

**Innovación, estrategias, mecanismos de  
transmisión y efectos sobre el empleo:**  
Análisis empírico para el sector industrial colombiano

---

*JEL:*

*J2, J3, J4, J7, L1, L2, L6, O31, O32, O34*

Pasantía investigativa :  
Banco de la República

Fecha de entrega: junio, 2015

Juan Camilo Osorio Pulido

Programa de Economía  
Escuela Colombiana de Ingeniería  
Julio Garavito

# Innovación, estrategias, mecanismos de transmisión y efectos sobre el empleo:

Análisis empírico para el sector industrial colombiano

---

*JEL:*

*J2, J3, J4, J7, L1, L2, L6, O31, O32, O34*

Pasantía investigativa :  
Banco de la República

Fecha de entrega: junio, 2015

Juan Camilo Osorio Pulido

Programa de Economía  
Escuela Colombiana de Ingeniería  
Julio Garavito

Directores de pasantía investigativa:

Ph.D Irma Baquero

MSc Hector Zárate

*Este trabajo está dedicado principalmente a mi familia a quien agradezco por ser mi soporte y mi guía, por su amor y por sus sabios consejos, porque siempre confiaron en mí y en mis habilidades, por ser mi principal fuente de motivación. Siempre serán el motor de mi vida.*

*Agradezco al Banco de la República por brindarme la oportunidad de realizar mi práctica profesional, expandir mis fronteras de conocimiento y permitirme conocer personas que enriquecieron esta investigación y que aportaron significativamente a mi formación profesional y personal. Agradezco especialmente a Hector Zárate por sus valiosos comentarios y consejos.*

*Agradezco a la Escuela Colombiana de ingeniería por brindarme la oportunidad ser parte de los becarios “Julio Garavito”. Agradezco a Irma Baquero quien fue la directora de esta investigación y que con su experiencia y sus valiosos aportes sembró en mí el espíritu investigador y el entusiasmo necesario para realizar el presente trabajo.*

*Finalmente agradezco a mis compañeros y amigos quienes como principales críticos fortalecieron y retroalimentaron esta investigación y mi carácter. Agradezco a María Fernanda Quintanilla por su amor y apoyo incondicional.*

# Índice

<b>Introducción</b>	<b>7</b>
<b>1. Innovación y empleo: análisis teórico</b>	<b>9</b>
1.1. Innovación y habilidades . . . . .	15
1.2. Un enfoque para los países en desarrollo . . . . .	17
1.2.1. Innovación y empleo en los países en desarrollo . . . . .	17
1.2.2. Cambio tecnológico sesgado hacia trabajadores califi- cados en países en desarrollo . . . . .	18
<b>2. Decisión de la firma e innovación: estrategias y mecanismos</b>	<b>18</b>
2.1. Estrategias de innovación y desempeño tecnológico . . . . .	19
<b>3. El modelo empírico</b>	<b>21</b>
3.1. Estrategias de innovación y empleo . . . . .	22
<b>4. Datos</b>	<b>25</b>
<b>5. Resultados</b>	<b>28</b>
5.1. Trabajadores calificados vs. trabajadores no calificados . . . . .	30
5.2. Alta tecnología vs. baja tecnología . . . . .	31
5.3. Mecanismos de impacto . . . . .	33

6. Discusión de resultados	35
7. Conclusiones	42
Referencias	43

## Resumen

Esta investigación busca determinar cuál es el impacto que tienen las estrategias de innovación tecnológica que siguen las firmas sobre el crecimiento del empleo en el sector industrial colombiano. Se hace una distinción entre el crecimiento del empleo calificado y empleo no calificado. También se distingue entre industrias de alta y baja tecnología. Para las estimaciones se emplearon los datos dispuestos por el DANE correspondientes a las encuestas EDIT y EAM. Los principales resultados arrojan que el mayor impacto sobre el empleo se genera cuando la firma decide seguir como estrategia de innovación la estrategia “*hacer&comprar*”, que corresponde a la inversión en I+D doméstico y a la adquisición de tecnología generada externamente de forma conjunta, en comparación con las estrategias “*solo hacer*” y “*solo comprar*”.

## Introducción

La innovación se ha caracterizado ampliamente por ser el principal determinante del crecimiento económico. Es de gran interés para esta investigación esclarecer la forma en que la innovación impacta la generación y el crecimiento del empleo del sector industrial colombiano. La innovación es el resultado de una determinada estrategia que sigue la firma con el fin de incorporar un cambio tecnológico o introducir un nuevo producto al mercado. Las firmas pueden decidir seguir la estrategia “*hacer*” a través de la investigación y el desarrollo (I+D) o innovar mediante la estrategia “*comprar*” adquiriendo tecnología del exterior. Las estrategias de innovación afectan el empleo a través de los resultados producidos por las mismas y pueden ser caracterizados dentro de dos mecanismos principales: la innovación en procesos y la innovación en productos.

Se supone que la innovación en productos tenga un impacto directo y positivo sobre el empleo por su naturaleza creadora de una nueva rama de la actividad económica, mientras que la innovación en procesos tendrá un impacto negativo sobre el empleo. Sin embargo, existen mecanismos de compensación que pueden contrarrestar el efecto negativo que genera el cambio tecnológico sobre el empleo. Una vez sea aclarada tal transmisión del impacto, será necesario hacer la diferenciación entre tipos de trabajo, ya que el cambio tecnológico puede estar sesgado hacia la utilización de personal calificado. En países en vías de desarrollo, en donde las condiciones del mercado laboral contienen en mayor proporción trabajadores con pocos niveles de calificación, el sesgo hacia la utilización de mano de obra calificada puede ser un fuerte limitante de las decisiones de la firma por innovar. La firma no innovará si el mercado no le proporciona la cantidad necesaria de trabajadores calificados que tengan la capacidad de manejar la adquisición de nueva tecnología.

La investigación se plantea como hipótesis que el empleo industrial se in-

crementa cuando las firmas deciden invertir en I+D doméstico; cuando las firmas deciden adquirir su tecnología del exterior el crecimiento del empleo se afecta negativamente. Sin embargo, cuando la firma implementa ambas estrategias, el impacto positivo de la I+D doméstico es mayor que el efecto negativo sobre el empleo generado por la adquisición de tecnología externa.

Siguiendo a Crespi y Zuniga (2012), es importante realizar este estudio debido a que el análisis de las estrategias de innovación y su impacto para el empleo aún no se encuentra completamente desarrollado. Como contribución a la literatura será la primera vez que un tipo de análisis como éste sea aplicado para Colombia, además se hará una distinción entre baja y alta tecnología que ayudará a identificar divergencias en la forma en que la innovación se organiza en estos dos tipos de industria, y cómo esto se traduce en impactos sobre el empleo y su composición (habilidades del trabajador). Igualmente y como análisis complementario se compararán los resultados obtenidos con los resultados de Argentina, Chile, Costa Rica y Uruguay. Comprender el impacto que tienen estas estrategias sobre el empleo resulta sumamente útil para el diseño y ejecución de políticas enfocadas a mejorar las condiciones laborales y aumentar el empleo del sector industrial colombiano.

La investigación tiene como objetivo analizar el impacto de las estrategias de innovación sobre el crecimiento del empleo, usando los datos de la Encuesta de Desarrollo e Innovación tecnológica (EDIT) y de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) dispuestos por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) entre los años 2011 y 2012.

El trabajo se desarrolla de la siguiente forma: la primera sección presenta el análisis teórico de la innovación y de su subsecuente impacto sobre el empleo. En segundo lugar, se expone como las firmas toman las decisiones acerca de la innovación. En tercer lugar, se presenta el modelo empírico. En cuarto lugar, se presentarán los resultados de las estimaciones, se discutirán y compararán con los resultados de otros países de la región y finalmente se presentarán las



respectivas conclusiones.

## 1. Innovación y empleo: análisis teórico

Muchas definiciones han sido usadas para delimitar las características y ventajas del cambio tecnológico, incluyendo entre ellas el crecimiento de la productividad, las inversiones en investigación y desarrollo (I+D) y patentes, o la adopción de nuevas tecnologías, tales como aquellas que responden a las tecnologías de la información y la comunicación. Es posible establecer que el cambio tecnológico permite producir la misma cantidad de bienes con una cantidad menor de factores de producción (Vivarelli, 2012); por tal motivo se ha reconocido la innovación como el principal determinante del crecimiento económico (Cohen y Levinthal, 1989; Harrison *et al.*, 2008). Si son analizados los efectos directos que produce la innovación, la disminución del empleo es inherente a la inclusión de la innovación como determinante de la función de producción. Las figuras 1, 2 y 3 muestran en términos absolutos que el empleo siempre decrece como resultado directo del cambio tecnológico, asumiendo algunas distinciones entre los tipos de cambio tecnológico (cambio tecnológico neutral, ahorrador de trabajo y ahorrador de capital).

