



# Innovar para competir:

**determinantes y efectos de la inversión en investigación  
y desarrollo en empresas manufactureras peruanas**

**Henry Espinoza Peña**



Consejo de Investigación  
económica y social



cedep

© Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación (CEDEP)  
Pershing 790, Magdalena del Mar  
Lima, Perú  
Teléfono: (51-1) 463-0099  
Fax: (51-1) 461.6446

© Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES)  
Ántero Aspíllaga 584, El Olivar  
Lima 27, Perú  
Teléfonos: (51-1) 421- 8082, (51-1) 421-7968

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú:2006-10139

ISBN: 9972-9856-7-9



Impreso en el Perú por Visual Press SAC

# CONTENIDO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| I.    | Introducción   | 7  |
| II.   | Teoría de la Innovación Tecnológica en la Empresa                                      | 13 |
| III.  | ¿Cuánto se Innova en el Perú? Análisis Estadístico de la Encuesta Económica Anual 1998 | 27 |
| IV.   | Modelo Empírico Estructural de Relaciones de I&D                                       | 37 |
| V.    | Resultados del Modelo Estructural de Relaciones de I&D                                 | 45 |
| VI.   | Promoción de la Inversión en I&D   | 51 |
| VII.  | Conclusiones y Recomendaciones   | 61 |
| VIII. | Bibliografía   | 65 |
| IX.   | Anexos   | 71 |

# I

## INTRODUCCIÓN

En la década pasada se impuso en América Latina un nuevo modelo de desarrollo económico basado en la desregulación, la reducción del sector público, y la apertura de los mercados. Este panorama generó (en los últimos años) una mayor preocupación por la productividad y la competitividad de las empresas, tanto en círculos académicos como políticos, expresada en una mayor producción de libros y artículos periodísticos al respecto. Estos estudios han tenido distintos abordajes: por un lado los de carácter macroeconómico que evalúan la productividad total de los factores al nivel del país con diferentes enfoques<sup>1</sup>, y por otro los de carácter microeconómico que evalúan la productividad a nivel de las empresas<sup>2</sup>. Disímiles entre si, por las características y metodologías que utilizan, estos estudios coinciden en señalar que la productividad en el Perú es baja y que debería aumentar significativamente si es que se pretende tener un país competitivo<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Por ejemplo Saavedra (2000) y García (2004) hacen un análisis orientado hacia la competitividad y sus efectos en el empleo e ingresos, mientras que Morón, Carranza y Fernández-Baca (2003) e IPE (2001), por citar a algunos, trabajan la productividad en modelos de crecimiento.

<sup>2</sup> Véase: Chacaltana y García (2001) quienes señalan los efectos de la capacitación en la productividad, Saavedra y Torero (2002) quienes se enfocan en los efectos de los sindicatos y Chacaltana (2005) quien estudia los determinantes de la productividad al interior de las empresas.

<sup>3</sup> La productividad laboral, medida como PBI por trabajador, se situó en niveles de 10,000 dólares en promedio en el último decenio; cifra muy inferior a los

En un contexto guiado por la apertura comercial, la inversión en innovación tecnológica, como estrategia para el incremento de la productividad y competitividad de nuestras empresas juega un rol importante. Los países del primer mundo invierten entre 2% y 3% de su PBI en actividades de I&D. Por eso es preocupante que la inversión en I&D como porcentaje del PBI en los últimos cinco años no haya sido superior a 0.11% en nuestro país, lo que nos sitúa a la zaga de Latinoamérica y representa un retroceso en la política de ciencia y tecnología en el país, si es que como tal existe. Sólo para comparar, el promedio de inversión en I&D en América Latina fue del orden de 0.57% en el año 2003<sup>4</sup>.

Bajos niveles de productividad y pobre inversión en innovación tecnológica no es sólo una coincidencia estadística que resulte interesante analizar. Es un reto para la promoción de políticas que mejoren la calidad del crecimiento económico, es decir, políticas que hagan crecer nuestro país por un manejo eficiente de sus factores productivos, a través del uso del conocimiento como factor de producción.

Los países que muestran mejores indicadores de crecimiento y productividad laboral, son aquellos que invierten eficientemente sus recursos en la promoción de la innovación tecnológica en sus empresas. De hecho una primera evidencia estadística en ese sentido resulta de observar el índice de tecnología elaborado por el WEF (2000) y el logaritmo de la productividad laboral aparente para el mismo año<sup>5</sup>. En el gráfico 1 se observa que los países con un mayor índice de tecnología son aquellos que obtienen mayores niveles de productividad, y que los países andinos son los que presentan tanto menores niveles de productividad como de tecnología.

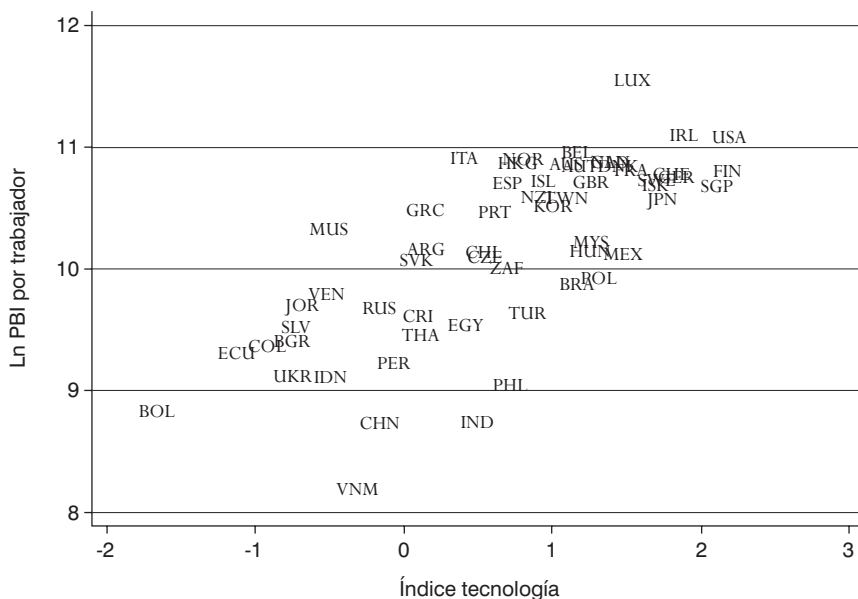
---

niveles alcanzados en los 70's y 80's en donde estuvo alrededor de 15,000 dólares aproximadamente, según datos de Penn World Table 6.1.

<sup>4</sup> Datos de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

<sup>5</sup> El índice de tecnología del WEF (2000) se construye sobre la base de indicadores obtenidos de una encuesta aplicada a una muestra representativa de empresas que incluye: disponibilidad de financiamiento, facilidad para empezar nuevos negocios, gasto en I&D, educación básica y técnica, y calidad de los centros de investigación.

Gráfico 1  
Países Seleccionados (2000). Índice tecnología  
versus Logaritmo PBI por trabajador



Fuente: WEF (2000) y Penn World Table 6.1. Elaboración propia.

La teoría de la firma señala que la innovación tecnológica tiene el efecto de generar y contribuir a una mayor eficiencia en el uso de los factores de producción<sup>6</sup>, y por ende mejora la performance de la empresa<sup>7</sup>. La evidencia empírica acerca de la relación entre productividad e inversión en I&D, es mixta, pues si bien es cierto, casi todos los estudios presentan una elasticidad positiva en sus

<sup>6</sup> McConnel, Brue y Mcpherson (2003).

<sup>7</sup> Es necesario añadir que bajo un esquema de análisis en el cual se considera al stock de conocimiento generado por la inversión en I&D como un factor de producción adicional se aleja claramente del modelo neoclásico, por el carácter endógeno del stock de conocimiento que aumenta con su consumo, a diferencia de cualquier otro factor de producción (Yoguel, 2000).

distintas estimaciones, eventualmente la representatividad estadística no es significativa<sup>8</sup>.

La tecnología, expresada a través del conocimiento como factor de producción, al permitir un uso eficiente de los insumos, desmaterializa la producción, es decir, hace necesario menos unidades de insumos para la producción de una unidad de producto. Así, convierte las ventajas comparativas de los países en vías de desarrollo, vale decir, recursos naturales y mano de obra, en prescindibles<sup>9</sup>. De esta forma los incrementos en el PBI no generan desarrollo si no van acompañados de un aumento en la intensidad tecnológica de la producción, luego ese nivel de crecimiento no incrementa el empleo ni el ingreso per capita.

El cambio tecnológico es la fuente principal del incremento de la productividad en las empresas. Por esta razón al analizar la I&D debe tenerse en cuenta que no es sólo ésta la única fuente de cambio tecnológico, sino que existen otras actividades como la educación, capacitación, estrategias de producción, etc.; que también contribuyen al cambio tecnológico<sup>10</sup>. De hecho, para el caso peruano, Kuramoto y Torero (2004) sostienen que la I&D es sólo una fracción limitada del gasto en innovación, mientras que factores como la inversión en maquinaria, equipo y diseño representan la mayor parte del esfuerzo financiero de las empresas dedicadas a la innovación.

