmente con el crecimiento del empleo calificado.

Al igual que en el caso del crecimiento del empleo, el incremento de las ventas fue mayor en las empresas innovadoras en productos respecto de las no innovadoras. El incremento en ventas<sup>18</sup> anuales para las innovadoras en productos alcanzó el 33%, para las innovadoras en procesos, el 19% y para las no innovadoras, el 22%.

Para las firmas innovadoras en productos el crecimiento de las ventas se descompone en productos existentes ( $g_1$ ) y productos nuevos ( $g_2$ ), como se explicó anteriormente. Al igual que en Argentina (Elejalde, Giuliodori y Stucchi 2015), resalta la rapidez con que las empresas innovadoras en productos sustituyen los productos existentes. El crecimiento en ventas negativo de productos existentes (-25%) es compensado por un significativo incremento en ventas de productos nuevos (62%).

Por otro lado, el incremento en la productividad laboral para empresas innovadoras en productos fue del 15%; para las innovadoras en procesos, del 6% y para las no innovadoras, del 4%. Estos resultados sugieren que las empresas innovadoras tienen mejores condiciones y mayores oportunidades para aprovechar un shock positivo en la economía (o bien, sobrellevar un shock negativo, como se observa para el caso de

---

<sup>17</sup> Al momento de recoger los datos para ese artículo, Argentina se encontraba inmersa en una de sus peores recesiones históricas.

<sup>18</sup> A realizar la encuesta de innovación en Bolivia, se esperaba una tasa muy alta de falta de respuesta en las preguntas relacionadas con los valores de ventas. En este sentido, se optó por una estrategia de captura de datos en dos etapas. En la primera etapa, se realizaron las preguntas de valor de forma directa. En caso de no recibir respuesta, en la segunda etapa se presentó una serie de rangos sobre los que se podía dar respuesta (atenuando el temor que tienen los/as empresarios/as de revelar información sensible). Empleando esta estrategia, se logró conseguir hasta un 80% de respuestas. En caso de no aplicar esta estrategia, se habría logrado aproximadamente un 50% de respuestas en la variable (para más detalles, véase Foronda, Beverinotti y Suaznábar 2018).



Argentina en Elejalde, Giuliadori y Stucchi 2015).

**Cuadro 2**  
**Estadísticas descriptivas**

	Media	d.e.	N
<b>Distribución de las firmas (porcentaje)</b>			
No innovadores (sin innovación en productos o procesos)	0,51	0,50	422
Innovadores únicamente en procesos (no innovadores en productos)	0,09	0,29	422
Innovadores en productos	0,40	0,49	422
Promedio de personal ocupado en 2013	53,50	220,32	422
Promedio de personal ocupado en 2015	56,50	241,33	422
Propiedad extranjera (1 si tiene 10% o más)	0,05	0,22	422
Localizados en La Paz	0,29	0,45	422
Localizados en Cochabamba	0,37	0,48	422
Localizados en Santa Cruz	0,34	0,47	422
<b>Proporción del empleo calificado, 2015</b>			
Todas las firmas	0,55	0,33	422
No innovadores (sin innovación en productos o procesos)	0,53	0,34	213
Únicamente innovadores en procesos (no innovadores en productos)	0,53	0,33	39
Innovadores en productos	0,58	0,33	170
<b>Crecimiento del empleo (porcentaje)</b>			
Todas las firmas	0,14	0,43	422
No innovadores (sin innovación en productos o procesos)	0,14	0,44	213
Únicamente innovadores en procesos (no innovadores en productos)	0,09	0,39	39
Innovadores en productos	0,14	0,44	170
<b>Crecimiento de empleo calificado (porcentaje)</b>			
Todas las firmas	0,15	0,58	422
No innovadores (sin innovación en productos o procesos)	0,13	0,49	213
Únicamente innovadores en procesos (no innovadores en productos)	0,20	1,15	39
Innovadores en productos	0,18	0,48	170
<b>Crecimiento del empleo no calificado (porcentaje)</b>			
Todas las firmas	0,17	0,73	422
No innovadores (sin innovación en productos o procesos)	0,12	0,68	213
Únicamente innovadores en procesos (no innovadores en productos)	0,13	0,47	39
Innovadores en productos	0,23	0,84	170
<b>Crecimiento de ventas (porcentaje) (nominal)<sup>a</sup></b>			
Todas las firmas	0,26	0,62	422
No innovadores (sin innovación en productos o procesos)	0,22	0,58	213
Únicamente innovadores en procesos (no innovadores en productos)	0,19	0,52	39
Innovadores en productos	0,33	0,68	170
<b>Crecimiento de la productividad laboral (porcentaje)<sup>b</sup></b>			
Todas las firmas	0,08	0,59	422
No innovadores (sin innovación en productos o procesos)	0,04	0,54	213
Únicamente innovadores en procesos (no innovadores en productos)	0,06	0,58	39
Innovadores en productos	0,15	0,65	170
<b>Crecimiento de precios (porcentaje)<sup>c</sup></b>			
Todas las firmas	0,04	0,05	422
No innovadores (sin innovación en productos o procesos)	0,04	0,05	213
Únicamente innovadores en procesos (no innovadores en productos)	0,04	0,06	39
Innovadores en productos	0,05	0,03	170

Fuente: Encuesta de Innovación en Bolivia, 2016

Notas: Innovadores en productos son empresas que introdujeron innovaciones entre 2013 y 2015. Innovadores únicamente en procesos son empresas que introdujeron innovación en procesos o innovaciones de cambio organizacional excluyendo innovadores en productos entre 2013 y 2015. No innovadores son empresas no calificadas como innovadoras en procesos o productos. Trabajadores calificados son empleados con título universitario o estudios terciarios (título de uno a tres años relacionado con profesiones técnicas). Trabajadores no calificados son empleados con escolaridad primaria o secundaria. Las tasas de crecimiento son anuales. La muestra está constituida por empresas con información en todas las variables relevantes para el análisis empírico.

<sup>a</sup> El crecimiento de las ventas para cada tipo de empresa es la media no ponderada en las tasas de crecimiento entre las empresas.

<sup>b</sup> La productividad laboral se mide como las ventas reales por trabajador.

<sup>c</sup> Precios calculados a partir del deflactor implícito del PIB a dos dígitos y asignado a las empresas de acuerdo con su actividad.

d.e. = desviación estándar.