Figura 1: Cambio tecnológico neutral

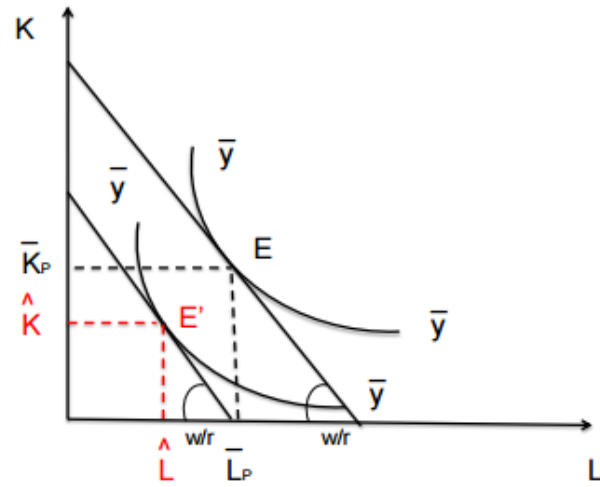


Figura 2: Cambio tecnológico ahorrador de trabajo

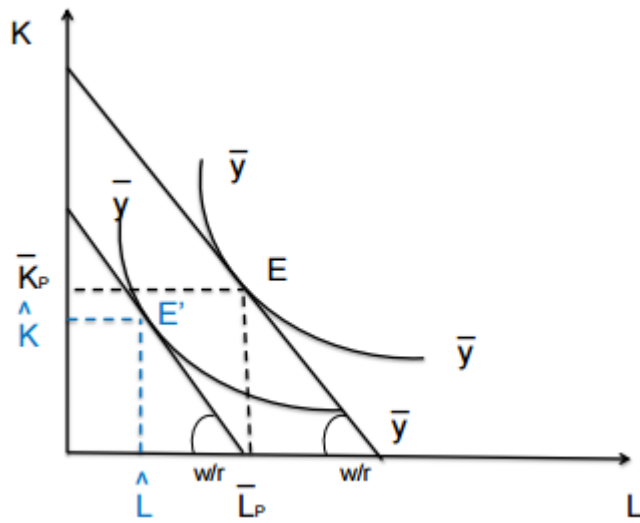
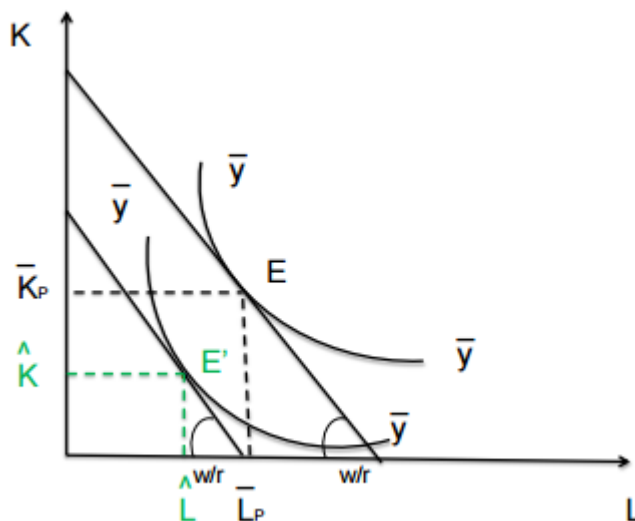


Figura 3: Cambio tecnológico ahorrador de capital



Fuente: Vivarelli (2012)

Siguiendo la extensiva revisión de literatura hecha por Vivarelli (2012) sobre el impacto que tiene la innovación sobre el empleo, en las figuras anteriores se representa el efecto directo del cambio tecnológico y principalmente de la innovación en procesos. Empezando sobre el equilibrio  $E$  donde una cantidad dada de producto  $\bar{y}$  es producida como el resultado de la combinación óptima de los factores (capital y trabajo). El cambio tecnológico permite desplazar la isocuanta hacia el origen. Bajo los mismos niveles de salarios ( $w$ ) y de tasa de interés ( $r$ ), el nuevo equilibrio se desplaza hacia  $E'$ , requiriendo menores cantidades de capital  $\hat{K}$  y trabajo  $\hat{L}$ . Como se puede apreciar  $\hat{L}$  siempre es menor que  $\bar{L}_P$  que es la cantidad óptima de empleo antes de implementar el cambio tecnológico. El mismo resultado es obtenido independiente del tipo de cambio tecnológico.

Marx presentó lo que más adelante sería conocido como la “teoría de la

compensación” (Marx, 1961). Esta teoría está compuesta de seis diferentes mecanismos de compensación que son desencadenados por el cambio tecnológico, los cuales pueden contraponerse al impacto inicial del ahorro de trabajo resultado de la innovación en procesos (Vivarelli, 2012).

- Mecanismo de compensación vía **empleo adicional** en el sector de bienes de capital. La innovación en procesos que desplaza a los trabajadores en las industrias que las usan, crea nuevo empleo en el sector de capital en donde las máquinas están siendo producidas.
- Mecanismo de compensación vía **disminución de precios**. La innovación por sí misma permite una disminución en los costos unitarios de producción, en un mercado competitivo este efecto se ve reflejado en una disminución de precios, estimulando la demanda por productos logrando que aumente la producción y con ella el empleo.
- Mecanismo de compensación vía **nuevas inversiones**. En un mundo donde la convergencia competitiva no es instantánea, durante la brecha entre la disminución de los costos (debido al progreso técnico) y la consecuente caída en los precios, los empresarios innovadores pueden acumular beneficios extra. Estos beneficios son invertidos, lo cual permite aumentar la producción y por lo tanto generar nuevos empleos.
- Mecanismo de compensación vía **disminución de salarios**. Dentro de un marco neoclásico, con libre competencia y libre sustitución entre capital y trabajo, una disminución en los salarios, induce a un incremento en la demanda por trabajo.
- Mecanismo de compensación vía **incremento del ingreso**. Hay que tener en cuenta que la proporción del ahorro en costos debido al cambio tecnológico se puede ver traducida en mayores ingresos y por lo tanto mayor consumo. Este incremento en la demanda genera un incremento en el empleo.

- Mecanismo de compensación vía **nuevos productos**. El cambio tecnológico no solo equivale a la innovación en procesos, también tiene en cuenta la creación y comercialización de nuevos productos, lo cual se traduce en nuevas ramas de desarrollo económico y creación de nuevos empleos.

Varios estudios están de acuerdo con que la innovación en productos tiene un impacto positivo sobre el empleo ya que genera el desarrollo tanto de nuevos bienes o una significativa diferenciación de un producto. sin embargo, el “efecto bienestar” (nuevas ramas de la producción) tiene que estar comparado con el “efecto sustitución”<sup>1</sup> (desplazamiento de productos viejos).

Las principales críticas de la teoría de la compensación pueden ser singularizadas según Vivarelli (2012) como:

- El mecanismo de compensación vía **empleo adicional en el sector de bienes de capital** puede estar parcializado o no ser efectivo, en gran parte porque la nueva maquinaria puede ser implementada tanto como inversiones adicionales o por la simple sustitución de maquinaria obsoleta, en este último caso, que de hecho es el más frecuente, no hay compensación. En países en desarrollo se dificulta aún más la efectividad de este mecanismo de compensación sobre el empleo, ya que las economías cuentan con un incipiente sector industrial de bienes de capital y la mayoría de la tecnología implementada en el proceso de producción proviene del exterior.
- Como inicialmente lo notó Malthus (1964), el primer efecto de la innovación en procesos es un decrecimiento en la demanda agregada, debido a la disminución de la demanda previamente asociada con la disminución de trabajadores. Por lo tanto, el mecanismo de compensación vía

---

<sup>1</sup>Teoría de la destrucción creativa: ver Aghion y Howitt (1992)

**disminución de los precios** se enfrenta con la disminución de la demanda y termina teniendo una ponderación más elevada la disminución agregada del poder adquisitivo de la sociedad. Como lo expuso Mill (1976) el incremento de la demanda por productos relativamente más baratos se contrarrestará con la disminución de la demanda proveniente de aquellos individuos que fueron sustituidos por maquinaria. Adicionalmente, este mecanismo recae sobre la ley de Say y no se tiene en cuenta las restricciones de demanda. Finalmente, la efectividad del mecanismo depende de la hipótesis de mercados en competencia perfecta.