Durante el desarrollo del presente trabajo de investigación se intentará resolver con respecto a la inversión en I&D e innovación tecnológica: aspectos conceptuales en lo que refiere a su definición y efectos en la empresa; ¿de qué depende?; ¿cuál es su relación con la productividad?; y ¿cuáles son los obstáculos, económicos e institucionales, que no permiten invertir en I&D en el país? Para tal

---

<sup>8</sup> En Cameron (1998) se puede encontrar una clasificación interesante de este tipo de trabajos. Los estudios que evalúan esta relación al nivel de industrias son los que presentan baja significación estadística.

<sup>9</sup> De Rivero (1998). En el gráfico A1 de los anexos se muestra gráficamente la relación entre la inversión en I&D y la mano de obra.

<sup>10</sup> Freeman (1995).

fin se ha separado el documento en nueve secciones además de la presente introducción. En la segunda sección se discute el marco teórico relevante para el análisis de la inversión en I&D en la empresa, mientras que en la tercera sección se hace un examen de los principales indicadores de I&D e innovación tecnológica en el país para determinar cuánto se está innovando. En la cuarta sección se presenta la modelación econométrica de las relaciones de innovación que se producen en la firma, en tanto en la quinta sección se encuentran los resultados econométricos del análisis de los datos. En la sexta sección se hace una reseña de políticas de promoción de la inversión en I&D; y finalmente en la séptima, octava y novena sección se encuentran las conclusiones preliminares, la bibliografía y los anexos, respectivamente.



## II

# TEORÍA DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA EMPRESA

De aquí en adelante a lo largo del documento se irán señalando y haciendo referencia a diversos conceptos relacionados con la innovación tecnológica y la I&D, para lo cual se hace necesario establecer las definiciones que van a ser usadas. En el *cuadro 1* se hallan descritos los principales conceptos relacionados a la innovación tecnológica y la I&D que serán usados en este estudio, obviamente bajo un enfoque de la economía de la firma.

La literatura económica sobre inversión en innovación tecnológica e I&D al interior de la empresa y su performance está muy bien desarrollada. Encontramos los primeros avances empíricos a finales de la década de los 70's<sup>11</sup>. En estos estudios era común denominador contar con un enfoque a nivel macro, donde se consideraba al gobierno como el responsable de la inversión en tecnología, educación y capacitación, mientras que el enfoque al nivel de firmas era, generalmente, como agente de acumulación de capital<sup>12</sup>.

Una de las primeras referencias empíricas al tema de desarrollo tecnológico y de productividad provienen de los trabajos del laurea-

---

<sup>11</sup> El estudio de la relación entre productividad e innovación tecnológica al nivel de empresas empieza en los 70's, en Cameron (1998) y en López-Acevedo (2002) podemos encontrar una reseña de la evolución de este tipo de literatura.

<sup>12</sup> Ferrantino (1992).

### Cuadro 1 Conceptos y Definiciones

- Conocimiento: Producto de una investigación técnica o científica. Es un insumo en la función de producción que está constituido por un conjunto de técnicas que permiten realizar un servicio u obtener un bien. (Romer, 1986)
- Ciencia y tecnología: Resultado de la aplicación del capital humano a la solución de problemas concretos a través de la investigación. (Montoya, 2000)
- I&D: Es el trabajo metódico y sistemático que trata de obtener conocimiento científico aplicable. Parte de un conocimiento previo de la naturaleza para mejorarlo o reemplazarlo por otro de mayor validez. (Montoya, 2000).
- Cambio tecnológico: Mejoras en la forma de combinar los insumos en la función de producción. Es un producto de la acción de agentes que responden a incentivos del mercado. (Romer, 1990)
- Productividad: Capacidad de un factor o factores de producción para generar valor económico agregado en una unidad de tiempo de trabajo ya sea a nivel micro o macro. (IADB, 2001)
- Competitividad: Habilidad para producir bienes y servicios eficientemente a estándares internacionales de tecnología y calidad. (IADB, 2001)

do economista Robert Solow en la década de los 50's. En estos documentos Solow plantea que la tasa de equilibrio de crecimiento (a diferencia de los modelos de Harrod y Domar donde ésta depende de la tasa de ahorro), depende enteramente del progreso tecnológico, concluyendo que éste es la verdadera fuente del desarrollo<sup>13</sup>. En esa misma década Wilfred Salter realizó un aporte impor-

---

<sup>13</sup> Solow (1956) y Solow (1957). La contribución del progreso tecnológico al crecimiento es del orden de 87%.

tante caracterizando la innovación tecnológica y sus efectos sobre la productividad, sentando las bases de los supuestos principales de lo que hoy se conoce como crecimiento endógeno.

En los 80's se inicia una especie de revolución en la teoría del crecimiento económico que cubre algunas debilidades del modelo de crecimiento neoclásico<sup>14</sup>. Esta corriente es conocida como Crecimiento Endógeno y tiene como sus principales exponentes a Paul Romer, Robert Barro y Robert Lucas. Romer (1986) plantea que el cambio tecnológico es endógeno, ya que el stock de conocimiento tiene retornos crecientes a escala (de otra forma no se invertiría en tecnología), sosteniendo parte de su afirmación en los conceptos de no rivalidad y no exclusión del stock de conocimiento como un factor más de producción.

Desarrollos más recientes como: Jorgenson y Stiroh (2000) y Stiroh (2002) señalan que son tres los factores que determinan la productividad: la intensidad de uso del capital, la calidad de la mano de obra y el grado de eficiencia con el que se combinan los factores de producción. Así, la tecnología vista como un medio para incrementar la eficiencia y la productividad del uso de los factores de producción es muy importante.

En nuestro país, en la década de los 80's, el debate sobre ciencia y tecnología<sup>15</sup> y su relación con la economía fue muy fructífero en la producción de libros y documentos de trabajos<sup>16</sup>. Lamentablemente, en los 90's esta variable no fue muy estudiada, sólo a finales de la década y a comienzos de este siglo podemos encontrar trabajos de productividad y crecimiento que tratan tangencialmente el tema de innovación tecnológica.

---

<sup>14</sup> El mismo Solow lo reconoce en un addendum a su discurso de premiación del Nobel.

<sup>15</sup> Dentro del cual se circunscribe el análisis de la inversión en I&D.

<sup>16</sup> En Sagasti (1988) se puede encontrar una amplia revisión bibliográfica al respecto.

En la actualidad el tema vuelve a ocupar un lugar importante en el contexto académico y político que podemos apreciarlo en discusiones promovidas a través del correo electrónico por la Red Macroeconómica<sup>17</sup> y diversos artículos publicados en diarios y revistas especializadas: a raíz de la firma de un nuevo convenio comercial con los Estados Unidos (TLC) y la entrada masiva de productos provenientes de China. Aun así, todavía no se han producido estimaciones empíricas de elasticidad de productividad e inversión en I&D al nivel de empresas, ni tampoco de qué depende ésta. En ese sentido lo más cercano que encontramos son las estimaciones realizadas por Kuramoto y Torero (2004) quienes estiman el efecto del gasto en I&D sobre tres medidas de performance de la firma: producción, ventas de exportación y utilidad operativa obteniendo coeficientes positivos y significativos, aunque relativamente bajos (con elasticidades menores al 1%) excepto en el caso de utilidades en donde concluyen que la inversión en I&D tiene un impacto del 15% de aumento en utilidades<sup>18</sup>.

Una de las cuestiones que pretende discutir esta sección es: ¿por qué se innova en la firma? Katz (2001) señala que la innovación es inducida por los avances científicos y los precios de los factores de producción. Éstos empujan a la sociedad a buscar nuevos conocimientos para incrementar la eficiencia productiva y/o producir nuevos bienes. Esta cadena de búsqueda puede resumirse en el gráfico 2, donde se presenta las relaciones y fases de desarrollo tecnológico desde el punto de vista de la empresa.

El esquema presentado en el gráfico 2 pone de manifiesto cómo es que las relaciones de innovación en la empresa atraviesan distintas fases o etapas antes de verse materializadas en un bien final. En principio, se toman los conocimientos que proporcionan las ciencias básicas como la física o química, los cuales son acumulados en

---

<sup>17</sup> <http://groups.yahoo.com/group/MacroPeru/>

<sup>18</sup> Saavedra y Torero (2002) y Chacaltana (2004) también presentan estimaciones de productividad laboral en la que incluyen la I&D como variable explicativa, pero ciertamente, su propósito es otro, el efecto de los sindicatos en el primero y de la capacitación laboral en el segundo.

tanto puedan ser aplicables en la actividad de la empresa<sup>19</sup>. Luego, la investigación aplicada se encarga de condensar ese conocimiento básico, esquematizarlo y profundizarlo de forma tal que tenga alguna aplicación práctica en la firma, generando así nuevos inventos y tecnología aplicada.

Las nuevas invenciones y la tecnología aplicada generan un stock de conocimiento más refinado, el cual es utilizado en los procesos de I&D generando un nuevo conocimiento que es el nuevo insumo en la función de producción y el que mejora la eficiencia de los demás factores de producción, constituyendo una innovación tecnológica expresada a través de una nueva técnica de producción. Finalmente, este nuevo conocimiento es difundido en la empresa y deriva en la producción de un nuevo bien o en la mejora de los procesos productivos de un bien ya existente.