#### 4. Resultados de las estimaciones

Una gran ventaja del trabajo de Harrison, Jaumandreu y Mairesse (2014) es el uso de

la teoría económica para modelar los mecanismos de interacción entre la innovación y el empleo. Estos autores derivan la ecuación (6), que permite estimar la relación entre innovación en productos y procesos sobre las decisiones de empleo, bajo supuestos de competencia perfecta en insumos de mercado y la tecnología de las empresas. La estimación de la ecuación (6) permite obtener parámetros con interpretación económica útil, contrariamente a lo que ocurre con la estimación de la relación entre innovación y empleo de la forma reducida (ecuación 4). En este último caso, se estiman parámetros que son complejos de interpretar y los mecanismos de interacción son difíciles de separar.

Al igual que en Harrison, Jaumandreu y Mairesse (2014), Elejalde, Giuliadori y Stucchi (2015) y Crespi, Tacsir y Vargas (2015), inicialmente se realiza una estimación exploratoria de la ecuación (4). Esta estimación se lleva a cabo por dos motivos: i) para mostrar la dificultad de interpretar la relación entre innovación y empleo sin imponer una estructura alternativa y ii) para justificar la variable de innovación en productos (como la combinación de innovación en productos únicamente más innovación en productos y procesos). La estimación se presenta en el cuadro A1 del anexo.

Los resultados obtenidos en esta estimación se pueden considerar como simples correlaciones que pueden describir los datos; sin embargo, no permiten identificar los efectos de la innovación sobre el empleo (se dificulta la interpretación de los coeficientes del modelo). A partir del cuadro A1, se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa entre empresas innovadoras en productos y en procesos únicamente, innovadoras en procesos únicamente, e innovadoras en productos y procesos. Sería muy complejo estimar los efectos sobre el empleo separadamente para empresas innovadoras en procesos únicamente, innovadoras en productos únicamente, e innovadoras en productos y procesos. Así, se decide agrupar a todas las empresas innovadoras en productos (innovadoras en productos únicamente e innovadoras en productos y procesos).

#### **4.1. Innovación y empleo**

En el estudio de Harrison, Jaumandreu y Mairesse (2014), se estima un modelo para diferentes países de Europa. Por su parte, Crespi, Tacsir y Vargas (2015) lo estiman para países de ALC, sin incluir a Bolivia. En este sentido, la evidencia de estos trabajos puede ser utilizada como punto de referencia, teniendo en cuenta las particularidades de cada contexto, de modo de comparar los efectos de la innovación en el empleo en Bolivia.

En el cuadro 3 se observa la estimación del efecto de la innovación en el empleo a partir del modelo de Harrison, Jaumandreu y Mairesse (2014), como se presenta en la ecuación (6). En la estimación se controla por variables dicotómicas de la industria a dos dígitos, una variable dicotómica que indica si la empresa o la casa matriz está ubicada en el departamento de Santa Cruz<sup>19</sup> y una variable dicotómica que denota la participación extranjera en la propiedad de la empresa.

En la primera parte de la tabla se observa la estimación por MCO. La innovación en productos tiene un efecto positivo y significativo sobre el empleo. El coeficiente estimado para  $g_2$  es inferior a 1, lo que muestra evidencia de que los productos nuevos son producidos con mayor eficiencia que los productos existentes. En contraste, los resultados muestran que la innovación en procesos ( $d$ ) no tiene un efecto significativo sobre el empleo.

---

<sup>19</sup> Se elige el departamento de Santa Cruz porque este acoge a la mayor parte de las empresas del país.

En la siguiente parte del cuadro se aprecia la estimación por variables instrumentales (VI), debido a que pueden existir dos problemas de endogeneidad que sesgarían la estimación por MCO, a saber: 1) el problema de variable omitida: los shocks de productividad estarían incluidos en los términos de error (con signo negativo) y ii) el problema de error de medición: los precios a nivel de la empresa no son observables. Ambos problemas tienden a generar un sesgo negativo en la estimación por MCO en el coeficiente de  $g_2$ .

Para la estimación por VI se eligió como instrumento un indicador del conocimiento de la empresa (aunque no sea usuaria) del soporte público a las actividades de innovación. La variable está más relacionada con la cobertura y difusión del sistema de apoyo público antes que con las actividades de innovación realizadas por las firmas.<sup>20</sup> Este mismo instrumento fue empleado en el estudio de Argentina realizado por Crespi y Tacsir (2013) y Elejalde, Giuliodori y Stucchi (2015).

La estrategia de estimación se basa en el hecho de que el conocimiento de programas públicos es exógeno una vez que se controla por el tipo de industria, ubicación y productividad invariante en el tiempo. Al igual que en Elejalde, Giuliodori y Stucchi (2015), se sostiene que este supuesto es válido, ya que, si adquirir la información es costoso, solo las grandes empresas productivas estarán dispuestas a realizar esa inversión. Considerando esto, se controla por productividad. Asimismo, parece menos probable que las empresas decidan invertir en adquirir información por los shocks de productividad, ya que podrían ser temporales. En segundo lugar, las políticas públicas de innovación pueden ser dirigidas a determinadas regiones o industrias. En esos casos el costo de la información variaría a esos niveles y los mismos estarían controlados. Por último, entre 2013 y 2015, en Bolivia existieron solo algunas políticas públicas, como se describe en Foronda, Beverinotti y Suaznábar (2018). No hubo otros programas que puedan sesgar la provisión de información sobre los programas públicos.

Un instrumento válido también debe satisfacer la condición de correlación significativa entre el instrumento y la variable endógena. Esta condición puede ser testeada con un test de significancia conjunto de la variable exógena excluida en la primera etapa de la regresión. Stock, Wright y Yogo (2002) recomiendan un estadístico  $F$  mayor a 10 para descartar un problema de instrumento débil que puede crear un sesgo de muestra en la estimación de VI. En el cuadro 3 se observa que el estadístico  $F$  es aproximadamente igual a 12, lo que muestra que no existe evidencia del problema de instrumento débil. Además, dado que los modelos exactamente identificados se comportan mejor en muestras pequeñas, se espera que el instrumento elegido satisfaga las condiciones relevantes y las estimaciones tengan buenas propiedades en pequeñas muestras (Harrison, Jaumandreu y Mairesse 2014).