- El mecanismo de compensación vía **nuevas inversiones**, igualmente, descansa sobre la ley de Say, suponiendo que la acumulación de beneficios debido al cambio tecnológico es completa y trasladada hacia nuevas inversiones. Nuevamente, el tratamiento que Keynes y Marx le dan a la ley de Say puede ser usado en contra de la completa efectividad de este mecanismo de compensación. En otras palabras, el análisis teórico debe tener en cuenta el “instinto animal” y las expectativas económicas de los empresarios, los cuales pueden retrasar el traslado de los beneficios adicionales dentro de la “demanda efectiva”. Sin embargo, la naturaleza intrínseca de las nuevas inversiones no importa, si son intensivas en capital, la compensación solo será parcial.
- El mecanismo vía **disminución de los salarios** colisiona con la teoría keynesiana de la demanda efectiva. Por una parte, una disminución de los salarios puede inducir a las firmas a contratar trabajadores adicionales, pero por otra parte, la demanda agregada decreciente disminuye las expectativas de los empresarios generando una tendencia a contratar menos empleados.
- La importancia del mecanismo de compensación vía **incremento del ingreso** se ve debilitado por el contexto institucional; obligado a en-

frentarse a dotaciones iniciales de factores diferentes (problemas de distribución) y a las condiciones del mercado del sector en el que se espera que el empleo sea compensado.

- Los **nuevos productos** siguen siendo la forma más poderosa contrarrestar el ahorro de trabajo resultado de la innovación en procesos. Aunque la innovación en procesos y en productos a menudo van de la mano. La innovación en procesos puede ser un complemento necesario de la innovación en productos.

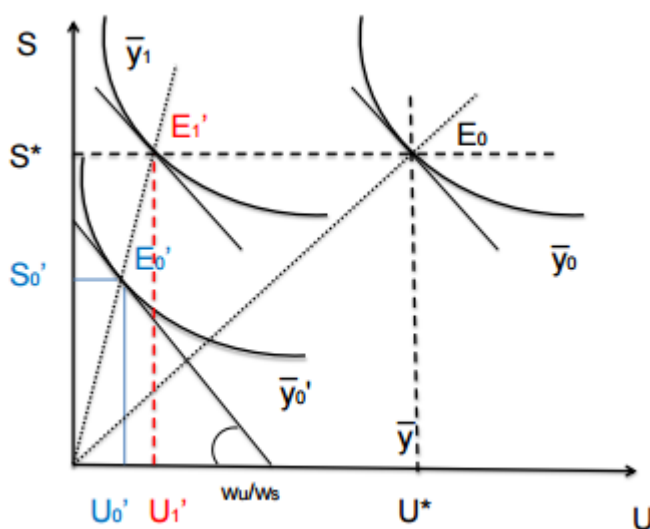
La relación teórica entre la innovación y el empleo arroja resultados muy diversos, al tener que enfrentarse a igual número de contextos institucionales y circunstancias históricas que pueden debilitar la efectividad de los mecanismos de compensación. De acuerdo con Vivarelli (2012), se puede representar la relación entre la innovación y el empleo mediante una pintura muy compleja en donde los mecanismos de compensación pueden verse severamente debilitados por inconvenientes y obstáculos, dando paso a un gran número de resultados representados mediante la innovación en procesos y en productos. Así que la teoría económica no puede producir una respuesta clara sobre el efecto que tiene la innovación sobre el empleo. Por lo tanto, se debería prestar atención al análisis empírico microeconómico, el cual permite considerar las diferentes formas de cambio tecnológico, sus efectos directos sobre el trabajo, la variedad de mecanismos de compensación y sus posibles obstáculos.

## 1.1. Innovación y habilidades

Mas allá de los efectos cuantitativos de las nuevas tecnologías sobre el número de empleados, es interesante investigar los efectos cualitativos del cambio tecnológico sobre las diferentes categorías de trabajadores: La intuición mas básica, es que la innovación está sesgada hacia la contratación de trabajadores

calificados, por lo tanto genera un reemplazamiento de tareas que tradicionalmente eran desempeñadas por los trabajadores poco calificados. De hecho, la literatura se enfoca en la complementariedad entre el cambio tecnológico y el trabajo calificado y ha puesto a prueba la hipótesis del “cambio tecnológico sesgado hacia trabajadores calificados”, inicialmente propuesta por Griliches (1969) y Welch (1970), esta hipótesis soporta la visión de que las nuevas tecnologías para que sean implementadas efectiva y eficientemente requieren de adecuado personal calificado. Como consecuencia directa, un número insuficiente de trabajadores calificados puede ser considerado como una restricción, que limita la adopción y la difusión de nuevas tecnologías y además la búsqueda del pleno empleo. Ésto se conoce como la “restricción del recurso humano”<sup>2</sup> (Amendola y Gaffard, 1988). La figura 5 ilustra el razonamiento.

Figura 4: Cambio tecnológico, trabajadores calificados y no calificados



Fuente: Vivarelli (2011)

En la figura 5, el cambio tecnológico está relacionando la demanda por traba-

<sup>2</sup>En este trabajo se obviará la existencia del subempleo por competencias.



trabajadores calificados ( $S$ ) y trabajadores no calificados ( $U$ ) y los precios relativos son el salario de los trabajadores calificados y no calificados respectivamente. La ocurrencia de un cambio tecnológico sesgado hacia trabajadores calificados (CTSTC) se puede relacionar con el ahorro de trabajo por innovación en procesos, de tal manera que se genere un movimiento del equilibrio inicial  $E_0$  hacia  $E'_0$ . Por lo tanto, si un proceso de innovación con CTSTC ocurre, la economía se ajusta al nuevo equilibrio  $E'_0$ , entonces, incluso si los mecanismos de compensación muestran ser completamente eficaces en contrarrestar la pérdida inicial de trabajo, en el corto plazo, la economía solo puede recuperar un nuevo equilibrio en  $E'_1$ . A lo mejor la compensación del mercado puede asegurar el pleno empleo para los trabajadores calificados, mientras que los trabajadores poco calificados sufrirán una caída dramática en el nivel de empleo de  $U^*$  hasta  $U'_1$ .

## 1.2. Un enfoque para los países en desarrollo

### 1.2.1. Innovación y empleo en los países en desarrollo

El análisis teórico hecho anteriormente puede diferir sustancialmente cuando se evalúa el impacto de la innovación sobre el empleo en países en vía de desarrollo, ya que el contexto económico varía totalmente. Algunos limitantes que pueden impedir la eficiencia y eficacia de los mecanismos de transmisión son: En primer lugar, en los países en desarrollo, la forma dominante de cambio tecnológico es la adopción de tecnologías extranjeras. En segundo lugar, los mecanismos de compensación vía precios (precios y salarios), pueden ser obstaculizados por un bajo grado de competencia de los mercados de bienes locales y del mercado de trabajo. En tercer lugar, el mecanismo de compensación vía ingresos (inversiones e ingresos), puede ser obstruido por una tendencia a invertir en el extranjero y a gastar el ingreso adicional en bienes de lujo importados desde los países ricos. Finalmente, el último efecto

en términos de crecimiento y de empleo está relacionado con la “capacidad de absorción”. En otras palabras, sólo aquellos países en desarrollo que disfrutan de un nivel de I+D doméstico suficiente y de capacidades de innovar, serán capaces de aprovechar completamente las potencialidades de las nuevas tecnologías (Vivarelli, 2012).

### **1.2.2. Cambio tecnológico sesgado hacia trabajadores calificados en países en desarrollo**

En los países desarrollados tanto la liberalización del comercio (vía teorema de Heckscher-Ohlin y en su corolario de Stolper-Samuelson (HOSS)) como el cambio tecnológico podrían ser responsables de un patrón observado de incremento relativo de la demanda por trabajadores calificados. En contraste, en los países en desarrollo los dos procesos suponen tener efectos opuestos [para un análisis extensivo, revisar Lee y Vivarelli (2006)]. Por una parte, las nuevas tecnologías desplazan la demanda de trabajo en favor de los trabajadores más calificados; por otra parte el modelo de HOSS predice que el comercio entre países ricos intensivos en mano de obra calificada y los países en desarrollo intensivos en mano de obra no calificada, haría que éstos se especialicen en la producción de bienes intensivos en su factor abundante (trabajadores poco calificados) y por lo tanto experimenten un incremento relativo en la demanda por trabajadores no calificados.