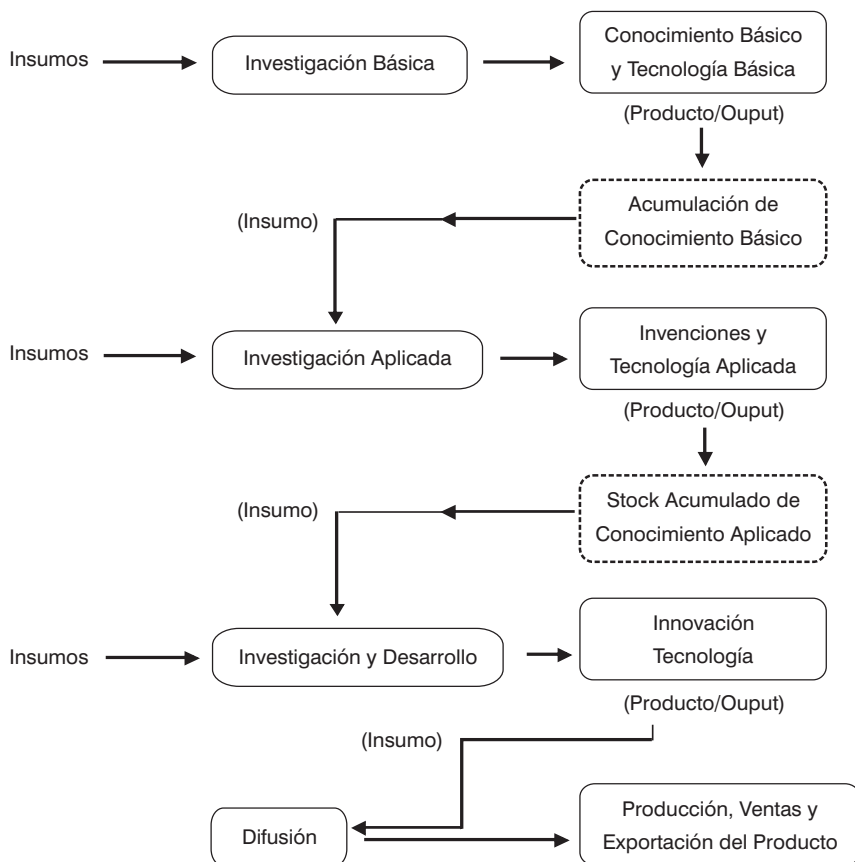
El flujo de nuevo conocimiento conduce a cambios continuos en la función de producción, esto puede tomar distintas formas. Por ejemplo, algunos avances, sobretodo, aquellos originados en las ciencias básicas, afectan la naturaleza de la función de producción desde los procesos básicos de una industria, sufriendo cambios radicales. Otros avances conducen a mejoras en los procesos básicos ya existentes, los cuales se aplican sólo a una técnica en el rango de alternativas.

Según Salter (1966), la dificultad implícita en esta «traducción» del conocimiento es que esa nueva técnica o la adaptación de esa técnica, debe ser comercialmente posible, es decir, que la esperanza de sus retornos sea económicamente positiva, para lo cual deben trabajar en las distintas alternativas de costos inherentes a la nueva técnica de producción. El conjunto de técnicas disponibles para las firmas está limitado por la existencia de las máquinas nece-

---

<sup>19</sup> El conocimiento es un factor de producción acumulable, una vez creado puede ser usado muchas veces. Esta característica implica que tenga retornos crecientes a escala en la función de producción y retornos decrecientes en la producción de nuevo conocimiento (Romer, 1986).

Gráfico 2  
Relación Ciencia e Innovación aplicada en la empresa



Fuente: Adaptado de Sato (1984).

sarias para tales fines y el costo de los insumos requeridos. No es clara la división entre elección económica y restricciones técnicas por eso es difícil formalizarlo en un modelo teórico<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> Según Salter (1966), el profesor Chenery fue el pionero en ese sentido tratando de relacionar el conocimiento asociado a las posibilidades de

Para analizar innovación y cambio tecnológico es necesario un marco teórico que especifique la forma en que estas relaciones interactúan dentro de la firma. Si bien el cambio tecnológico es reconocido como una de las fuentes principales del crecimiento y desarrollo, es todavía tratado como un factor residual que no necesita ser explicado. Aún así, una de las preocupaciones más importante de la teoría económica ha sido la de explicar el origen de la decisión de innovar.

**Cuadro 2**  
Resumen de la Explicación del Cambio Tecnológico según distintas teorías

| Teoría        | Dirección Cambio Tecnológico   | Decisión de Innovar y Tasa de Cambio Tecnológico  | Relación con el Cambio Institucional  |
|---------------|--|---|---|
| Neo Clásica   | Cambios precios relativos factores de producción                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estructura del Mercado</li> <li>➤ Posibilidad de apropiarse retornos innovación</li> </ul>   |   |
| Marxista      | Antagonismo trabajadores y capitalistas por apropiarse del valor de la plusvalía | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Saturación de producto en el mercado</li> <li>➤ Presión mercados de trabajo</li> </ul>   | Relación de dos vías cambio tecnológico afecta cambio institucional y viceversa |
| Schumpeter    | Argumento compensatorio  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Capacidad empresarial para innovar</li> </ul>  | Cambio tecnológico determina cambio institucional                               |
| Evolucionista | Paradigma Tecnológico  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Oportunidades de innovar de cada paradigma</li> <li>➤ Fortaleza vinculo entre tasa de cambio tecnológico y aparición de nuevos paradigmas</li> <li>➤ Apropiabilidad retornos innovaciones</li> <li>➤ Niveles de tecnología sectorial</li> <li>➤ Shocks de demanda</li> <li>➤ Condiciones/Ambiente económico</li> </ul> | Relación Endógena   |

*Fuente:* Elaborado sobre la base de Di Maio (2003).

---

producción, cuyo aporte se resume en separar en tres elementos el proceso productivo: una fuente de energía, medios para transformar la energía, y medios de control.

El cuadro 2 condensa de alguna manera atrevida casi 100 años de evolución del pensamiento económico con respecto a la idea del origen y causas del cambio tecnológico, poniendo énfasis en los determinantes de la decisión de innovar (objeto del presente estudio) y la tasa de cambio tecnológico, así como las causas que dirige el cambio tecnológico y la relación de dependencia entre las fuerzas productivas (tecnología) y el cambio institucional (relaciones de producción).

### **a. La teoría Neoclásica**

La teoría neoclásica tiene como principal herramienta de análisis la función de producción para explicar la relación cuantitativa entre dos insumos (capital y trabajo) y la producción de un bien homogéneo. Así al asumir luego que la función es continua y sus variables explicativas diferenciables, esta tiene un producto marginal decreciente y retornos constantes a escala. Estos supuestos presentan dos importantes consecuencias: la primera es que se produce tanto como se puede, la segunda es que permite mostrar las funciones de producción a manera de isocuantas. Esta forma de presentar la producción de parte de la teoría neoclásica permite a sus exponentes sugerir que el cambio técnico es consecuencia de una decisión racional de los empresarios para maximizar su función de producción, dada una combinación adecuada de los insumos.

En lo que respecta a los factores que dirigen el cambio tecnológico se señala, como el principal, al cambio en los precios relativos de los factores de producción. Así la inversión en innovación está dirigida a economizar el uso del factor de producción que se ha vuelto relativamente más caro. Este punto ha sido objeto de muchas críticas, por ejemplo, Elster (1982) señala que puede ser lógico querer ahorrar en número de trabajadores cuando aumentan los salarios, pero en un ambiente de competencia perfecta, la tasa salarial es un parámetro que la firma no puede cambiar, entonces cambios externos no pueden modificar el comportamiento de una firma bajo competencia perfecta, lo que sí podría ser factible en el caso de que la firma cuente con poder monopsonico.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> Según Stiglitz (1998) el cambio tecnológico y la competencia imperfecta están inevitablemente ligados por cuatro razones: 1) Para proteger las



Otra crítica al cambio del precio de los factores de producción como directrices del cambio tecnológico es propuesta por Salter (1966) quien señala que a los empresarios lo que les interesa es la reducción del costo total de producción, así cuando aumente el precio de un factor de producción lo que les va a interesar son técnicas o métodos que disminuyan el costo total de producción no sólo del uso de éste.

Como es señalado en el cuadro 2 son dos los principales factores que influyen en la decisión de inversión en innovación y en la tasa de cambio tecnológico: la posibilidad de apropiarse de los retornos de la inversión en innovación y la estructura del mercado. De acuerdo a la teoría neoclásica los principales mecanismos que aseguran al creador de la innovación la recuperación de su inversión son: 1) el secreto industrial; 2) la intervención estatal a través de incentivos; 3) el sistema de patentes; 4) la existencia de monopolios.

En un principio, la estructura de los mercados era considerada exógena y una de las causas de la tasa de innovación tecnológica. En la actualidad está ampliamente aceptado que la relación entre la concentración en la industria y la intensidad de la inversión en innovación son establecidas simultáneamente (relación endógena). Así la cantidad de recursos que se destinan a la innovación está simplemente determinada (como cualquier otro factor de producción) por la expectativa de retorno de ellos.