En el cuadro 3 se observa que la estimación por VI del coeficiente de  $g_2$  se incrementa, lo que es consistente con un sesgo negativo en la estimación por MCO. La estimación del coeficiente de  $g_2$  aumenta desde 0,69 por MCO hasta 1,25 por VI. Un coeficiente mayor a 1 muestra evidencia de que los productos nuevos son producidos de manera menos eficiente que los productos existentes.<sup>21</sup> Estos resultados indican que existe

---

<sup>20</sup> Se realizaron ejercicios con otros instrumentos; por ejemplo, con la variable obstáculos a la innovación, creando un indicador del promedio de obstáculos por sector económico para cada región del país (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz), controlando por la importancia del sistema de innovación de la región donde la empresa opera. Sin embargo, los resultados son menos robustos.

<sup>21</sup> Los resultados encontrados en otros países (Crespi y Tacsir 2013) muestran estimaciones para el coeficiente de  $g_2$  que varían entre 0,85 por MCO y 0,96 por VI para Uruguay y entre 0,83 por MCO y 1,75 por VI para Chile.

evidencia de que la innovación en productos crea empleo gracias a la expansión de la demanda.

De acuerdo con el cuadro, la estimación por VI del coeficiente de innovación en procesos ( $d$ ) tiene signo positivo; sin embargo, el coeficiente no es significativo, lo cual sugiere que la innovación en procesos no tiene un efecto significativo sobre el empleo.<sup>22</sup> Existen dos posibles explicaciones para este resultado: por un lado, la innovación en procesos podría no generar ganancias de productividad importantes; por lo tanto, no existe el efecto desplazamiento en el empleo. Por otro lado, la innovación en procesos podría generar ganancias de productividad (efecto desplazamiento), lo que induce a una expansión de la demanda debido a la competencia en el mercado (efecto creación). En general, el efecto creación de empleo compensa el efecto desplazamiento del empleo.

También se realiza el test Durbin Wu Hausman para evaluar la endogeneidad de  $g_2$ . Se rechaza la exogeneidad de  $g_2$  al 10%. En general, para el modelo estimado se elige la estimación por VI, donde  $g_2$  es endógena.

**Cuadro 3**  
**Efecto de la innovación en el empleo calificado y no calificado: estimación de mínimos cuadrados ordinarios y variables instrumentales**

Variable dependiente: $l - (g_1 - \pi)$	Total empleo	Empleo calificado	Empleo no calificado
<b>A) MCO</b>			
Únicamente innovador en procesos ( $d$ )	-0,023 (0,104)	0,096 (0,190)	0,023 (0,125)
Crecimiento en ventas debido a productos nuevos ( $g_2$ )	0,690*** (0,119)	0,634*** (0,147)	0,763*** (0,193)
R-cuadrado	0,230	0,141	0,136
<b>B) VI</b>			
Únicamente innovador en procesos ( $d$ )	0,154 (0,141)	0,336 (0,261)	0,152 (0,162)
Crecimiento en ventas debido a productos nuevos ( $g_2$ )	1,249*** (0,313)	1,385*** (0,524)	1,166*** (0,321)
R-cuadrado	0,11	0,02	0,11
Primera etapa (F-test)	11,73	11,91	11,91
Valor de p	0,000	0,000	0,000
Test de endogeneidad (Durbin Wu Hausman)	3,59	2,37	1,19
Valor de p	0,061	0,123	0,275
H0: $\beta = 1$ (valor de p)	0,426	0,462	0,605
H0: $\beta_{\text{calificado}} = \beta_{\text{no calificado}}$ (valor de p)	0,271		
Número de firmas	422	422	422

Fuente: Encuesta de Innovación de Bolivia, 2016.

Notas: El cuadro se basa en el modelo de Harrison, Jaumandreu y J. Mairesse (2014). Errores estándar robustos. Todas las regresiones incluyen como controles adicionales una variable dicotómica que toma el valor 1 para aquellas empresas con más del 10% de capital extranjero, una variable dicotómica que vale 1 si las oficinas centrales de la empresa están en el departamento de Santa Cruz y variables dicotómicas de la industria a dos dígitos. Los trabajadores calificados son empleados con un título universitario o estudios terciarios (títulos de uno a tres años relacionados con profesiones técnicas). Los trabajadores no calificados son empleados con escolaridad primaria o secundaria. Variables endógenas:  $g_2$ . Instrumentos: conocimiento del apoyo público a las actividades de innovación.

\* Nivel de significancia al 10%; \*\* nivel de significancia al 5%; \*\*\* nivel de significancia al 1%.

<sup>22</sup> De forma similar ocurre para los coeficientes en  $d$  para Argentina y Chile (Crespi y Tacsir 2013).

## 4.2. Innovación y calificación en el empleo

En esta sección se presentan los resultados de la estimación de las ecuaciones (7) y (8). Las variables dependientes son la tasa de crecimiento del empleo  $l$  de tipo  $q_j$  menos la tasa de crecimiento de ventas  $(l^q - (g_1 - \pi))$  para cada tipo de empleado (calificado y no calificado). Entre las variables independientes se incluye la variable dicotómica de innovación en procesos  $d$ , la tasa de crecimiento de ventas de nuevos productos  $g_2$ , una variable dicotómica que controla la propiedad extranjera de la empresa, una variable dicotómica que indica si la empresa se encuentra en el departamento de Santa Cruz y también variables que capturan los efectos de la industria a dos dígitos y una constante que captura la tendencia de productividad.

Entender el efecto de la innovación sobre el empleo calificado y no calificado es importante para el diseño de la política pública. Si las actividades de innovación y el empleo calificado son complementarios, se esperaría que la introducción de innovaciones genere una mayor demanda de empleo calificado. Este hecho justificaría la implementación de programas simultáneos de capacitación/empleo y políticas de innovación.

Los resultados muestran patrones interesantes del impacto de la innovación en la composición de la fuerza laboral calificada y no calificada. En las columnas (2) y (3) del cuadro 3 se registran los resultados de las estimaciones por MCO y VI para empleo calificado y no calificado. Primero, como se esperaría, los coeficientes estimados  $g_2$  y  $d$  por VI son mayores que los de MCO. Segundo, el coeficiente asociado al crecimiento en ventas de nuevos productos es mayor para el empleo calificado que para el no calificado, como se observa en Argentina y Uruguay, de acuerdo con Crespi y Tacsir (2013). Tercero, los coeficientes de innovación en procesos  $d$  son positivos (mayores para empleo calificado vs. no calificado), pero no significativos. En resumen, parece existir sesgo en la calificación del empleo en la innovación en productos. Estos resultados son similares a los obtenidos por Crespi y Tacsir (2013) para Argentina y Uruguay.