## **2. Decisión de la firma e innovación: estrategias y mecanismos**

El efecto que genere la innovación sobre el empleo dependerá de la estrategia que siga la firma para innovar. Según esta decisión, los mecanismos de compensación del empleo podrán ver afectada su efectividad. Una firma puede

decidir innovar o no. Solo innovará si considera que el resultado de tal actividad logrará aumentar los beneficios resultantes de la producción. Una vez hecha la elección, la firma tendrá que decidir las fuentes de desarrollo que empleará; puede escoger entre “*hacer*” invirtiendo en investigación y desarrollo (I+D) o “*comprar*” destinando recursos a la compra de tecnología en el mercado a través de la contratación de I+D, licencias de tecnología, contratando servicios técnicos y de ingeniería y adquiriendo maquinaria y/o equipo. La decisión final puede ser una combinación de las dos estrategias. Según la caracterización hecha por Veugelers (1997), el proceso de innovación consiste en una compleja secuencia de decisiones. El autor estructuró la decisión de innovación de la firma en dos pasos: primero, la firma decide si innovar o no, luego, toma la decisión sobre cual estrategia de innovación desarrollar y como adquirir la tecnología necesaria para cumplir con las metas de innovación.

## **2.1. Estrategias de innovación y desempeño tecnológico**

Como se comentó y como lo menciona Crespi y Zuniga (2012) la innovación puede ser producida incorporando tecnología de diferentes formas: puede ser adquirida de una fuente externa “*solo comprar*”, producida domésticamente “*solo hacer*” o una combinación de las dos “*hacer&comprar*”. Algunos estudios sugieren una relación muy cercana entre la I+D doméstica (“*hacer*”) y la innovación en producto, mientras que la compra de tecnología tiende a estar más relacionada con la innovación en procesos (Lee, 1996; Katrak, 1994).

Estudios revelan que el principal determinante de la innovación tecnológica es la investigación y el desarrollo (I+D) (Cohen y Levinthal, 1989). Además, la I+D generada domésticamente eleva la capacidad de absorción de las firmas permitiéndole una mejor identificación, asimilación y explotación de las

tecnologías externas, mejorando de este modo el conocimiento de la firma acerca del mercado de la tecnología (Van Reenen, 1997). De igual forma permite que las firmas adquieran competencias técnicas y puedan expandir su conjunto de conocimientos.

La combinación de las estrategias puede tener efectos complementarios sobre la innovación. De acuerdo con la teoría de la súper modularidad (Cassiman y Veugelers, 2006) un par de actividades económicas son complementarias si siempre que sea posible implementar la actividad por separado, la suma de los beneficios de hacer solo una o la otra no es mayor que el beneficio de hacerlas juntas. Es decir, el rendimiento marginal de implementar una actividad es mayor si la otra ya ha sido implementada. De existir tal complementariedad, la decisión de escoger la estrategia “*hacer*” puede generar resultados tanto de innovación en productos como en procesos; transmitirse e impactar el empleo mediante todos los mecanismos de compensación, y no solo de aquel que equivale a la generación de productos nuevos. En otras palabras, el seguimiento de la estrategia “*hacer*” tiene el poder de desarrollar habilidades que permitan a la firma mejorar sus procesos y otorga la posibilidad de generar nuevos productos. De esta manera, se inducirá el nacimiento de nuevas ramas de la actividad económica, con lo cual nuevos empleos serán creados.

Numerosos estudios han encontrado bases empíricas para la hipótesis de que existen complementariedades entre las estrategias “*hacer*” y “*comprar*” (Milgrom y Roberts, 1990; Vives, 1990; Cassiman y Veugelers, 2006). En general, los efectos se evidencian con mayor fuerza en las empresas más grandes y predomina básicamente en las industrias de alta tecnología (Veugelers, 1997; Crespi y Zuniga, 2012). Algunas investigaciones hacen referencia a la relación entre el tamaño de la firma y la innovación, los resultados son diversos, pero sugieren una tendencia positiva entre estas, que no necesariamente es lineal (Evangelista, 2000). En cualquier caso, la relación depende de las ca-

racterísticas de la industria.

### 3. El modelo empírico

Los estudios microeconómicos tienen la gran ventaja de que permiten una medición directa y efectiva de las variables de innovación, en ambos términos: inputs y outputs. De hecho, únicamente con datos a nivel de firmas se pueden cuantificar los gastos en I+D, formación de capital, innovación en procesos y en productos y las respectivas estrategias que siguen éstas y relacionarlos directamente con los impactos sobre el empleo. Obviamente es necesario tener en cuenta ciertas limitaciones microeconómicas del trabajo con datos a nivel de firmas. El enfoque microeconómico no toma completamente en cuenta los efectos indirectos de los mecanismos de compensación ya que no está teniendo en cuenta los ciclos económicos ni los choques internos ni externos.

Siguiendo la metodología empleada por Crespi y Zuniga (2012), se definen las firmas como: seguidoras de la estrategia “*hacer*” si encaminan su I+D a lograr una innovación, y seguidoras de la estrategia “*comprar*” si adquieren tecnología a través de licencias, contratación de I+D, licencias tecnológicas y adquisición de “*know-how*”, servicios de consultoría o a través de la adquisición de bienes de capital, hardware, software, que genere innovación. Se distinguirá entre las firmas que sigan la estrategia “*solo hacer*”, “*solo comprar*” y una combinación de las dos “*hacer&comprar*”. Las tres variables categóricas son mutuamente excluyentes<sup>3</sup>.

Se usará el modelo de forma reducida propuesto por Harrison *et al.* (2008) para crecimiento del empleo. Básicamente se modificará su modelo reemplazando los resultados de la innovación (los mecanismos que impactan el

---

<sup>3</sup>La firma puede seguir tres tipos de estrategias diferentes en un periodo determinado de tiempo.

empleo) con las estrategias de innovación. Por lo tanto se evaluará el impacto de aquellas estrategias sobre los resultados de la innovación (procesos y productos). Esto permitirá identificar los mecanismos a través de los cuales las estrategias de innovación afectan el empleo. Si los esfuerzos tecnológicos internos (estrategia “*solo hacer*”) maximizan la innovación en productos, se puede esperar que esta estrategia tenga el impacto positivo más grande sobre el empleo. También se planteó la hipótesis de que la adquisición de tecnología externa (estrategia “*solo comprar*”) tiene un impacto sobre el empleo menor que la estrategia “*hacer*” o que la combinación de ambas estrategias “*hacer&comprar*”. Ya que la compra de tecnología externa está más relacionada con la adquisición de bienes de capital extranjero, se espera que esta esté más relacionada con la innovación en procesos. En último lugar, la combinación de las estrategias compensaría cualquier efecto de desplazamiento del empleo de la estrategia “*comprar*”.

### 3.1. Estrategias de innovación y empleo

El modelo de Harrison *et al.* (2008) fue adaptado para tener en cuenta las estrategias de innovación. De acuerdo con esto, el crecimiento del empleo está determinado por : (i) la proporción en que cambia la eficiencia de la producción de los productos viejos (la cual afecta negativamente), (ii) la tasa de crecimiento de la producción de los productos viejos (efecto positivo), (iii) la expansión en la producción debido a los nuevos productos (efecto positivo), (iv) el cambio en la eficiencia debido a la innovación en procesos con respecto a la producción de productos viejos (efecto negativo)

$$l = \alpha_0 + \alpha_1 d + g_1 + \beta g_2 + \mu \tag{1}$$

donde:

- $l$ : crecimiento del empleo
- $d$ : variable ficticia que indica innovación en proceso
- $g_1$ : crecimiento nominal de las ventas de productos viejos
- $g_2$ : crecimiento nominal de las ventas de nuevos productos (calculada como la proporción entre la venta de productos nuevos y la venta total)
- $\alpha_0$ : crecimiento de la eficiencia promedio en la producción de productos viejos.
- $\alpha_1$ : crecimiento de la eficiencia promedio de la innovación en procesos en la producción de productos viejos.
- $\beta$ : eficiencia relativa entre la producción de productos nuevos y viejos.
- $\mu$ : perturbaciones no observadas; incluyen choques de productividad, cambios en los precios de los productos viejos y cambio en los precios de los productos nuevos con respecto de los viejos.

la variable  $g_1$  tiene un coeficiente igual a 1, como sugieren López y Zárate (2014), asumiré que las firmas presentan rendimientos decrecientes y por lo tanto  $g_1$  puede ser sustraída de  $l$  al lado izquierdo de la ecuación para la estimación, siendo la nueva variable dependiente  $l - g_1$ , lo cual implica que se está estimando el efecto neto sobre el empleo<sup>4</sup>.