---

innovaciones estas están protegidas por patentes y las patentes están diseñadas para limitar la competencia. 2) Los sectores que más innovan por lo general presentan elevados costos fijos (costos que no varían a medida que aumenta la producción), esto supone costos medios decrecientes, otro elemento que limita la competencia. 3) En los sectores caracterizados por innovar, las ventajas del aumento de la experiencia en una nueva técnica de producción pueden llevar a un rápido descenso de los costos. Y 4) Los riesgos financieros hacen que los bancos sólo financien proyectos de I&D de empresas grandes y no de nuevas empresas o pequeñas. Todas estas razones dificultan la entrada y reducen la competencia en el sentido definido por el modelo de competencia perfecta.

## **b. Teoría Marxista**

Marx sostenía que la innovación tecnológica era uno de los principales motores de la historia, además de la lucha de clases. Así, la explicación marxista de la tasa de innovación tecnológica, consiste en que los capitalistas innovan porque están forzados a hacerlo para poder competir. De esta manera, los principales determinantes de la innovación tecnológica son la saturación del mercado y la presión que ejerce el mercado de trabajo. Asimismo, los marxistas hacen ver que el capitalista está «condenado» a innovar, pues al saturarse el mercado por la competencia y al aumentar los salarios le restan participación en sus beneficios. Según Elster (1982) hay una contradicción en esta posición marxista, puesto que Marx señala que aun cuando el capitalista debe innovar para que no caigan sus beneficios, si innova sus beneficios también caen.

La teoría marxista le asigna una gran importancia a la innovación como la herramienta capitalista para no permitir que los trabajadores se apropien del valor de la plusvalía con sus crecientes salarios, entonces la innovación era vista como una manera de ahorrar en el uso de la fuerza laboral. De esta manera, en lo que respecta al cambio institucional (relaciones de producción), Marx sostenía que la relación era de dos vías, el cambio tecnológico afectaba la institucionalidad y la institucionalidad influía en la intensidad del cambio tecnológico. Las relaciones de producción eran tales que permitían un mejor desarrollo de las fuerzas de producción, y las fuerzas de producción cambiaban las relaciones de producción cuando ya no tenían la posibilidad de seguir desarrollándose.

## **c. Teoría de Schumpeter**

Joseph Schumpeter es uno de los economistas más influyentes en el tema de cambio tecnológico, y también considera que es una de las fuentes principales del desarrollo económico, así como también de las fluctuaciones económicas.

De acuerdo a Schumpeter no son los problemas los que necesariamente impulsan a las empresas a innovar, tampoco la dimensión

de los potenciales beneficios de la innovación, sino más bien la «capacidad» de la empresa para realizar innovaciones, manifestando que para mejorar su performance todas las empresas administran sus ventajas y posibilidades de la mejor manera. Schumpeter también señala que las firmas oligopólicas tienen mayores incentivos a innovar de acuerdo a su posición en el mercado, de esta forma la empresa oligopólica es más un innovador que un fijador de cantidades y precios (Cantwell, 2001).

En lo referente a la dirección del cambio tecnológico Schumpeter usa el llamado «*argumento compensatorio*» para explicar que el efecto de la introducción de una nueva maquinaria en comparación a la introducción de una política económica es aquella que tiene tales consecuencias que no deja a nadie descontento o disconforme con su aplicación. Es decir, se sigue innovando en tanto no haya discusión sobre los beneficios de las innovaciones.

A pesar de haber realizado un trabajo pionero, Schumpeter no está exento de críticas, entre las cuales son más destacables la omisión o poca dedicación de sus argumentos respecto a la difusión de innovaciones, la relación entre ciencia e innovación y el gobierno y entre universidades y empresas (Freeman, 1994). Schumpeter no toma en cuenta el efecto de las externalidades en la decisión de innovar, situación sin la cual muchos proyectos no serían desarrollados, esta deficiencia es la que se refiere Freeman, (1994) al sugerir el rol del gobierno.

#### **d. Teoría Evolucionista**

Esta teoría ha venido recogiendo muchos adeptos en los últimos años, a pesar que aún se produzcan libros y papers, bajo esta teoría, muy disímiles entre sí<sup>22</sup>. Según Dosi (1997) las principales características de esta teoría son: la explicación dinámica de los procesos de producción; el supuesto de la racionalidad y heterogenei-

---

<sup>22</sup> En Nelson (2001) se encuentra una discusión detallada sobre las raíces de la teoría evolucionista del cambio tecnológico.

dad de los agentes; interacción de las decisiones y mecanismos de selección de los agentes y sistemas como productores de diferencias entre los mismos agentes. La teoría evolucionista enfatiza la naturaleza acumulativa de la tecnología, así como también la importancia incremental de las innovaciones radicales, las diferentes fuentes de innovación dentro de la firma, entre firmas y fuera de éstas; y también los cambios hechos a las innovaciones por otros agentes durante su difusión intra y entre países (Freeman, 1994).

Para explicar la dirección del cambio tecnológico la teoría evolucionista agrega el concepto de paradigma tecnológico<sup>23</sup>. Un paradigma tecnológico es un conjunto de conocimientos específicos que determina las oportunidades de avances técnicos futuros. Adicionalmente canalizan los esfuerzos a lo largo de una trayectoria tecnológica específica. De hecho se asume que la actividad y el progreso tecnológico desarrollado en la economía está dado y definido por un paradigma (Dosi, 1997).

De esta forma los patrones de cambio tecnológico no pueden ser descritos como simples e instantáneas reacciones a variaciones en las condiciones de mercado. La dirección del cambio tecnológico está definida por el estado del arte de la tecnología en uso. Adicionalmente, es la naturaleza de la tecnología específica la que determina el rango en el que cada tecnología puede ajustar y cambiar el ambiente económico (Dosi, 1988). En particular, el cambio tecnológico sigue una trayectoria tecnológica<sup>24</sup> determinada por el paradigma tecnológico, de hecho las mayores mudanzas en los patrones de cambio tecnológico son formados a partir de cambios en el paradigma tecnológico.

---

<sup>23</sup> Cimoli y Dosi (1994) señalan también que los paradigmas entrañan una concepción específica sobre «cómo hacer las cosas» y «cómo mejorarlas» que con frecuencia comparten los profesionales de distintas especialidades. Los paradigmas también definen los modelos básicos de los productos industriales y los sistemas de producción que progresivamente se modifican y mejoran.

<sup>24</sup> El concepto de trayectoria tecnológica se asocia con el desarrollo progresivo de las oportunidades de innovación relacionadas con cada paradigma.

De acuerdo a Di Maio (2003) la teoría evolucionista atribuye las diferencias de las tasas de cambio tecnológico a: las diferentes oportunidades de innovación de cada paradigma; la fortaleza de la relación entre la tasa de avances científicos y la aparición de nuevos paradigmas; el grado de apropiación de los retornos de cada innovación; los patrones o shocks de demanda; y el ambiente económico.

En la presente sección del documento se ha hecho un recorrido por las principales teorías que explican el cambio tecnológico dentro de la empresa. Esta discusión sirve como punto de partida para la siguiente sección donde se hace un análisis de los determinantes de la innovación tecnológica en las empresas manufactureras peruanas, el cual ciertamente se basa en una estructura de análisis evolucionista, por el hecho de usar la determinación endógena de la relación de I&D y productividad a través de un sistema de ecuaciones simultáneas, pero toma en cuenta elementos de la teoría neoclásica como el uso de una función de tipo Cobb Douglas extendida para la estimación de la productividad, así como elementos de la teoría de Schumpeter, al tomar en cuenta como una variable que influye en las relaciones de I&D con el poder de mercado.

### III

## ¿CUÁNTO SE INNOVA Y SE INVIERTE EN I&D EN EL PERÚ? UN ANÁLISIS A PARTIR DE LA ENCUESTA ECONÓMICA ANUAL 1998

Según datos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), en el Perú se invierten alrededor de 58 millones de dólares en actividades de I&D, lo que representa el 0.11% del PBI. A niveles nominales es una de las cifras más altas en Sudamérica luego de Argentina, Brasil, Chile y Venezuela quienes invierten más de 300 millones de dólares por año en ese concepto; pero en términos relativos, como proporción del PBI, nos encontramos a la zaga de Latinoamérica, superando sólo a Bolivia y Ecuador.

La inversión en I&D se distribuye de la siguiente manera: 38.3% en investigación básica; 48.3% en investigación aplicada y el 13.4% restante en desarrollo experimental. El gobierno y las instituciones de educación superior son los principales ejecutores de esta inversión con 30% y 48%, respectivamente; mientras que el sector empresarial sólo aporta el 11% de ésta, lo cual es bastante preocupante en tanto demuestra que la I&D no es una estrategia que adopten las empresas peruanas para competir y además evidencia la poca interacción que existe entre las empresas y las universidades, centros e institutos especializados. De hecho una encuesta realizada por CONCYTEC indica que sólo el 9% de empresas realiza actividades de innovación.