Los resultados de las estimaciones por VI sugieren que las innovaciones en productos son intensivas en empleo calificado. El valor de  $p$  del test  $H_0: \beta^C = \beta^{NC}$  es igual a 0,271. Si la  $H_1$  es que existe sesgo en empleo calificado, es posible rechazar la hipótesis nula. No hay evidencia de que la innovación en procesos afecte la composición del empleo calificado o no calificado.

## 5. Pruebas de robustez

En esta sección se realizan pruebas de robustez para evaluar la sensibilidad de los resultados del efecto de la innovación en el empleo para diferentes supuestos asumidos en la modelación, como la validez de los instrumentos, los controles alternativos y la exogeneidad de los procesos de innovación.

### 5.1. Innovación y empleo

En primer lugar, se incluye un instrumento adicional para testear la exogeneidad de los instrumentos empleando la prueba de sobre-identificación de Sargan-Hansen. El instrumento adicional es un indicador (variable dicotómica) de inversión en I+D continua en cada año (de 2013 a 2015). Si la I+D está correlacionada con los atributos de la empresa que no varían en el tiempo –que se controlan de cierta forma– antes que con los shocks de productividad, entonces la I+D continua satisface el supuesto de exogeneidad. Dada la definición de I+D continua, el que ésta sea exógena parece un

supuesto sensible. En la columna (1) del cuadro 4 se observan los resultados de la estimación del modelo sobre-identificado. La prueba de Sargan-Hansen no rechaza la exogeneidad de los instrumentos. Este resultado provee evidencia adicional de la validez del instrumento elegido.

En segundo lugar, se estima el modelo bajo el supuesto de que las variables  $g_2$  e innovación en procesos son endógenas. En la columna (2) del cuadro 4 se presentan los resultados. La estimación del coeficiente de la variable innovación en procesos exhibe una importante reducción en precisión. Sin embargo, la estimación del coeficiente de  $g_2$  es similar a la anterior estimación que supone exogeneidad de la innovación en procesos. Además, la prueba Durbin Wu Hausman no rechaza la exogeneidad de la variable dicotómica de innovación en productos y procesos.

En tercer lugar, también se evalúa si la innovación en procesos es diferente de innovación en productos y procesos. Para realizar esto, se adiciona la interacción entre  $g_2$  e innovación en productos y procesos. A esta nueva variable se la considera endógena y, por lo tanto, se emplea la interacción entre la variable conocimiento de apoyo a las actividades de innovación y la innovación en productos y procesos como instrumento adicional. En la columna (3) del cuadro se observan los resultados de la estimación. El coeficiente  $g_2$  cambia de signo; sin embargo, no es significativo. Se concluye que no existe evidencia significativa para considerar a la innovación en productos y procesos de forma separada.

Luego, se controla por shocks en industria/ubicación incluyendo el crecimiento promedio del empleo a nivel de industria/ubicación como un regresor adicional. En el modelo básico se controla por shocks específicos de la industria empleando variables dicotómicas para la industria a dos dígitos, y se controla por shocks de ubicación específica empleando variables dicotómicas de ubicación. Para controlar por shocks de industria/ubicación se utilizan las tres ciudades para las que se cuenta con datos (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz). Luego, se construye el promedio de crecimiento del empleo a nivel de la industria y la región. Se espera que esta variable sea capaz de capturar los shocks específicos de la industria/ubicación. En la columna (4) del cuadro 4 se aprecia que la variable no es significativa y los resultados son similares a los del modelo básico.

Por último, dado que parte de la endogeneidad proviene de la productividad no observada, se incluye la productividad laboral como *proxy* de esta. La variable *proxy* para la productividad no observada es la productividad laboral en 2013, que se define como las ventas reales por trabajador. En la columna (5) del cuadro 4 se observa que la variable no es significativa y los resultados son similares a los del modelo básico.

**Cuadro 4**  
**Ejercicios de robustez del efecto de la innovación en el empleo**

Variable dependiente: $l - (g_1 - \pi)$	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Únicamente innovador en procesos (d)	0,164 (0,137)	-0,141 (1,406)	0,014 (0,156)	0,158 (0,141)	0,143 (0,137)
Crecimiento en ventas debido a productos nuevos ( $g_2$ )	1,282*** (0,299)	1,246*** (0,317)	-1,512 (7,600)	1,257*** (0,312)	1,228*** (0,305)
$g_2$ *innovadores en productos y procesos ( $g_2$ *prod&proc)			3,289 (8,054)		
Crecimiento medio del empleo				0,091*** (0,033)	
Productividad laboral en 2013					0,057 (0,036)

R-cuadrado	0,10	0,10	0,10	0,11	0,13
Primera etapa para $g_2$ (F-test)	11,31	10,24	45,12	10,38	10,48
Valor de p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Primera etapa para d		1,96			
Valor de p		0,050			
Primera etapa para $g_2$ *prod&proc			56,73		
Valor de p			0,000		
Prueba de sobre-identificación (Sargan-Hansen)	0,039				
Valor de p	0,844				
Test de endogeneidad para $g_2$ (Durbin Wu Hausman)	3,622	5,990	0,007	3,738	3,329
Valor de p	0,057	0,015	0,934	0,054	0,069
Test de endogeneidad para d		0,056			
Valor de p		0,829			
Test de endogeneidad para $g_2$ *prod&proc			0,616		
Valor de p			0,433		
H0: $\beta = 1$ (Valor de p)	0,352	0,437	0,741	0,408	0,454
H0: $\beta$ prod&proc = $\beta$ solo productos (valor de p)			0,681		
Número de firmas	422	422	422	422	422

Fuente: Encuesta de Innovación de Bolivia, 2016.

Notas: Errores estándar robustos. Todas las regresiones incluyen como controles adicionales una variable dicotómica que toma el valor de 1 para aquellas empresas con más del 10% de capital extranjero, una variable dicotómica que vale 1 si las oficinas centrales de la empresa están en el departamento de Santa Cruz y variables dicotómicas de la industria a dos dígitos.

[1] Variables endógenas:  $g_2$ . Instrumentos: conocimiento del apoyo público de las actividades de innovación y una variable dicotómica para I+D continua.

[2] Variables endógenas:  $g_2$  y d. Instrumentos: conocimiento del apoyo público de las actividades de innovación y una variable dicotómica para I+D continua.

[3] Variables endógenas:  $g_2$  y  $g_2$  x innovador en productos y procesos. Instrumentos: conocimiento del apoyo público de actividades de innovación y conocimiento del apoyo público de actividades de innovación x innovador en productos y procesos.