Como lo menciona Griliches (1969), la innovación es el resultado del proceso de la función de producción del conocimiento a través de la cual las firmas combinan el conocimiento internamente generado con aquel que proviene del exterior con el fin último de innovar. Entonces y con respecto a esto, los

---

<sup>4</sup>La identificación y la consistencia dependen de la inexistencia de correlación entre las variables que representan la innovación ( $g_2$  y  $d$ ) y el término de error, o de la existencia de instrumentos no correlacionados con el término de error (para más detalles vea Harrison *et al.* (2008)).

resultados de innovación, son los resultados de las diferentes estrategias de innovación implementadas por las firmas. Esto permite la especificación de un modelo en forma reducida donde simplemente se sustituyen los resultados de innovación ( $d$ ,  $g_1$  y  $g_2$ ), por las estrategias de innovación, como sigue:

$$l - (g_1 - \pi) = \alpha_0 + \alpha_h \textit{solo hacer} + \alpha_c \textit{solo comprar} + \alpha_{hc} \textit{hacer\&comprar} + v \quad (2)$$

donde,

- *solo hacer*: indica si la firma sigue únicamente la estrategia hacer
- *solo comprar*: indica si la firma sigue únicamente la estrategia comprar
- *hacer\&comprar*: aquellas firmas que mezclan las dos estrategias.

$\pi$  es el crecimiento de los precios para el periodo en cuestión. Se usarán las siguientes variables de control: ubicación de la firma (variable categórica igual a uno si la firma está localizada en la capital del país) y dummies de industria que controlan los efectos de la actividad industrial correspondiente<sup>5</sup>.

El enfoque de la forma reducida, modelo (2), tan sólo proporciona información sobre los efectos que tienen las diferentes estrategias de innovación sobre el empleo. Para entender los mecanismos de transmisión a través de los cuales esos efectos son canalizados, es necesario observar cómo las diferentes estrategias afectan los resultados de innovación. Se evaluará el impacto de las estrategias de innovación sobre los resultados de innovación mediante las

---

<sup>5</sup>Las firmas fueron clasificadas dentro de 21 dummies, por actividad industrial, según la clasificación CIIU de 4 dígitos.



siguientes relaciones:

$$\begin{aligned} \text{Innovacion de productos} = \theta_0 + \theta_h \text{solo hacer} + \theta_c \text{solo comprar} + \\ \theta_{hc} \text{hacer\&comprar} + \epsilon \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{Innovacion de procesos} = \beta_0 + \beta_h \text{solo hacer} + \beta_c \text{solo comprar} + \\ \beta_{hc} \text{hacer\&comprar} + \epsilon \end{aligned} \quad (4)$$

Siguiendo a Harrison *et al.* (2008), se usarán las ventas provenientes de los productos nuevos como una variable para la *Innovacion de productos* y será estimado mediante mínimos cuadrados ordinarios. La innovación en proceso sera tratada como una variable ficticia que tomará el valor de 1 si la firma innovó en procesos; será estimada con un modelo Probit (los efectos marginales serán reportados)<sup>6</sup>.

## 4. Datos

Se usaron microdatos de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica VI (EDIT-VI), la cual está disponible para los años 2011-2012 y la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) años 2011 y 2012. Las encuestas contienen información detallada de las características de la firma y de su actividad de innovación y de empleo<sup>7</sup>. Igualmente se cuenta con información detallada

---

<sup>6</sup>La información que hizo posible esta estimación es administrada por el DANE y solo se encuentra disponible en las salas de procesamiento de la institución debido a la confidencialidad de su información.

<sup>7</sup>La EDIT permitió determinar la estrategia empleada por las firmas que introdujeron algún tipo de innovación. La EAM cuenta con información correspondiente al número de empleados, composición del empleo por educación y por tipo de contrato laboral.

de ventas que facilita el cálculo de porcentaje de ventas correspondiente a nuevos productos.

El cuadro 1 presenta una tabla de frecuencia que relaciona las estrategias de innovación con respecto a los resultados de innovación. Se clasificaron las firmas de manera mutuamente excluyente de acuerdo con sus resultados de innovación: Aquellas firmas que reportaron alguna innovación en productos, quienes solo innovaron en procesos y aquellas firmas que aunque siguieron alguna estrategia de innovación, no generaron innovación de ningún tipo. Se encontró que el 69 % de las firmas colombianas del sector industrial decidieron seguir e implementar alguna estrategia de innovación, de éstas, el 48 % decidieron implementar como única estrategia “*solo comprar*”, el 16 % siguieron la estrategia “*hacer&comprar*” y solo el 5 % de las firmas innovadoras decidieron “*solo hacer*” como única estrategia de innovación

Cuadro 1

**Estrategias de innovación en las firmas industriales colombianas  
2011-2012 (*porcentajes*)**

<b>Participación de las estrategias de la firma por tipo de firma</b>	<b>solo comprar</b>	<b>solo hacer</b>	<b>hacer y comprar</b>
Todas las firmas	48	5	16
No innovadoras	4	1	1
Solo en procesos	22	1	3
Solo en productos	22	3	12

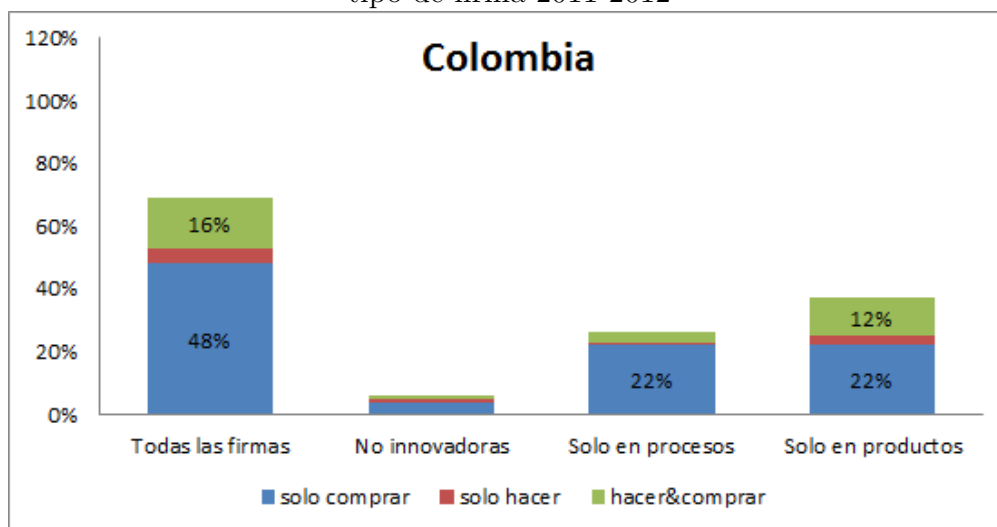
Fuente: Cálculos propios basados en la EDIT

La figura 5 muestra la participación de las firmas involucradas en cada estrategia, en el total de la muestra y por tipo de innovación. La estrategia “*solo comprar*” es la manera más frecuente de adquirir tecnología en Colombia. La figura 6 muestra la importancia de las estrategias de innovación

como la participación del gasto total en innovación. Tres tipos de gasto son considerados: Inversión en I+D (“*hacer*”), maquinaria, equipo y software (“*comprar*”) y otros gastos en innovación<sup>8</sup>. Comparado con las empresas industriales de países desarrollados, la participación del gasto en innovación en las empresas de América Latina está concentrada en maquinaria y en equipo (66 % para el caso colombiano), mientras que para los países desarrollados este rubro representa en promedio 30 %.

Figura 5

Estrategias de innovación: Participación de las estrategias de la firma por tipo de firma 2011-2012

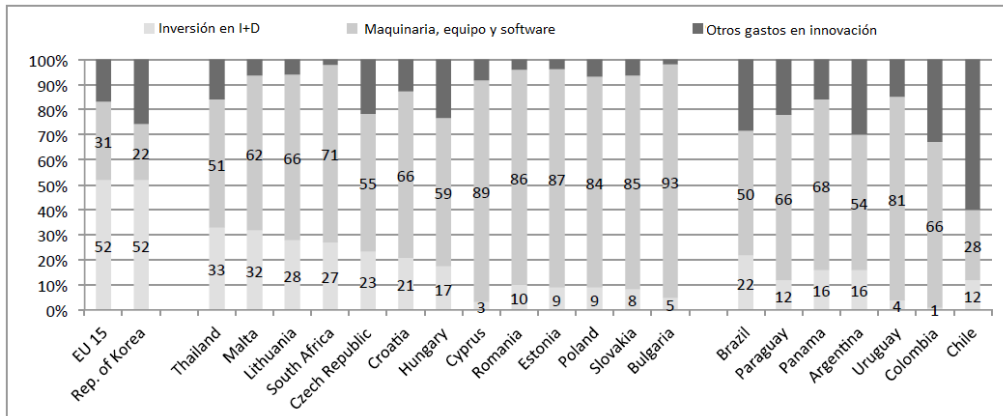


Fuente: cálculos del autor

<sup>8</sup>Se pueden considerar como “*hacer*”, “*comprar*” o ambos.