Para tener una idea del significado de estas cifras en estándares internacionales, recurrimos a un análisis comparado de la actividad empresarial en I&D realizado en algunos países latinoamericana-

**Cuadro 3**  
**Latinoamérica. Países escogidos. Indicadores de I&D.**

|  | <b>Argentina<br/>1992-<br/>1996</b> | <b>Chile<br/>1995</b> | <b>Colombia<br/>1993-<br/>1996</b> | <b>México<br/>1994-<br/>1996</b> | <b>Panamá<br/>1999</b> | <b>Perú<br/>1997-<br/>1999</b> | <b>Uruguay<br/>1988</b> | <b>Venezuela<br/>1994-<br/>1996</b> |
|--|-------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Cantidad de firmas encuestadas                         | 1,639                               | 541                   | 885                                | 1,322                            | 849                    | 8,972                          | 261                     | 1,382                               |
| Características en innovación tecnológica (% empresas) |                                     |                       |                                    |                                  |                        |                                |                         |                                     |
| Dpto de I&D  | 18.0                                | 22.3                  | 12.7                               | 21.7                             | 35.7                   | 5.5                            | 17.8                    | 15.8                                |
| Desarrollan actividades de innovación                  | 72.6                                | 66.2                  | 75.4                               | 63.4                             | 33.0                   | 8.0                            | 63.6                    | 60.0                                |
| Desarrollan actividades de I&D                         | 37.9                                |                       | 23.9                               |                                  | 18.0                   | 1.8                            |                         | 29.1                                |
| Realizan alguna mejora de producto                     | 71.0                                | 34.2                  | 50.0                               | 52.6                             | 20.8                   | 48.4                           |                         | 59.3                                |
| Realizan alguna mejora de proceso                      | 71.0                                | 37.6                  | 70.0                               | 51.3                             | 19.4                   | 71.7                           |                         | 72.5                                |
| Recurren a asesoría                                    | 20.1                                | 30.3                  | 63.8                               |                                  |                        | 61.0                           | 49.6                    | 9.8                                 |

*Fuente:* Red Interamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT).

nos por la Red Interamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT). En el cuadro 3, se puede observar que el Perú es el país que cuenta con la menor proporción de empresas que han adoptado la I&D formalmente y también es el país que menos (por un margen muy alto) ha realizado actividades de innovación y de I&D, a nivel empresarial. Luego, se aprecia que las empresas peruanas aun cuando no realizan actividades de innovación o de I&D si realizan mejoras en sus productos y en sus procesos de producción, utilizando para tal fin asesoría y asistencia técnica externa (61%). Es decir prefieren adquirir conocimiento externo antes que generarlo ellos mismos (por cuestiones de costos seguramente). Estos datos confirman el empirismo reinante en las empresas peruanas de todos los tamaños y su reducida inversión en conocimiento, y que las empresas nacionales no elaboran o planifican su crecimiento en términos de proyectos de I&D.

Una encuesta realizada por CONCYTEC en 1999 coincide con los resultados mostrados por RICYT, en tanto encuentra que sólo el 1.8% entre 8,976 empresas señaló haber invertido en actividades científicas y tecnológicas. Asimismo, indica que de la inversión realizada por las empresas entre 1997-99 en innovación, sólo gastan 3.63% en I&D propiamente dicha, mientras que en Bienes de Capital el 80.08%, en innovación de procesos 7.87%, en capacitación tecnológica 0.70% y en cambios organizacionales un 5.34%.

Según la encuesta de CONCYTEC, los principales obstáculos para invertir en innovación e I&D son: la falta de financiamiento (14.0%); excesivos riesgos económicos (12.0%); infraestructura insuficiente (11%); falta de personal calificado (10.9%); cultura organizacional poco inclinada a innovación (10.7%); y poca demanda del nuevo producto (10.6%). Es decir, se perciben con mayor peso los factores financieros y económicos como barrera. Muchos pequeños productores informales no son elegibles para créditos por el sistema financiero formal, e incluso cuando las empresas se financian para la ejecución de proyectos de I&D, lo hacen como si lo hicieran para proyectos de inversión, es decir, bajo las condiciones y tasas de interés que no toman en cuenta la naturaleza de la inversión en I&D (esta puede resultar rentable, tal vez después de muchos intentos), pues los bancos no cuentan con líneas de crédito para este tipo de inversión.

Mullin (2002) señala que un factor común asociado al pensamiento empresarial es la creencia de que el Gobierno abandonó la industria y la tecnología, y atribuye las causas a la pobre inversión en innovación por parte de las empresas de la siguiente manera:

- La inexistencia de un Sistema Nacional de Innovación (SIN).
- La desarticulación entre centros de innovación y empresas.
- La escasa disponibilidad de financiamiento para la innovación.

Para el desarrollo del presente documento se utilizará como fuente de información para la medición de los indicadores de innovación y de I&D la Encuesta Económica Anual (EEAA) de 1998, realizada por el INEI a una muestra de empresas manufactureras. Esta en-



cuesta cuenta con un módulo especial de innovación tecnológica, que incluye costos y estrategias de innovación, así como también las razones de la inversión en innovación e I&D. Asimismo, la encuesta cuenta con las clásicas variables de empleo, costos, ventas e ingresos, además de impuestos, etc. Esta encuesta, ya ha sido utilizada para fines académicos para analizar temas de capacitación (Chacaltana y García, 2001); de sindicalización y productividad (Torero y Saavedra, 2002); productividad laboral (Chacaltana, 2005); y sólo por Kuramoto y Torero (2004) para analizar el caso de la inversión en innovación tecnológica e I&D.

La EEAA 1998, como primer paso nos permite elaborar un perfil de las empresas entrevistadas del sector manufactura. En el cuadro 4 se observa que de un total de 4,607 empresas sólo el 2.3% (106 empresas) está formalmente comprometida en actividades de innovación a través de la presencia de un departamento de I&D en sus instalaciones. Al separar las empresas según la tenencia de departamento de I&D es posible concluir que las más antiguas y las que cuentan con un mayor número de trabajadores entre obreros y empleados tienen una mayor propensión a innovar. Otra característica observable en ese sentido es que la mayor proporción de empresas que innova son grandes (con más de 100 trabajadores).

El cuadro 4, también evidencia que las empresas que innovan están concentradas en la capital y complementan sus actividades de innovación con una mayor inversión en capacitación con respecto al resto de empresas. Adicionalmente, es posible corroborar los datos obtenidos de la encuesta del CONCYTEC y de la RICYT, en tanto la estrategia preferida por las empresas peruanas para innovar (en este caso de las de manufactura) es a través de servicios externos de asistencia técnica.

Una vez que nos focalizamos en los indicadores de innovación, presentes en el cuadro 5, se observa que del 2.3% de empresas que innovan formalmente a través de departamentos de I&D gastan en promedio 540 mil soles anuales en estas actividades, lo que representa en proporción a sus ventas el 1.4% ó 3,379 soles anuales por trabajador.

**Cuadro 4**  
**Perú 1998. Perfil de las empresas manufactureras**  
**según compromiso con I&D**

|                         | <b>I&amp;D</b> | <b>Resto</b> | <b>Total</b> |
|-------------------------|----------------|--------------|--------------|
| Total                   | 106            | 4,501        | 4,607        |
| Prom. Antigüedad (años) | 20.0           | 9.8          | 10.0         |
| Prom. Trabajadores      | 183.2          | 26.0         | 29.6         |
| Prom. Obreros           | 84.7           | 13.2         | 14.9         |
| Prom. Empleados         | 58.2           | 8.8          | 10.0         |
| Tamaño (%)              |                |              |              |
| Micro                   | 12.3           | 74.5         | 73.1         |
| Pequeña                 | 9.4            | 9.4          | 9.4          |
| Mediana                 | 13.2           | 7.1          | 7.2          |
| Grande                  | 65.1           | 9.0          | 10.3         |
| Lima (%)                | 80.2           | 64.9         | 65.2         |
| Asist. Técnica (%)      | 67.9           | 4.6          | 6.1          |
| Capacita (%)            | 81.1           | 8.0          | 9.7          |

Fuente: INEI (1998) EEAA. Elaboración propia.

En el cuadro 5, es posible deducir como ya era previsible, que son las empresas grandes las que, en promedio invierten más en actividades de I&D, tanto en términos absolutos como en proporción al número de trabajadores, mas no como proporción de ventas donde las microempresas se sitúan en una posición de vanguardia.

Con respecto a su relación con productividad laboral, observando el gráfico 3, se puede suponer que las empresas que invierten en I&D tienen una mayor productividad laboral. En este gráfico de las distribuciones acumuladas del logaritmo del valor agregado por trabajador, existe un dominio estocástico notorio por parte de las empresas que cuentan con un departamento de I&D.