[4] Variables endógenas:  $g_2$ . Instrumentos: conocimiento del apoyo público de las actividades de innovación. Control adicional: crecimiento medio del empleo a nivel industrial y regional.

[5] Variables endógenas:  $g_2$ . Instrumentos: conocimiento del apoyo público de las actividades de innovación. Control adicional: actividad laboral de la empresa en 2013.

\* Nivel de significancia al 10%; \*\* nivel de significancia al 5%; \*\*\* nivel de significancia al 1%.

## 5.2. Innovación y calificación en el empleo

En el cuadro 5 se presentan los resultados de las pruebas de robustez para evaluar la sensibilidad de los efectos de la innovación sobre la composición del empleo calificado y no calificado.

En primer lugar, se incluye una variable de I+D continua como instrumento adicional. En este caso, una vez más, el efecto de innovación en proceso no es significativo. El efecto de la innovación en productos es el mismo para el empleo calificado y no calificado. Este resultado contradice el sesgo de calificación del empleo encontrado utilizando el conocimiento del apoyo público como única variable instrumental (considerada la mejor especificación del modelo). El hecho de que diferentes instrumentos muestren diferentes resultados al rechazar la sobre-identificación del empleo calificado se puede interpretar de dos formas. Primero, si se tiene que elegir entre ambos instrumentos, se prefiere elegir la exogeneidad del conocimiento del apoyo público, como se explica en la sección de resultados empíricos. Segundo, si el efecto de la innovación es heterogéneo entre las empresas, aun si ambos instrumentos fueran igualmente válidos, la diferencia entre los dos está relacionada con el hecho de que la estimación por VI mide el efecto local sobre los que cumplen la condición (Crespi y Tacsir 2013).

Asimismo, se realizan ejercicios con la inclusión de diferentes regresores, en particular los empleados en la literatura sobre cambios técnicos especializados para países en desarrollo (por ejemplo, Meschi, Taymaz y Vivarelli, 2011). Se incluyen: el logaritmo de las exportaciones y el logaritmo de inversión en capital fijo. Las exportaciones capturan los efectos de mejora en habilidades en las actividades de exportación (*learning by exporting*) y la inversión en capital fijo captura la transferencia tecnológica implícita en el capital físico. Los resultados se presentan en el cuadro 5 y muestran que estas nuevas variables no son significativas y los resultados no cambian.

**Cuadro 5**  
**Ejercicios de robustez del efecto de la innovación en el empleo calificado y no calificado**

Variable dependiente: $I - (g1-\pi)$	[1]		[2]	
	Calificado	No calificado	Calificado	No calificado
Únicamente innovador en procesos (d)	0,314 (0,231)	0,209 (0,166)	0,333 (0,272)	0,126 (0,168)
Crecimiento en ventas debido a productos nuevos (g <sub>2</sub> )	1,316*** (0,432)	1,344*** (0,349)	1,382*** (0,536)	1,150*** (0,319)
Exportaciones en 2013 (log)			0,001 (0,009)	0,013 (0,014)
Inversión en capital físico en 2013 (log)			0,001 (0,008)	0,011 (0,009)
R-cuadrado	0,044	0,08	0,02	0,12
Primera etapa (F-test)	11,45	11,45	10,23	10,23
Valor de p	0,000	0,000	0,000	0,000
Prueba de sobre-identificación (Sargan-Hansen)	0,078	0,508		
Valor de p	0,780	0,476		
Test de endogeneidad para g <sub>2</sub> (Durbin Wu Hausman)	2,416	1,869	2,352	1,265
Valor de p	0,120	0,172	0,126	0,261
H0: $\beta = 1$ (valor de p)	0,475	0,429	0,476	0,637
H0: $\beta_{\text{calificado}} = \beta_{\text{no calificado}}$ (valor de p)				
Número de firmas	422	422	422	422

Fuente: Encuesta de Innovación de Bolivia, 2016.

Notas: Errores estándar robustos. Todas las regresiones incluyen como controles adicionales una variable dicotómica que toma el valor de 1 para aquellas empresas con más del 10% de capital extranjero, una variable dicotómica que vale 1 si las oficinas centrales de la empresa están en el departamento de Santa Cruz y variables dicotómicas de la industria a dos dígitos. Los trabajadores calificados son empleados con un título universitario o estudios terciarios (títulos de uno a tres años relacionados con profesiones técnicas). Los trabajadores no calificados son empleados con escolaridad primaria o secundaria.

[1] Variables endógenas: g<sub>2</sub>. Instrumentos: conocimiento del apoyo público de las actividades de innovación y variable dicotómica para I+D continua.

[2] Variables endógenas: g<sub>2</sub>. Instrumentos: conocimiento del apoyo público de las actividades de innovación. Controles adicionales: exportaciones en 2013 (en registros), importaciones en 2013 (en registros) y transferencia de tecnología en 2013 (en registros).

\* Nivel de significancia al 10%; \*\* nivel de significancia al 5%; \*\*\* nivel de significancia al 1%.

## 6. Crecimiento del empleo calificado y no calificado

Con el fin de comprender mejor los resultados de las estimaciones, a continuación, se presenta la descomposición del efecto de la innovación sobre el crecimiento del empleo



a partir de cuatro componentes: la tendencia de productividad, la contribución de las empresas no innovadoras, la contribución de las empresas innovadoras en procesos y la contribución de las empresas innovadoras en productos. La descomposición es similar a la propuesta por Harrison, Jaumandreu y Mairesse (2014), y adecuada por Elejalde, Giuliodori y Stucchi (2015) con la inclusión de la contribución de las empresas no innovadoras y el tipo de empleo creado (calificado y no calificado). En este sentido, el crecimiento del empleo para cada tipo de empresa puede ser presentado como:

$$(9) \quad l_i = \left( \sum_j \alpha_j \text{indy}_{ji} + \sum_k \alpha_k \text{depto}_{ki} \right) + 1(g_{2i} = 0)(1 - d_i)(g_{1i} - \pi_i) \\ + d_i 1(g_{2i} = 0)(\alpha_1 + g_{1i} - \pi_i) + 1(g_{2i} > 0)(d_i \alpha_1 + g_{1i} - \pi_i + \beta g_{2i}) + v_i$$

Donde  $\text{indy}_{ji}$  son variables dicotómicas de la industria y  $\text{depto}_{ki}$  son variables dicotómicas que denotan la región donde se ubica la empresa. El crecimiento de la empresa puede ser descompuesto en cuatro componentes importantes: el primero  $(\sum_j \alpha_j \text{indy}_{ji} + \sum_k \alpha_k \text{depto}_{ki})$  es la contribución de la tendencia de productividad; el segundo  $(1(g_{2i} = 0)(1 - d_i)(g_{1i} - \pi_i))$  mide la contribución de las empresas no innovadoras; el tercero  $(d_i 1(g_{2i} = 0)(\alpha_1 + g_{1i} - \pi_i))$  mide la contribución de las empresas innovadoras en procesos únicamente, y el cuarto  $(1(g_{2i} > 0)(d_i \alpha_1 + g_{1i} - \pi_i + \beta g_{2i}))$  mide la innovación de las empresas innovadoras en productos.