Figura 6

Distribución de los gastos en innovación en firmas industriales 2011-2012  
(promedio por firma)



Fuente: Crespi y Zuniga, 2012

## 5. Resultados

A continuación, en el cuadro 2 se presentan los resultados correspondientes a la estimación del modelo (1). El resultado de la estimación arroja que los tres parámetros son significativos y diferentes de cero. La estrategia con mayor impacto sobre el crecimiento del empleo es la estrategia “*hacer&comprar*”, seguida por la estrategia “*solo comprar*”, finalmente y con el menor impacto se encuentra la estrategia “*solo hacer*”. Las firmas que están asociadas con la combinación de ambas estrategias generan mas empleo que aquellas que deciden no combinar. Se usaron dummies de industria como variables de control según el código CIIU de clasificación industrial<sup>9</sup>.

<sup>9</sup>Ver cuadro 10 en el anexo

Cuadro 2

**Estrategias de innovación y su impacto sobre el crecimiento del empleo en Colombia (MCO)**

Crecimiento del empleo	
Constante	1.729 (4.13)
Solo hacer	4.906** (2.40)
Solo Comprar	7.517* (1.18)
Hacer&Comprar	12.399* (1.58)
R-squared	0.04
dummies de Ind.	Si
Número de firmas	2353

*nota:* Errores estándar entre paréntesis. \* $p < 0.01$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.1$ . Regresión lineal con conjunto de dummies de industria.

Fuente: cálculos del autor

El test de Sargan confirma que las estrategias de innovación son ortogonales con respecto a los residuos, lo que significa que las estrategias son exógenas a la variable dependiente (crecimiento del empleo). Para fines de la estimación se asumió que no hay endogenidad entre la variable dependiente y las variables explicativas, tal supuesto se basa en los resultados obtenidos por Crespi y Zuniga (2012) para otros países de la región. Sería interesante usar variables instrumentales para probar la falta de correlación entre las variables explicativas y el término de error. Cuando se cuente con datos para un periodo de tiempo más prolongado, podría resultar un ejercicio muy interesante, al implementar técnicas de variables instrumentales y de datos panel.

## 5.1. Trabajadores calificados vs. trabajadores no calificados

El cuadro 3 reporta las estimaciones para los parámetros con dos tipos de crecimiento del empleo: calificado y no calificado. Teóricamente, se espera que “*solo hacer*” y “*hacer&comprar*” estimule la demanda de trabajo por empleados con más altos niveles de calificación, incluyendo investigadores e ingenieros, quienes son necesarios para emprender en las actividades de innovación. Se espera igualmente que este impacto sobre el empleo sea mayor que el generado por la estrategia “*solo comprar*” (Crespi y Zuniga, 2012). Este estudio muestra que, para las firmas del sector industrial colombiano, el crecimiento del empleo está asociado positivamente con la innovación en proceso y consecuentemente con la estrategia “*comprar*” probablemente debido a la disminución de precios que expande la demanda de productos y el empleo. De igual manera se encontró que la innovación en producto, asociada con la estrategia “*hacer*”, es una fuente importante de generación de empleo total, e incluso, cuando éste es subdividido entre trabajo calificado y no calificado. Tales resultados sugieren una alta complementariedad entre los factores de producción en el caso de Colombia.

Los resultados de la estimación muestran que para Colombia las estrategias “*solo comprar*” y “*hacer&comprar*”, tienen un impacto mayor sobre el crecimiento del empleo no calificado.

Cuadro 3

**Estrategias de innovación y composición de las habilidades sobre el crecimiento del empleo (MCO)**

	Crecimiento del empleo	
	Calificado	No calificado
Constante	4.531 (3.98)	0.496 (4.33)
Solo hacer	2.698 (2.32)	5.916 (2.52)
Solo Comprar	5.382* (1.14)	7.776* (1.24)
Hacer&Comprar	10.418* (1.52)	12.265* (1.66)
R-squared	0.03	0.04
dummies de Ind.	Si	Si
Número de firmas	2353	2353

*nota:* Errores estándar entre paréntesis. \*p<0.01, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.1. Regresión lineal con conjunto de dummies de industria.

Fuente: cálculos del autor

## 5.2. Alta tecnología vs. baja tecnología

Para esta estimación se hizo una distinción entre aquellas industrias con alta tecnología y aquellas con baja tecnología. Como plantean Crespi y Zuniga (2012) y López y Zárate (2014) para el caso colombiano, las industrias se clasificaron mediante el cálculo del gasto en innovación sobre el volumen de negocios. Aquellas industrias en la mediana o por debajo de ella, fueron clasificadas como industrias con baja tecnología. Se ha dicho que las industrias con alta tecnología se caracterizan por tener un papel principal en la innovación

en producto y una mayor efectividad de los mecanismos de compensación, incrementando de esta manera la demanda por mano de obra (Harrison *et al.*, 2008; Vivarelli, 2012), mientras que el sector manufacturero tradicional se caracteriza porque en él es más sobresaliente la innovación en procesos. Además, se ha hecho énfasis en que los dos tipos de industria difieren sustancialmente en la forma en que innovan y en la forma en que organizan sus estrategias de innovación. En las industrias con alta tecnología las competencias de innovación interna son más importantes que aquellas que provienen del exterior; contrario a lo que sucede en las industrias con baja tecnología. Igualmente la tasa de crecimiento tecnológica y la necesidad de traer nuevos productos al mercado cambia más rápido en las industrias de alta tecnología (Pavitt, 1984). Pavitt (1984) explicó que la industria tradicional (textiles, agricultura), confían en mayor medida en fuentes de innovación externa. En contraste las industrias científicas (farmacéuticas o de electrónica) confían en la I+D proveniente tanto de sus propias investigaciones como de fuentes de conocimiento externo, y por lo tanto tiene un mayor grado de apropiabilidad de la innovación.

De acuerdo con los resultados del cuadro 4, en el caso colombiano, todas las estrategias tienen un impacto similar sobre el crecimiento del empleo tanto en industrias de alta tecnología como en industrias de baja tecnología.



Cuadro 4

**Estrategias de innovación y su impacto sobre el crecimiento del empleo (MCO): Alta tecnología vs. Baja tecnología**

	Crecimiento del empleo	
	Alta tec.	Baja tec.
Constante	2.323 (4.34)	22.044 (3.03)
Solo hacer	5.6778 (3.99)	4.379 (1.36)
Solo Comprar	7.775* (2.40)	7.468* (1.97)
Hacer&Comprar	12.266* (2.72)	12.505* (17.43)
R-squared	0.0452	0.0371
dummies de Ind.	Si	Si
Número de firmas	645	1708

*nota:* Errores estándar entre paréntesis. \*p<0.01, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.1. Regresión lineal con conjunto de dummies de industria.

Fuente: cálculos del autor

### 5.3. Mecanismos de impacto

Esta sección analiza los mecanismos a través de los cuales las estrategias de innovación afectan los resultados de innovación. Como se explicó anteriormente, las estrategias de innovación pueden desencadenar diferentes tipos de innovación tecnológica y esto puede impactar el empleo de maneras distintas. Recurrentemente se ha encontrado que la estrategia “*hacer*” está fuertemente asociada con la innovación en productos, mientras que la estrategia “*comprar*” está más ligada a la innovación en procesos (Cassiman y Veuge-

lers, 2006). La innovación en productos está relacionada con el crecimiento del empleo, mientras que la innovación en procesos afecta negativamente el empleo (Alvarez, 2011; Monge-González, 2011). Estos hallazgos soportan la idea de que los esfuerzos de innovación interna (exclusivamente “*hacer*” o una combinación) incrementan el empleo más que la mera adquisición de tecnología generada externamente.

El cuadro 5 muestra los resultados de dos estimaciones, una hecha por MCO (innovación en productos, ecuación (2)) y la otra utilizando un modelo Probit (innovación en procesos, ecuación (3)) siguiendo el modelo usado por Harrison *et al.* (2008). Los resultados confirman que las estrategias de innovación afectan los resultados de innovación de maneras diferentes. En Colombia las firmas que decidieron seguir la estrategia “*hacer&comprar*” tuvieron el desempeño más alto en lo que respecta la innovación en productos, mientras que las firmas que decidieron seguir *solo comprar* tuvieron un impacto mayor en lo que respecta a la innovación en procesos.