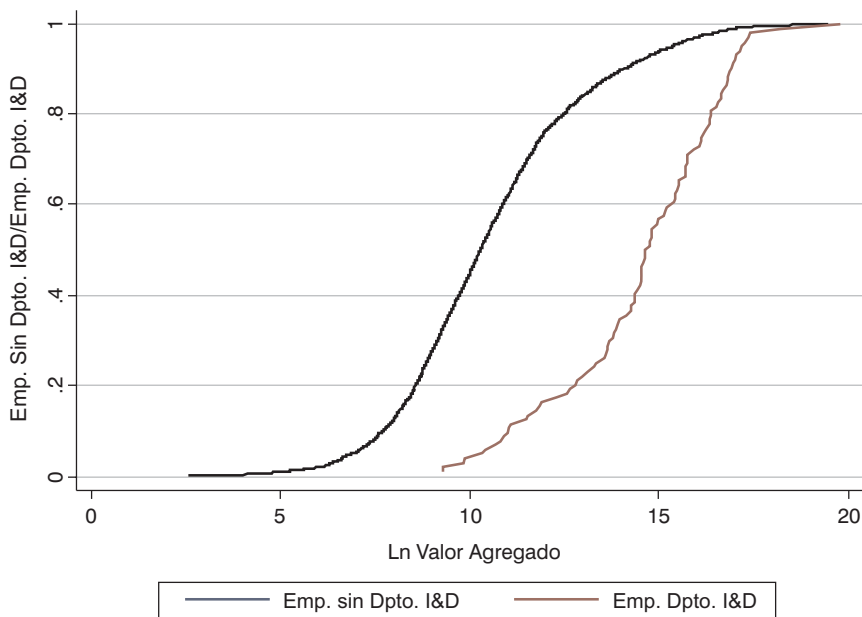
**Cuadro 5**  
**Perú 1998. Empresas manufactureras comprometidas**  
**en actividades de I&D**

|  | <b>Total</b> | <b>Unidad I&amp;D (%) (prom)</b> | <b>Gasto I&amp;D por Trab (prom)</b> | <b>Gasto I&amp;D Ventas (prom)</b> | <b>Gasto I&amp;D /</b> |
|--|--------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| Total  | 4,607        | 2.3                              | 540,930                              | 3,379                              | 0.014                  |
| Por Tamaño de Empresa  |              |                                  |                                      |                                    |                        |
| Micro  | 3,367        | 0.4                              | 15,201                               | 2,318                              | 0.024                  |
| Pequeña  | 431          | 2.3                              | 13,242                               | 843                                | 0.016                  |
| Mediana  | 333          | 4.2                              | 24,012                               | 841                                | 0.007                  |
| Grande   | 476          | 14.5                             | 821,339                              | 4,447                              | 0.014                  |
| Por CIU (3 dígitos)  |              |                                  |                                      |                                    |                        |
| Prod alimenticios y bebidas  | 1,014        | 2.6                              | 1,379,998                            | 8,982                              | 0.025                  |
| Prod de tabaco   | 2            | 0.0                              | 0                                    | 0                                  | 0.000                  |
| Textiles   | 307          | 2.3                              | 53,431                               | 145                                | 0.002                  |
| Fab prendas de vestir; adobo y teñido de pieles curtido y adobo de cueros; fab. de maletas, art. talabarte | 598          | 0.7                              | 1,038                                | 43                                 | 0.004                  |
| Prod madera, fab. productos de madera, corcho, paja, materiales  | 250          | 1.2                              | 18,575                               | 481                                | 0.008                  |
| Fab de papel y prod de papel   | 151          | 0.7                              | 32,844                               | 163                                | 0.006                  |
| Act de edición e impresión y reproducción grabaciones  | 62           | 3.2                              | 1,076,070                            | 5,510                              | 0.016                  |
| Fab de coque, productos de la refinación del petróleo  | 469          | 0.4                              | 14,041                               | 145                                | 0.002                  |
| Fab de sust y prod químicos  | 5            | 0.0                              | 0                                    | 0                                  | 0.000                  |
| Fab productos de caucho y plástico   | 270          | 8.5                              | 150,462                              | 789                                | 0.006                  |
| Fab otros productos minerales no metálicos   | 174          | 3.4                              | 119,992                              | 731                                | 0.003                  |
| Fab metales comunes  | 164          | 3.0                              | 54,178                               | 333                                | 0.003                  |
| Fab productos elaborados de metal  | 41           | 12.2                             | 2,377,871                            | 8,242                              | 0.051                  |
| Fab maquinaria y equipo n.c.p.   | 388          | 2.8                              | 36,833                               | 993                                | 0.013                  |
| Fab maquina de oficina, contabilidad e informática   | 150          | 2.0                              | 289,343                              | 7,978                              | 0.054                  |
| Fab maquinaria y aparatos eléctricos n.c.p.  | 5            | 20.0                             | 0                                    | 0                                  | 0.000                  |
| Fab equipo y aparatos de radio, televisión y computadoras  | 81           | 3.7                              | 268,286                              | 892                                | 0.003                  |
| Fab instrumentos médicos, ópticos y de precisión   | 5            | 0.0                              | 0                                    | 0                                  | 0.000                  |
| Fab vehículos automotores, remolques y semirremolques  | 16           | 6.3                              | 237,820                              | 4,172                              | 0.025                  |
| Fab otros tipos de equipo de transporte  | 72           | 1.4                              | 0                                    | 0                                  | 0.000                  |
| Fab muebles, industrias, manufactureras n.c.p.   | 30           | 3.3                              | 155,000                              | 130                                | 0.002                  |
| Reciclamiento  | 348          | 0.3                              | 0                                    | 0                                  | 0.000                  |
|  | 5            | 0.0                              | 0                                    | 0                                  | 0.000                  |

Fuente: INEI (1998) EEAA. Elaboración propia.

Gráfico 3

Perú 1998 – Empresas Manufactureras. Distribución Acumulada Logaritmo Natural Productividad Laboral según Inversión en I&D



Fuente: INEI (1998) EEAA. Elaboración propia.

Una forma de profundizar el análisis anterior es revisando el efecto de la intensidad del gasto en I&D y su relación con distintas medidas de performance de la empresa como el valor agregado por trabajador, las ventas por trabajador, el producto por trabajador y las utilidades operativas obtenidas por la empresa. En el gráfico 4, es en verdad sorprendente el efecto positivo de la inversión en I&D en las medidas de performance de las firmas que realizan esta inversión, aun así esto no representa una evidencia contundente de un efecto causal, sino más bien un primer indicio de los efectos positivos de la intensidad del uso de la I&D en un mejor resultado en las actividades de las empresas.

Gráfico 4  
Perú 1998 – Empresas Manufactureras. Logaritmo Natural  
inversión en I&D versus medidas de performance de la firma

*Fuente:* INEI (1998) EEAA. Elaboración propia.

En lo que respecta a subramas económicas, las empresas dedicadas a la fabricación de metales comunes, las de fabricación de papel, y las de producción de alimentos y bebidas son las que invierten más en I&D, tanto en términos absolutos como en la proporción de trabajadores y ventas, esto debido a una posición competitiva de los mercados en los que se desenvuelven. Por ejemplo, en el caso de alimentos y bebidas es muy usual que las empresas destinen muchos recursos a los diseños de nuevos envases y envolturas, hecho que es observable en el cuadro 6, donde se describen las estrategias de innovación que se emplean las empresas manufactureras. Así las en el sector de producción de alimentos y bebidas vemos que una proporción importante de estas está comprometida en actividades de mejoramiento de la presentación de producto y del diseño del mismo.

En el cuadro 6, en general, es posible distinguir que las actividades de innovación más utilizadas son las mejoras del diseño y la de presentación de los productos, aunque por un margen pequeño. Este mismo patrón se repite al separar las empresas según su tamaño y la subrama donde se desenvuelven. Es decir, esas dos actividades (diseño y presentación del producto) son las que concentran una mayor proporción de empresas.

En resumen, los perfiles de las empresas innovadoras, los indicadores de innovación y las características de las actividades de innovación, representadas en los cuadros 4, 5 y 6; proporcionan una primera idea de la naturaleza de los factores internos a la empresa que determinan la inversión en actividades de I&D. Así, una primera hipótesis que podemos inferir es que las empresas invierten en I&D mientras tienen más tiempo en el mercado y son más grandes; así como también si invierten en la mejora del capital humano de sus organizaciones a través de la capacitación, y si se encuentran en la capital del país, donde se confluyen de manera centralizada mejores redes de innovación, pues no olvidemos que la estrategia preferida para innovar es mediante la contratación de asistencia técnica de terceros.

En la siguiente sección se presentará un modelo estructural que servirá para corroborar la veracidad de estas hipótesis preliminares así como para determinar los principales factores internos y externos a la firma que influyen en una mayor inversión en I&D.