En el cuadro 6 se observa la contribución de los diferentes componentes al crecimiento del empleo utilizando estimaciones por VI. La contribución de la tendencia de productividad asociada a la producción de productos existentes es de -15%, normalmente asociada a la destrucción de empleos como se observa en países de ALC según Crespi y Tacsir (2013).

La contribución de las empresas no innovadoras es de -2% y, al igual que la tendencia en productividad, su contribución al crecimiento del empleo es negativa. La contribución de las empresas innovadoras en procesos al crecimiento del empleo es únicamente de 1%. Esto se explica, en parte, por el hecho de que son pocas las empresas que introducen innovación en procesos únicamente (9% de la muestra).

La contribución al crecimiento del empleo de las empresas innovadoras en productos es la más importante (31%). Este resultado muestra que las innovaciones en productos y la producción de nuevos bienes y servicios logran más que compensar la caída de la producción de los productos existentes. Esto tiene lugar, sobre todo, en un escenario de expansión económica como el que experimentó Bolivia entre 2013 y 2015.<sup>23</sup> Como ya se ha visto, las ventas promedio crecen un 33% en las empresas innovadoras en productos y, en menor medida, en las no innovadoras (22%). Estos resultados muestran que las empresas innovadoras en productos incrementan considerablemente la venta de bienes nuevos, pero se debe tomar en cuenta que, en muchos casos, estos nuevos productos son productos existentes con pequeños cambios (innovación incremental), como sugieren Elejalde, Giuliodori y Stucchi (2015).

Como se observa en las columnas (2) y (3) del cuadro 6, la tendencia de productividad destruye empleos, pero el efecto desplazamiento es mayor en el caso del empleo calificado (-22%) con respecto al empleo no calificado (-11%). También, aunque en menor proporción, se observa destrucción de empleos en las empresas no innovadoras en forma similar para el empleo calificado y el no calificado (-2%).

<sup>23</sup> Entre 2013 y 2015, Bolivia tuvo una tasa de crecimiento promedio del PIB en torno al 6%.

La contribución de las empresas innovadoras en procesos es positiva y baja. Sin embargo, la contribución a la creación de empleo de las empresas que innovan en productos es importante, tanto para empleo calificado como no calificado, siendo el efecto del primero (36%) mayor que el del segundo (29%).

**Cuadro 6**  
**Contribuciones de la innovación al crecimiento del empleo (tasas anuales de crecimiento 2013-15, en porcentaje)**

	Total (1)	Calificado (2)	No calificado (3)
Crecimiento del empleo en las empresas	0,14	0,15	0,17
Tendencia de productividad	-0,15	-0,22	-0,11
Contribución no innovadoras	-0,02	-0,02	-0,02
Contribución de innovadoras en procesos	0,01	0,03	0,01
Contribución de innovadoras en productos	0,31	0,36	0,29

Fuente: Encuesta de Innovación de Bolivia, 2016.

## 7. Conclusiones

Durante el período de estudio (2013-15), Bolivia experimentó un crecimiento económico significativo, en torno al 5% del PIB. Sin embargo, el país enfrenta actualmente grandes desafíos para crecer de manera sostenida y cerrar las brechas de pobreza y desigualdad. Esto es aún más desafiante luego de la llegada de la COVID-19, que genera estimaciones de caída del crecimiento no vistas en más de tres décadas.<sup>24</sup>

En este sentido, uno de los aspectos clave para impulsar la productividad y el crecimiento económico sostenido está relacionado con el grado en el que las empresas logren incorporar innovación tecnológica a sus procesos productivos (Foronda, Beverinotti y Suaznábar 2018). Por ello, es necesario comprender los efectos de la innovación tecnológica en la generación de empleo, asumiendo la importancia que esto tiene en la reducción de la pobreza y la desigualdad.

En el documento se presentan los resultados de la estimación que relaciona la innovación tecnológica con la generación de empleo, utilizando la aproximación original de Harrison, Jaumandreu y Mairesse (2014) y algunos datos de países de ALC (Crespi y Tacsir 2013). Para este ejercicio, se utilizó la Encuesta de Innovación de Bolivia (2016).

De los ejercicios, destaca el hecho de que, durante el período de estudio, las empresas innovadoras en productos incrementaron su productividad laboral en un 15%, mientras que las innovadoras en procesos lo hicieron en un 6% y las no innovadoras en un 4%. Dados los mejores resultados observados en empresas innovadoras, estas podrían estar mejor preparadas para afrontar shocks negativos en la economía, como los derivados de la llegada de la pandemia al país. Así, las empresas innovadoras (sobre todo en productos) pueden tener mayor capacidad de resistir shocks negativos, y por ello podría ser beneficioso para el país el desarrollo de políticas de incentivos destinadas a una mayor cantidad de empresas con estas características.

Resalta la rapidez con que las empresas innovadoras en productos sustituyen productos existentes. La caída en las ventas de productos existentes (-25%) se ve compensada por un significativo incremento de las ventas de productos nuevos (62%). Sin embargo, la estimación del aumento de las ventas de productos nuevos ( $g_2$ ) sobre el crecimiento del empleo muestra un coeficiente mayor a 1, de manera que los productos nuevos son producidos de manera menos eficiente que los productos existentes. Estos resultados indican que la innovación en productos crea empleo gracias a la expansión de la demanda.