Cuadro 5

**Estrategias de innovación y resultados de innovación (Probit o MCO): Impacto sobre la innovación en procesos y en productos**

	Resultados de innovación	
	(a)	(b)
Constante	4.880*	-
	(0.72)	(0)
Solo hacer	2.897*	-0.095**
	(0.42)	(0.05)
Solo Comprar	1.825*	0.142*
	(0.21)	(0.02)
Hacer&Comprar	4.5*	-0.059***
	(0.27)	(0.03)
dummies de Ind.	Yes	Yes
R-squared	0.159	0.097
Número de firmas	2351	2351
F-test	17.62*	303.27*

*nota:* Errores estándar entre paréntesis. \* $p < 0.01$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.1$ . *a:* innovación en producto, *b:* innovación en proceso

Fuente: cálculos del autor

## 6. Discusión de resultados

Esta sección presenta un análisis comparativo entre Colombia y otros países de la región, basados en cálculos propios y en los cálculos de Crespi y Zuniga (2012) para Argentina, Chile, Costa Rica y Uruguay. En el cuadro 6 se caracterizan las firmas de los 5 países por sus decisiones de innovación.

Cuadro 6

**Caraterización de las estrategias de innovación en las firmas  
industriales en la región (*porcentajes*)**

<b>Participación de las estrategias de la firma por tipo de firma</b>	<b>solo comprar</b>	<b>solo hacer</b>	<b>hacer y comprar</b>
<b>Argentina</b>			
Todas las firmas	25	5	23
No innovadoras	12	1	1
Solo en procesos	49	2	14
Solo en productos	26	9	40
<b>Costa Rica</b>			
Todas las firmas	10	7	66
No innovadoras	3	1	13
Solo en procesos	2	0	2
Solo en productos	6	6	51
<b>Chile</b>			
Todas las firmas	14	5	15
No innovadoras	4	2	2
Solo en procesos	41	7	24
Solo en productos	27	11	51
<b>Uruguay</b>			
Todas las firmas	28	1	22
No innovadoras	0	0	0
Solo en procesos	82	1	17
Solo en productos	38	3	57
<b>Colombia</b>			
Todas las firmas	48	5	16
No innovadoras	4	1	1
Solo en procesos	22	1	3
Solo en productos	22	3	12

Fuente: Crespi y Zuniga (2012) y cálculos del autor

Se puede ver que la estrategia “*solo hacer*” es la estrategia menos usada dentro de los países de la muestra. Por otra parte, el uso del otro par de estrategias resulta más diverso y varia según el país. En cuanto a los resultados que estas estrategias provocan sobre el empleo, el cuadro 7 compara los impactos sobre el empleo por país según la estrategia que fue usada por las firmas. El comportamiento de las firmas colombianas tiene un comportamiento similar al de las firmas chilenas en donde el mayor impacto sobre el empleo resulta de la combinación ambas estrategias, pero su magnitud es mucho menor que en países como Argentina y Uruguay.

Cuadro 7

**Estrategias de innovación y su impacto sobre el crecimiento del empleo (MCO)**

	Argentina	Chile	Costa Rica	Uruguay	Colombia
Constante	14.899*** (1.27)	3.348*** (1.21)	65.554*** (11.43)	2.134*** (0.65)	1.729 (4.13)
Solo hacer	30.430*** (4.85)	4.961 (3.35)	28.379* (16.5)	30.075*** (3.81)	4.906** (2.40)
Solo Comprar	14.589*** (2.51)	6.105*** (2.34)	-7.597 (17.72)	9.914*** (1.19)	7.517* (1.18)
Hacer&Comprar	23.972*** (2.57)	7.713*** (1.97)	1.78 (11.21)	22.814*** (1.3)	12.399* (1.58)
R-squared	0.128	0.07	0.15	0.15	0.04
Sargan test	2.91	0.29	NA	7.78**	NA
dummies de Ind.	Si	Si	Si	Si	Si
Número de firmas	1209	1178	208	2532	2353

*nota:* Errores estándar entre paréntesis. \* $p < 0.01$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.1$ . Regresión lineal con conjunto de dummies de industria.

Fuente: columnas 1-4 por Crespi y Zuniga (2012) y cálculos del autor

El cuadro 8 descompone el impacto en el empleo para personal calificado y personal no calificado. Para Uruguay la estrategia “*solo hacer*” tiene mayor

impacto sobre el empleo calificado que sobre el no calificado; lo cual es completamente opuesto a lo que sucede en Argentina. En Chile “*solo hacer*” y “*hacer&comprar*” tienen efectos similares sobre el trabajo calificado pero en menor medida que para Argentina o Uruguay. Para Costa Rica la estrategia “*solo hacer*” impacta de manera similar para ambos tipos de empleo que es de hecho la única estrategia cuyos parámetros son estadísticamente significativa. Los resultados difieren entre países dificultando la posibilidad de generalizar. Resulta complicado definir un patrón específico con respecto al impacto de las estrategias de innovación y la calidad del empleo. Las condiciones locales, tales como los factores institucionales y la educación, influyen de manera diferente el comportamiento del empleo. En Colombia las altas tasas de desempleo, la alta proporción de informalidad laboral y diversos fallos de mercado dificultan la interpretación de los resultados. En resumen, los resultados de la discriminación del trabajo son diversos y dependen de las condiciones institucionales de cada país. Las firmas colombianas que decidieron seguir la estrategia mixta generaron un impacto positivo mayor sobre aquella proporción del mercado laboral que no cuenta con calificación. Esta situación quizás pueda verse atribuido a la decisión de la firma por producir siendo intensivo en el factor con mayor abundancia en el mercado.

Finalmente, el cuadro 9 diferencia el impacto sobre el empleo según el tipo de industria (alta o baja tecnología). Para las firmas argentinas y uruguayas existe una diferencia clara en la forma en que las estrategias de innovación impactan el empleo para los dos tipos de industrias, mientras que “*solo hacer*” tiene el mayor impacto entre las tres estrategias de las industrias con alta tecnología, el impacto de esta estrategia es muy parecida al que provoca la estrategia “*hacer&comprar*” en las industrias de baja tecnología. En otras palabras, en las industrias de baja tecnología “*hacer*” o “*hacer&comprar*” afecta en proporciones similares el crecimiento del empleo. En Colombia, al igual que en Chile, el comportamiento es distinto: la estrategia “*hacer*” no tiene un impacto claro sobre el empleo mientras que la estrategia mixta y

la estrategia “*solo comprar*” tienen efectos similares para ambos tipos de industria.

Cuadro 8

**Estrategias de innovación y composición de las habilidades sobre el crecimiento del empleo  
(MCO)**

	Argentina		Chile		Costa Rica		Uruguay		Colombia	
	Calificado	No calificado	Calificado	No calificado	Calificado	No calificado	Calificado	No calificado	Calificado	No calificado
Constante	16.93*** (1.32)	13.40*** (2.62)	2.93* (1.71)	6.508*** (2.1)	67.70*** (11.45)	65.35*** (11.59)	-1.538 (2.43)	0.37 (1.6)	4.531 (3.98)	0.496 (4.33)
Solo hacer	17.89*** (4.77)	29.62*** (5.08)	8.56** (4.82)	6.03 (7.09)	28.89* (16.73)	32.38* (17.3)	45.27*** (12.09)	27.85*** (9.23)	2.698 (2.32)	5.916 (2.52)
Solo Comprar	15.51*** (2.54)	14.86*** (2.53)	3.53 (3.14)	5.77 (4.33)	-8.06 (17.87)	-2.84 (18.41)	12.46*** (2.71)	5.52*** (1.84)	5.382* (1.14)	7.776* (1.24)
Hacer&Comprar	24.30*** (2.66)	23.72*** (2.62)	9.97*** (3.27)	5.25* (3.02)	3.63 (11.35)	6.67 (11.45)	28.94*** (3.01)	23.52*** (2.13)	10.418* (1.52)	12.265* (1.66)
R-squared	0.13	0.13	0.04	0.07	NA	NA	0.12	0.18	0.03	0.04
Sargan test	1.25	0.51	0.58	0.57	NA	NA	4.31	0.031	NA	NA
dummies de Ind.	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Número de firmas	1209	1209	1152	949	208	208	1037	1037	2353	2353

*nota:* Errores estándar entre paréntesis. \* $p < 0.01$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.1$ . Regresión lineal con conjunto de dummies de industria.