**Cuadro 6**  
**Perú 1998. Empresas Manufactureras. Estrategias**  
**de Innovación Tecnológica.**

|  | Total | Mej<br>Diseño<br>Prod<br>(%) | Mej<br>Tec.<br>Prod<br>(%) | Prod<br>Nuevos<br>Exist<br>Mcdo<br>(%) | Prod<br>Nuevos<br>(%) | Proc<br>Tec<br>Nuevos<br>(%) | Mej<br>Sust<br>Tec<br>(%) | Mej Org<br>Procesos<br>(%) | Mej<br>Pres<br>Prod<br>(%) |
|--|-------|------------------------------|----------------------------|--|-----------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Total  | 4,607 | 15.4                         | 14.1                       | 12.0                                   | 8.3                   | 10.0                         | 11.7                      | 14.1                       | 15.4                       |
| Por Tamaño de Empresa  |       |                              |                            |  |                       |                              |                           |                            |                            |
| Micro  | 3,367 | 6.4                          | 5.3                        | 4.7                                    | 2.9                   | 3.1                          | 4.0                       | 4.6                        | 6.1                        |
| Pequeña  | 431   | 31.8                         | 27.6                       | 24.8                                   | 14.8                  | 18.3                         | 20.9                      | 27.6                       | 30.2                       |
| Mediana  | 333   | 37.5                         | 37.2                       | 32.4                                   | 24.0                  | 25.2                         | 29.7                      | 37.5                       | 39.6                       |
| Grande   | 476   | 49.2                         | 47.9                       | 38.4                                   | 29.2                  | 40.1                         | 44.7                      | 52.9                       | 51.1                       |
| Por CIIU (3 dígitos)   |       |                              |                            |  |                       |                              |                           |                            |                            |
| Prod alimenticios y bebidas                                    | 1,014 | 12.0                         | 11.0                       | 8.0                                    | 6.4                   | 8.2                          | 9.8                       | 11.7                       | 13.0                       |
| Prod de tabaco   | 2     | 50.0                         | 50.0                       | 0.0                                    | 0.0                   | 50.0                         | 50.0                      | 50.0                       | 50.0                       |
| Textiles   | 307   | 21.8                         | 21.5                       | 16.9                                   | 13.0                  | 16.6                         | 20.2                      | 21.2                       | 21.2                       |
| Fab prendas de vestir; adobo y teñido<br>de pieles             | 598   | 10.0                         | 8.2                        | 7.4                                    | 4.5                   | 5.0                          | 4.7                       | 7.4                        | 8.0                        |
| Curtido y adobo de cueros; fab. de maletas,<br>art. talabarte  | 250   | 14.0                         | 12.4                       | 14.8                                   | 10.0                  | 9.6                          | 11.2                      | 13.2                       | 14.8                       |
| Prod madera, fab. productos de madera,<br>corcho, paja, mater. | 151   | 9.3                          | 7.9                        | 4.6                                    | 4.0                   | 4.0                          | 6.0                       | 8.6                        | 9.9                        |
| Fab de papel y prod de papel                                   | 62    | 29.0                         | 24.2                       | 22.6                                   | 11.3                  | 24.2                         | 25.8                      | 29.0                       | 29.0                       |
| Act de edición e impresión y reproducción<br>grabaciones       | 469   | 11.7                         | 9.6                        | 6.6                                    | 4.1                   | 5.1                          | 7.2                       | 8.3                        | 10.2                       |
| Fab de coque, productos de la refinación<br>del petrol         | 5     | 20.0                         | 40.0                       | 0.0                                    | 40.0                  | 0.0                          | 40.0                      | 20.0                       | 20.0                       |
| Fab de sust y prod químicos                                    | 270   | 25.9                         | 24.8                       | 22.2                                   | 15.2                  | 16.7                         | 18.9                      | 24.8                       | 25.2                       |
| Fab productos de caucho y plástico                             | 174   | 32.8                         | 32.2                       | 29.3                                   | 18.4                  | 19.5                         | 23.0                      | 28.7                       | 29.3                       |
| Fab otros productos minerales no metálicos                     | 164   | 16.5                         | 15.2                       | 11.6                                   | 13.4                  | 12.2                         | 14.0                      | 16.5                       | 16.5                       |
| Fab metales comunes  | 41    | 26.8                         | 34.1                       | 39.0                                   | 9.8                   | 26.8                         | 34.1                      | 39.0                       | 36.6                       |
| Fab productos elaborados de metal                              | 388   | 12.1                         | 11.1                       | 10.8                                   | 7.2                   | 9.0                          | 10.1                      | 11.9                       | 13.7                       |
| Fab maquinaria y equipo n.c.p.                                 | 150   | 20.0                         | 18.7                       | 14.0                                   | 10.0                  | 12.7                         | 14.0                      | 18.0                       | 20.7                       |
| Fab maquina de oficina, contabilidad<br>e informática          | 5     | 60.0                         | 60.0                       | 60.0                                   | 40.0                  | 60.0                         | 60.0                      | 60.0                       | 60.0                       |
| Fab maquinaria y aparatos eléctricos n.c.p.                    | 81    | 30.9                         | 30.9                       | 24.7                                   | 13.6                  | 25.9                         | 30.9                      | 38.3                       | 42.0                       |
| Fab equipo y aparatos de radio, television<br>y computadoras   | 5     | 0.0                          | 0.0                        | 0.0                                    | 0.0                   | 0.0                          | 0.0                       | 0.0                        | 0.0                        |
| Fab instrumentos médicos, ópticos<br>y de precisión            | 16    | 18.8                         | 18.8                       | 18.8                                   | 12.5                  | 12.5                         | 12.5                      | 18.8                       | 18.8                       |
| Fab vehículos automotores, remolques<br>y semirremolques       | 72    | 19.4                         | 16.7                       | 12.5                                   | 9.7                   | 13.9                         | 13.9                      | 15.3                       | 22.2                       |
| Fab otros tipos de equipo de transporte                        | 30    | 20.0                         | 20.0                       | 13.3                                   | 10.0                  | 13.3                         | 13.3                      | 13.3                       | 13.3                       |
| Fab muebles, industrias, manufactureras<br>n.c.p.              | 348   | 12.9                         | 9.5                        | 11.8                                   | 6.6                   | 6.0                          | 7.5                       | 9.5                        | 11.2                       |
| Reciclamiento  | 5     | 0.0                          | 0.0                        | 0.0                                    | 0.0                   | 0.0                          | 0.0                       | 0.0                        | 0.0                        |

Fuente: INEI (1998) EAAA. Elaboración propia.

## IV

# MODELO EMPÍRICO ESTRUCTURAL DE RELACIONES DE I&D

Existen diversas maneras de medir la innovación tecnológica al interior de las empresas. La innovación tecnológica, comprende además de la I&D, la inversión en activo fijo, las técnicas de fabricación y organización, el diseño de productos, control de calidad e incluso la mercadotecnia (Casalet, 1994).

En lo que a medición del fenómeno innovativo se refiere, los economistas han optado por medir el flujo de esfuerzos innovativos que realiza una determinada firma, industria o sociedad por vía indirecta, a través de los insumos que demanda el proceso inventivo, o por vía directa estimando el resultado de tales esfuerzos. En el primer caso se utiliza el gasto en la I&D, el número de profesionales y técnicos involucrados, el valor de los laboratorios o equipos, etc. En el segundo caso se emplean estadísticas de patentes de invención, o valoración de las mejoras productivas que se dan en el tiempo<sup>25</sup>. De esta manera, la inversión en I&D, puede ser analizada por «incidencia», si la empresa cuenta con un departamento de I&D, o como «intensidad» que, se refiere al gasto efectivo en I&D en un periodo determinado. Los avances en este tema han ido más allá e incluso han sido sujeto de estudios las formas cómo se adquiere la innovación tecnológica ya sea por intercambios dentro de la industria o entre industrias o por comerciar con empresas extranjeras, a este

---

<sup>25</sup> Katz (2001).



efecto se le conoce como *spillover* en la jerga especializada<sup>26</sup>. El presente documento tomará el enfoque de inversión en I&D y sus efectos en la productividad como variable referente de performance al nivel de empresas.

En la presente sección, a través del análisis de un modelo estructural de ecuaciones simultáneas, se estudiarán tres relaciones que involucran actividades de innovación tecnológica y que a partir de su estudio nos permitirán corroborar la veracidad de las hipótesis planteadas en la tercera sección. Las relaciones son las siguientes: a) la relación de I&D y sus determinantes; b) la relación de I&D y el producto de ésta; y c) la relación de productividad y el producto del stock de conocimiento generado por la I&D. Al interior de las empresas la relación entre estas variables podría resumirse en el esquema presentado en el gráfico 5.

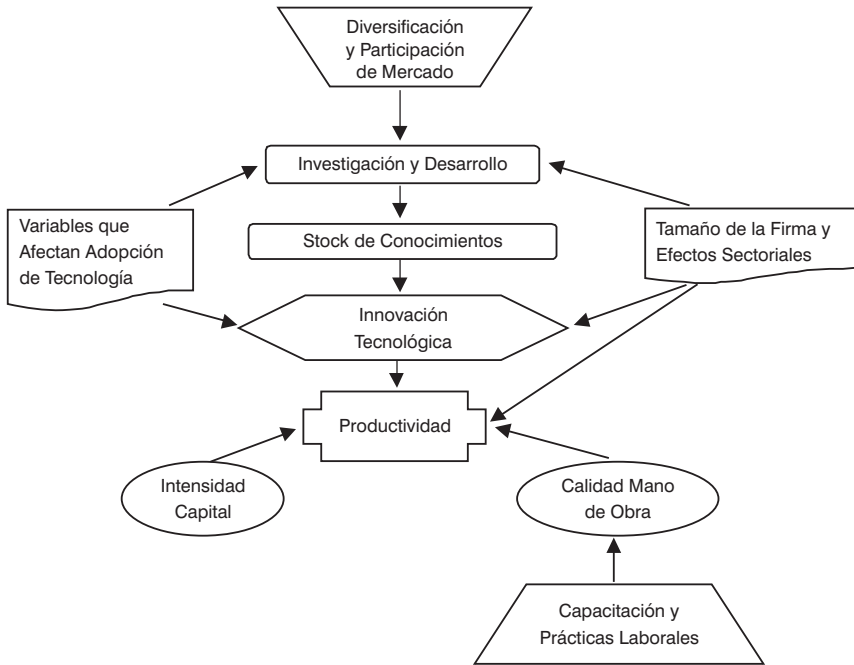
Tal como está planteado el esquema del gráfico 5, pareciera que el objeto de la firma al invertir en innovación tecnológica, capacitación o bienes de capital es incrementar la productividad de la firma. Dosi (1988) y otros autores en realidad sugieren que el motivo de la inversión es el de incrementar las ganancias, es decir, se invertirá en estos factores en tanto exista la expectativa de un retorno positivo de la inversión superior a otras alternativas financieras que ofrezca el mercado. La idea detrás del planteamiento del gráfico 5, es que el incremento de la productividad hace más eficiente el uso de los factores de producción permitiendo por ende disminuir los costos unitarios por producto, lo que convierte a la empresa en una de tipo competitiva, de tal forma que obtiene ventajas que le permitirán obtener mayores rentas en el futuro que es lo que finalmente se persigue<sup>27</sup>.