Como resultado principal de la investigación se encuentra que la contribución al crecimiento del empleo de las empresas innovadoras en productos es la más importante (31%) entre todos los tipos de empresas. Como se pudo apreciar en el cuadro 6, la diferencia en la creación (o destrucción) de empleo en empresas no innovadoras y en empresas innovadoras en procesos es muy significativa. Este resultado también muestra que las innovaciones en productos y la creación de productos nuevos o mejorados más que compensan la destrucción de productos existentes, sobre todo en un escenario de expansión económica. Por ejemplo, las ventas crecen en las empresas innovadoras en productos más que en las no innovadoras (33% vs. 22%). Sin embargo, estos resultados señalan que las empresas innovadoras en productos incrementan considerablemente las ventas de bienes nuevos, pero en países en desarrollo como Bolivia se debe tomar en cuenta que, en muchos casos, estos nuevos productos son

---

<sup>24</sup> En abril de 2021, el Fondo Monetario Internacional (FMI) informó una caída del 7,7% en el crecimiento para 2020. El país no experimentaba tal caída en más de 40 años.

productos ya existentes, aunque con pequeños cambios. Además, en Bolivia el 74% de las innovaciones se realizan a nivel de la empresa, el 24% para el país y solo un 2% para el mundo, como se destaca en Foronda, Beverinotti y Suaznábar (2018).

De esta forma, el crecimiento de la productividad laboral podría estar relacionado, en mayor medida, con cambios incrementales en productos ya existentes. Estos resultados mostrarían que se requieren políticas laborales de capacitación para mejorar las capacidades de los trabajadores relacionados con la fabricación de productos existentes. De esta forma, los trabajadores podrían involucrarse en las técnicas de innovación de las empresas y, a su vez, aumentarían la probabilidad de empleabilidad a futuro, en una economía que experimenta cambios tecnológicos de forma gradual.

Dados los datos con que se cuenta, la innovación en procesos no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el empleo, al igual que consta en otros trabajos que se realizaron con datos de países desarrollados y otros países de ALC. Esto podría deberse, en parte, a que son pocas las empresas innovadoras en procesos, y en conjunto podrían no estar generando grandes ganancias de productividad; por lo tanto, no existe un efecto desplazamiento del empleo.<sup>25</sup> Otra posible explicación es que el efecto desplazamiento se vea compensado por el efecto creación de empleo, ante aumentos de la demanda.

A partir de las estimaciones realizadas, se puede apreciar que el coeficiente asociado al crecimiento de las ventas de nuevos productos ( $g_2$ ) es mayor para el empleo calificado que para el no calificado. Al separar al empleo, también se observa que los coeficientes de innovación en procesos ( $d$ ) son positivos (mayores para el empleo calificado vs. no calificado), pero no significativos. En resumen, existe un rol más destacado del empleo calificado en las empresas innovadoras en productos, las cuales, a su vez, son las que más aportan al crecimiento del empleo, en general. Este resultado podría ser una guía de política pública para el apoyo de este tipo de empresas. Aun cuando su innovación tuviese lugar en cambios marginales en los productos existentes, estas son las empresas que mejor podrían sobrellevar un shock negativo y mayor aporte al crecimiento económico podrían generar, sobre todo en períodos de expansión.

Queda claro que los efectos de la innovación en el empleo dependen del tipo de innovación que realizan las empresas. Debido a que el tipo de innovación puede variar considerablemente entre sectores económicos, se debe asumir que el efecto de la innovación también será diferente entre sectores. Asimismo, las regulaciones del mercado laboral pueden tener diferentes efectos según el tamaño de la empresa. Las firmas grandes pueden evitar rigideces laborales tercerizando una parte de su empleo, lo que es más difícil para las empresas pequeñas. Por otro lado, las empresas pequeñas de ALC son más informales en el empleo. Esta heterogeneidad puede traer implicaciones de política relevantes. En futuros trabajos, y encuestas que acompañen a los mismos, se debe tener en cuenta que la muestra debe ser lo suficientemente amplia para poder analizar los efectos de la innovación sobre el empleo según el tamaño de la empresa, el tipo de tecnología u otros factores similares.

Finalmente, de forma paralela a cualquier iniciativa para incrementar la innovación, los diseñadores de políticas podrían utilizar información relativa a los efectos de estas sobre el empleo, con el fin de conocer si existe un efecto de *ahorro* de empleo como consecuencia de la innovación, y de esa manera poder mitigar los potenciales costos

---

<sup>25</sup> A partir de Foronda, Beverinotti y Suaznábar (2018), la productividad laboral de las empresas del país se incrementa cuando las firmas introducen innovaciones en productos y en procesos. Al descomponer entre ambos tipos de innovaciones, se observa que el efecto más importante en el empleo proviene de aquellas empresas innovadoras en procesos.

de dicho efecto, al menos hasta que el efecto generado por la producción de productos nuevos y mejorados genere incrementos de la demanda, como se ha visto en algunos países desarrollados (Harrison, Jaumandreu y Mairesse 2014). Algunas estrategias podrían incluir la mitigación del riesgo de desempleo, protegiendo a aquellos afectados por los cambios mediante políticas de capacitación que permitan desarrollar nuevas habilidades, más adecuadas al nuevo entorno.

## 8. Referencias bibliográficas

- Aguerrevere, G., N. Amaral, C. Bentata y G. Rucci. 2020. *Desarrollo de habilidades para el mercado laboral en el contexto de la Covid-19*. Washington, D.C.: BID.
- Álvarez, R. y G. Crespi. 2015. Heterogeneous effects of financial constraints on innovation: Evidence from Chile. *Science and Public Policy*, Vol. 42: 711-724.
- Angelelli, P., G. Crespi, D. Aboal, A. López, M. Vairo y F. Pareschi. 2014. *Innovación en Uruguay: Diagnóstico y propuestas de política*. Montevideo: Fundación ASTUR.
- Angelelli, P., F. Luna y F. Vargas. 2016. Características, determinantes e impacto de la innovación en las empresas paraguayas. Washington, D.C.: BID.
- Asamblea Nacional Constituyente. 2007. *Plan Nacional de Desarrollo*. La Paz: Ministerio de Planificación y Desarrollo.
- Banco Mundial. 2020. La economía en tiempos del Covid-19. Washington, D.C.: BID.
- Benavente, J. M. y R. Lauterbach. 2008. «Technological Innovation and Employment: Complements or Substitutes?» *The European Journal of Development Research* 20(2) 318–29.
- Beverinotti, J., G. Canavire y N. Chacón. 2020. *Cómo acelerar el crecimiento económico y fortalecer la clase media en Bolivia*. Washington DC: BID.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2016. Innovación y productividad en las empresas en América Latina y el Caribe: el motor del desarrollo económico. Washington, D.C.: BID.
- Bresnahan, T. y J. Levin. 2012. Vertical Integration and Market Structure. Documento de trabajo de NBER No. 17889. Washington, D.C.: BID.
- Brynjolfsson, E. y A. McAfee. 2011. Race against the Machine: How the Digital revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy. *Digital Frontier Press*.
- Caroli, E. y J. Van Reenen. 2001. Skill-Biased Organizational Change? Evidence from a Panel of British and French Establishments. *Quarterly Journal of Economics* 116(4): 1449-92.
- Casaburi, G., G. Crespi, I. De León, J. Fernández, L. Figal, L. Grazzi, C. Guaipatín, J. Katz, J. Llisterri, A. Maffioli, J. Navarro, J. Olivari, C. Pietrobelli, C. Suaznabar y F. Vargas. 2016. La política de innovación en América Latina y el Caribe: Nuevos caminos. Washington, D.C.: BID.
- Cerari, X. y Maloney W. 2017. The Innovation Paradox. Developing Country Capabilities and the Unrealized Promise of Technological Catch Up. *World Bank Group*.
- Crepon, B., E. Duguet y J. Mairesse. 1998. Research, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level. *Economics of Innovation and New Technology*.
- Crespi, G. y E. Tacsir. 2013. Effects of innovation on employment in Latin America. *UNU-MERIT*.