Fuente: columnas 1-8 por Crespi y Zuniga (2012) y cálculos del autor



Cuadro 9

**Estrategias de innovación y su impacto sobre el crecimiento del empleo (MCO): Alta tecnología vs. Baja tecnología**

	Argentina		Chile		Uruguay		Colombia	
	Alta tec.	Baja tec.	Alta tec.	Baja tec.	Alta tec.	Baja tec.	Alta tec.	Baja tec.
Constante	15.226*** (1.64)	14.582*** (1.98)	1.683 (2.649)	4.061*** (1.303)	2.459*** (0.87)	2.075*** (0.96)	2.323 (4.34)	22.044 (3.03)
Solo hacer	31.933*** (6.3)	28.316*** (7.56)	1.489 (4.626)	6.752 (4.696)	28.379*** (4.34)	31.993*** (8.01)	5.6778 (3.99)	4.379 (1.36)
Solo Comprar	18.734*** (3.21)	8.138* (3.95)	9.917*** (3.833)	4.89* (2.903)	8.262*** (1.55)	11.775*** (1.86)	7.775* (2.40)	7.468* (1.97)
Hacer&Comprar	19.444*** (3.4)	28.311*** (3.8)	6.86** (3.18)	8.039*** (2.517)	20.126*** (1.51)	28.003*** (2.44)	12.266* (2.72)	12.505* (17.43)
R-squared	0.13	0.14	0.07	0.08	0.14	0.17	0.0452	0.0371
Sargan test	1.348	2.109	2.57	0.24	6.33**	2.01	NA	NA
dummies de Ind.	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Número de firmas	650	559	382	796	1464	1068	645	1708

*nota:* Errores estándar entre paréntesis. \*p<0.01, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.1. Regresión lineal con conjunto de dummies de industria.

Fuente: columnas 1-8 por Crespi y Zuniga (2012) y cálculos del autor

## 7. Conclusiones

Este trabajo evaluó el impacto que tienen las estrategias de innovación sobre el empleo. Para los años 2011-2012 se encontró que el 69 % de las firmas colombianas del sector industrial decidieron seguir e implementar alguna estrategia de innovación, de éstas el 48 % decidieron implementar como única estrategia “*solo comprar*”, el 16 % siguieron la estrategia “*hacer&comprar*” y solo el 5 % de las firmas innovadoras decidieron “*solo hacer*” como única estrategia de innovación. Igualmente se encontró que la estrategia que genera mayor impacto en el crecimiento del empleo es la estrategia “*hacer&comprar*”, seguida por la estrategia “*solo comprar*”. Los tres parámetros son significativos y mayores que cero, lo que implica, que las tres estrategias están positivamente relacionadas con el crecimiento del empleo.

Se encontró que la estrategia “*solo comprar*” es una fuente importante de generación de empleo tanto calificado como no calificado, posiblemente por la disminución de precios que expande la demanda y el empleo. De igual manera se encontró, como se esperaba, que la estrategia “*hacer*” impacta positivamente el empleo, pero su magnitud es mucho mayor cuando se combina con la estrategia “*comprar*”.

se evaluó si existe un impacto de las estrategias diferenciando entre mano de obra calificada y no calificada. Se encontró que la estrategia más importante es “*hacer&comprar*”, Además, se genera más empleo entre aquella población que no cuenta con capacitación.

Adicionalmente, se clasificaron las firmas entre industrias con alta y con baja tecnología. El resultado de la estimación refleja que los resultados sobre el empleo son muy similares entre tipos de industria diferentes, que deciden implementar la misma estrategia. En otras palabras una vez seguida la estrategia “*hacer&comprar*” el impacto sobre el empleo es similar, ya sea que este pertenezca a industrias de baja o de alta tecnología.

Finalmente, para verificar el vehículo a través del cual las estrategias afectan el empleo, se encontró que la estrategia “*hacer*” o una combinación de ésta, presenta una alta relación con la innovación en productos. Por otra parte el mayor impacto sobre la innovación en procesos resulta del seguimiento de “*solo comprar*”.

Los resultados anteriores confirman que las actividades de innovación maximizan el desempeño económico y por lo tanto aumentan el empleo, además reflejan la existencia de fuertes complementaridades entre las estrategias de innovación que afectan positivamente el crecimiento del empleo. A diferencia de lo que se esperaba, para el caso colombiano y según las estimaciones realizadas, se debe rechazar la hipótesis planteada, ya que se encontró que la estrategia “*comprar*” tiene un impacto mayor sobre el empleo que la estrategia “*hacer*” y es más benéfico para el empleo que la firma implemente ambas estrategias de manera simultánea.

Los resultados entre los países de la región tienen algunas variaciones según el tipo de industria (alta o baja tecnología) y el tipo de empleo que está siendo generado (calificado y no calificado). Sin embargo, los resultados resaltan la importancia de las actividades de innovación por su alto nivel de beneficio tanto para la firma (disminución de costos o producción de nuevos bienes) como para el empleo. El diseño de políticas industriales que fomenten entre las firmas la introducción de cambios tecnológicos aumentaría el dinamismo y la competitividad de la economía, impactando positivamente el producto nacional y subsecuentemente el bienestar de la sociedad.

## Referencias

Aghion, P. y Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(2):pp. 323–351.

- Alvarez, Roberto; Benavente, J. M. C. R. C. C. (2011). Employment generation, firm size, and innovation in Chile. Technical Notes IDB-TN-314, Inter-American Development Bank, Washington, DC.
- Amendola, M. y Gaffard, J. (1988). *The Innovative Choice*. Basil Blackwell. Oxford.
- Arora, A. (1995). Licensing Tacit Knowledge: Intellectual Property Rights And The Market For Know-How. *Economics of Innovation and New Technology*, 4:41–60.
- Cassiman, B. y Veugelers, R. (2006). In search of complementarity in innovation strategy: Internal R&D and external knowledge acquisition. *Management Science*, 52(1):68–82.
- Cohen, W. M. y Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: The two faces of R&D. *Economic Journal*, 99(397):569–96.
- Crespi, G. y Zuniga, P. (2012). Innovation strategies and employment in Latin American firms. MERIT Working Papers 022, United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).
- Evangelista, R. . (2000). *The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy*, capítulo Innovation and Employment in Services, pp. 124–148. Routledge. London.
- Griliches, Z. (1969). Capital-skill complementarity. *Review of Economics and Statistics*, 17:151–162.
- Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesse, J., y Peters, B. (2008). Does innovation stimulate employment? a firm-level analysis using comparable micro-data from four European countries. NBER Working Papers 14216, National Bureau of Economic Research, Inc.

- Katrak, H. (1994). Imports of technology, enterprise size and R&D based production in a newly industrializing country: The evidence from Indian enterprises. *World Development*, 22(10):1599 – 1608.
- Lee, E., E. y Vivarelli, M., M. (2006). The social impact of globalization in the developing countries. *International Labour Review*, 145(3):167–184.
- Lee, J. (1996). Technology imports and R&D efforts of Korean manufacturing firms. *Journal of Development Economics*, 50(1):197 – 210.
- López, M. y Zárate, H. (2014). Innovacion y empleo: evidencia a nivel de las firmas para colombia. *Borradores de economia, Banco de la Republica*, 856.
- Malthus, T. (1964). *Principles of Political Economy*. M. Kelley. New York, first edition 1836. edición.
- Marx, K. (1961). *Capital*. Foreign Languages Publishing House. Moscow, first edition 1836 edición.
- Milgrom, P. y Roberts, J. (1990). The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization. *American Economic Review*, 80(3):511–28.
- Mill, J. S. (1976). *Principles of Political Economy*. M. Kelley. New York.
- Monge-González, Ricardo; Rodriguez-Álvarez, J. A. H. J. O. J. R. K. (2011). Innovation and employment growth in costa rica: A firm-level analysis. Technical Notes IDB-TN-318, Inter-American Development Bank, Washington, DC.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6):343 – 373.

- Van Reenen, J. (1997). Employment and Technological Innovation: Evidence from U.K. Manufacturing Firms. *Journal of Labor Economics*, 15(2):255–284.
- Veugelers, R. (1997). Internal R & D expenditures and external technology sourcing. *Research Policy*, 26(3):303–315.
- Veugelers, R. y Cassiman, B. (1999). Make and buy in innovation strategies: evidence from belgian manufacturing firms. *Research Policy*, 28(1):63 – 80.
- Vivarelli, M. (2012). Innovation, Employment and Skills in Advanced and Developing Countries: A Survey of the Literature. IZA Discussion Papers 6291, Institute for the Study of Labor (IZA).
- Vives, X. (1990). Nash equilibrium with strategic complementarities. *Journal of Mathematical Economics*, 19(3):305–321.
- Welch, F. (1970). Education in production. 78:35–59.