- Crespi, G., E. Tacsir y F. Vargas. 2015. Innovation dynamics and productivity: Evidence for Latin America. *UNU-MERIT*.
- Crespi, G. y P. Zúñiga. 2012. Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries. *World Development* 40: 273-290.
- Elejalde, R., D. Giuliadori y R. Stucchi. 2015. Employment and Innovation: Firm-Level, Evidence from Argentina. *Emerging Markets Finance and Trade*.
- Evangelista, R. y A. Vezzani. 2012. The impact of technological and organizational innovations on employment in European firms. *Industrial and Corporate Change* Vol. 2(4): 871-899.
- Foronda, C., J. Beverinotti y C. Suaznábar. 2018. Análisis de las características de la innovación en empresas y su efecto en la productividad en Bolivia. Nota técnica IDB-TN- 1605. Washington, D.C.: BID.
- Griliches, Z. y J. Mairesse. 1995. Production functions: The Search for identification. Documento de trabajo No. 5067. Cambridge, MA: NBER.
- Hall, R. y C. Jones. 1999. Why do some countries produce so much more output per worker than others? *The Quarterly Journal of Economics* 114: 83-116.
- Harrison, R., J. Jaumandreu y J. Mairesse. 2014. Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries. *Comparable micro-data from four European countries* 35 (2014): 29-43.
- Harrison, R., J. Jaumandreu, J. Mairesse y B. Peters. 2008. Does Innovation Stimulate Employment? A Firm-Level Analysis Using Comparable Micro-Data from Four European Countries. Documento de trabajo de NBER No. W14216. Cambridge, MA: NBER.
- Meschi, E.; E. Taymaz; and M. Vivarelli. 2011. *Trade, Technology and Skills: Evidence from Turkish Microdata*. *Labour Economics* 18: S60–S70.
- Ministerio de Autonomías. 2013. *Agenda Patriótica 2025*. La Paz: Unidad de Comunicación y Ministerio de Autonomías.
- Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural. 2016. *365 Días de Revolución Productiva*. La Paz: Unidad de Comunicación Social, Dirección General de Planificación.
- Ministerio de Educación. 2013. *Plna Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. La Paz: Viceministerio de Ciencia y Tecnología.
- Monge-González, R., J. Rodríguez, J. Hewitt, J. Orozco y K. Ruiz. 2011. *Innovation and Employment Growth in Costa Rica*. Washington, D.C.: BID.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2009. *Innovation in Firms: A Microeconomic Perspective*. París: OCDE.
- . 2013. Science, Technology, and Industry Scoreboard 2013. París: OCDE.
- . 2014. Science, Technology, and Industry Scoreboard 2014. París: OCDE.
- . 2020. Main Indicators of Science and Technology (MSTI). París: OCDE. Disponible en <http://dev.rieyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=GASTOXpBI>.
- OCDE/Eurostat. 2005. Manual de Oslo. París: OCDE.
- Piva, M., y M. Vivarelli. 2005. Innovation and Employment: Evidence from Italian Microdata. *Journal of Economics* 86(1): 65-83.

- Stock, J.H.; J.H. Wright; and M. Yogo. 2002. *A Survey of Weak Instruments and Weak Identification in Generalized Method of Moments*. *Journal of Business and Economic Statistics* 20, no. 4: 518–529.
- The Conference Board. 2019. *Total Economy Database*. Nueva York: The Conference Board.
- Vivarelli, M. 1995. *The Economics of Technology and Employment: Theory and Empirical Evidence*. Aldershot: Elgar.
- . 2014. Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: a survey of economic literature. *Journal of Economic Issues*, 48 (1): 123–154.

## Anexo

**Cuadro A1**  
**Regresiones exploratorias, estimación por mínimos cuadrados ordinarios**

<b>Variable dependiente: I (Crecimiento del empleo)</b>	<b>[1]</b>	<b>[2]</b>	<b>[3]</b>
Constante	0,149** (0,076)	0,154*** (0,076)	0,150** (0,077)
Únicamente innovadores en proceso (no innovadores en producto)	- 0,048 (0,072)	- 0,048 (0,072)	
Únicamente Innovadores en producto (no innovadores en proceso)	- 0,066 (0,044)		- 0,066 (0,044)
Innovadores en producto y proceso	- 0,017 (0,061)		
Innovadores en producto		- 0,045 (0,041)	
Innovadores en proceso			- 0,027 (0,051)
Crecimiento real de ventas (g-π)	0,292*** (0,049)	0,292*** (0,049)	0,293*** (0,049)
Propiedad extranjera	0,131 (0,130)	0,137 (0,129)	0,135 (0,127)
Situado en Santa Cruz	Sí	Sí	Sí
Var. Dicotómicas - Sector económico	Sí	Sí	Sí
R-cuadrado	0,191	0,190	0,190
Número de firmas	422	422	422

Notas: Errores estándar robustos. Todas las regresiones incluyen como controles adicionales una variable dicotómica que toma el valor de 1 para aquellas empresas con más del 10% de capital extranjero, variables dicotómicas para la ciudad donde se encuentran las oficinas centrales de la empresa y variables dicotómicas de la industria a dos dígitos. Un innovador en producto es una empresa que ha introducido al menos una innovación en producto. Un innovador en proceso es una empresa que ha introducido al menos una innovación en proceso.

\* Nivel de significancia al 10%; \*\* nivel de significancia al 5%; \*\*\* nivel de significancia al 1%.

Fuente: Encuesta de Innovación de Bolivia (2016).