---

<sup>26</sup> Véase Cameron (1998) para un repaso de la clasificación de este tipo de estudios.

<sup>27</sup> En ese sentido Griliches (1986) sostiene que usar el valor agregado como variable dependiente captura de alguna manera los retornos de la inversión en I&D.

Gráfico 5  
Determinantes de la productividad y tecnología  
al interior de la firma.



En el gráfico 5, de alguna manera, se resumen las relaciones sobre las cuales se van a explicar los determinantes de la innovación tecnológica y los efectos que ésta tiene sobre la productividad. En principio la relación de I&D, en la cual están envueltos los conceptos de incidencia e intensidad, depende de ciertos factores como la participación del mercado, tamaño de la firma, efectos sectoriales, etc. De esta relación se desprende una segunda relación, la del producto de la inversión en I&D, la cual genera finalmente innovación tecnológica y mantiene una relación endógena con la productividad (tercera relación) que a su vez también depende de la intensidad del capital, y la calidad de la mano de obra entre otros factores.

Para modelar estas relaciones y describir cómo se complementan entre sí, se seguirá la propuesta de Crépon, Duguet y Mairesse (1998) con algunas variaciones dadas las limitaciones de la base de datos a emplear. A continuación se describirá y especificará la modelación econométrica de estas relaciones:

### a) **La Relación de Inversión en I&D**

El comportamiento de la firma en lo que respecta a I&D se modelará usando una estimación Tobit generalizada con dos ecuaciones: la primera corresponde a los determinantes de la inversión en I&D (incidencia), mientras que la segunda mide la intensidad (gasto en I&D por trabajador). Así tenemos:

$$r_i = X_{0i} \beta_0 + v_{0i}$$

donde  $r_i$  es una variable binaria que indica si la firma  $i$  invierte o no en I&D;  $X_{0i}$  es un vector de variables explicativas y  $\beta_0$  es el vector de coeficientes asociado; mientras que  $v_{0i}$  es el término de error. Luego, definimos que la intensidad de la actividad tecnológica está determinada por:

$$g_i^* = X_{1i} \beta_1 + v_{1i}$$

la variable  $g_i^*$  sólo es observable e igual a  $g_i$ , que es el gasto en actividades de I&D, cuando  $r_i=1$  y toma el valor de cero en otro caso;  $X_{1i}$  es un vector de variables explicativas y  $\beta_1$  es el vector de coeficientes asociado; mientras que  $v_{1i}$  es el término de error.

Ahora como la relación de intensidad sólo es observable cuando  $r_i=1$ , se debe definir un supuesto para la distribución conjunta de las perturbaciones de ambas ecuaciones, en este caso tomaremos la sugerida para la estimación de modelos *tobit* generalizados:

$$\begin{pmatrix} v_{0i} \\ v_{1i} \end{pmatrix} \sim N \left( \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \sigma_0^2 & \rho\sigma_0\sigma_1 \\ \rho\sigma_0\sigma_1 & \sigma_1^2 \end{pmatrix} \right)$$

Donde  $\sigma_0$  y  $\sigma_1$  son los errores estándar de las perturbaciones  $v_{0i}$  y  $v_{1i}$  respectivamente, y  $\rho$  es el coeficiente de correlación.

Adicionalmente, Crépon, Duguet y Mairesse (1998) señalan que no es necesario que los vectores de variables explicativas en ambas ecuaciones sean distintos, y de hecho ellos usan el mismo conjunto de variables explicativas en sus estimaciones. En nuestro caso consideraremos como variables explicativas: el empleo, el stock de capital, otras características de la empresa, variables dicotómicas que representen el sector de la firma, participación en el mercado y un índice de diversificación de la actividad de la firma.

### **b) Relación de producto de la Inversión en I&D**

Afortunadamente, la EEA de 1998 incluye una variable que indica el valor de los bienes en los cuales se invirtió en I&D. Al tratarse de una variable censurada, es decir, sólo es observable si la firma invierte en I&D, especificaremos la ecuación de innovación como un proceso heterogéneo de data censurada con una esperanza condicional  $a_i^*$  que depende de la intensidad de investigación  $g_i^*$  y otras variables:

$$a_i^* = g_i^* \alpha_g + X_{2i} \beta_2 + v_{2i}$$

donde  $g_i^*$  es la variable latente de intensidad de I&D,  $X_{2i}$  es un vector de variables exógenas (distinto a  $X_{0i}$  y  $X_{1i}$ ), y  $v_{2i}$  es el término de error o de heterogeneidad sobre el cual no es necesario ningún supuesto específico acerca de su distribución. El coeficiente  $\alpha_g$  representa la elasticidad del ahorro esperado relativo a la intensidad de la inversión en I&D, mientras que  $\beta_2$  es el vector de coeficientes para  $X_{2i}$ . El vector de variables explicativas contiene entre otros: empleo, capital, variables dicotómicas de industria, y de características de la empresa; variables como índice de diversificación la afectan indirectamente a través de la intensidad de la inversión en I&D.

### c) *Relación de Productividad*

En este caso se tomará la típica función aumentada de producción Cobb-Douglas. Así definimos:

$$q_i = \alpha_a a_i^* + X_{3i} \beta_3 + v_{3i}$$

Donde  $q_i$  es el logaritmo de la productividad definido como el valor agregado por trabajador<sup>28</sup>, y  $X_{3i}$  es el vector de factores de productividad que incluye: empleo, capital, participación de mercado salarios, ratio de trabajadores temporales, capacitación, entre otras. En tanto el coeficiente  $\alpha_a$  representa la elasticidad del factor total de productividad respecto del producto de la innovación, en este caso medida como el ahorro dada la inversión en I&D. Adicionalmente, no es necesario ningún supuesto sobre la distribución del término de error.

Así tenemos un sistema de ecuaciones no lineales simultáneas, definido según las relaciones e interrelaciones entre los factores que determinan la inversión en innovación tecnológica, según se esquematizaron en el gráfico 7.

$$r_i = X_{0i} \beta_0 + v_{0i} \quad (0)$$

$$g_i^* = X_{1i} \beta_1 + v_{1i} \quad (1)$$

$$a_i^* = g_i^* \alpha_g^* + X_{2i} \beta_2 + v_{2i} \quad (2)$$

$$q_i = \alpha_a a_i^* + X_{3i} \beta_3 + v_{3i} \quad (3)$$

Crépon, Duguet y Mairesse (1998) sugieren desarrollar el modelo en dos etapas: en un principio aplicando el método de momentos para reducir la forma de las ecuaciones, y en una segunda etapa

---

<sup>28</sup> Salter (1966), como muchos otros autores, sostiene que la productividad es un concepto ambiguo debido a problemas de medición, asociados a la disponibilidad de información estandarizada. Lo más común en estimaciones de este tipo es usar como medida de productividad el producto por unidad de factor. En Chacaltana (2005) se puede encontrar una interesante discusión sobre la medición de la productividad.

aplicando el método de mínimos cuadrados asintóticos (ALS). La estimación de las elasticidades de interés a través de esta metodología nos permite protegernos de posibles sesgos, atribuibles a la naturaleza de la data, como por ejemplo el sesgo de selección debido a que son pocas las empresas comprometidas en actividades de I&D; asimismo la relación entre el producto de la I&D y productividad es de tipo endógeno por tanto requiere una modelación de tipo especial tal como la que ha sido descrita y fue planteada por Crépon, Duguet y Mairesse (1998)<sup>29</sup>.

Así, las conclusiones extraíbles de este modelo deben ser tomadas con cautela, puesto que como ya se mencionó son pocas las empresas que invierten «*formalmente*» en I&D y reportan gastos en este rubro; lo cual no quiere decir que no cuenten con otras actividades de innovación. En el Perú una forma de inversión en innovación bastante difundida es a través de la compra de maquinaria y equipo. Lamentablemente, a partir de la data no es posible inferir esta información. Otra forma de innovación que no ha sido posible inferir es la de «*learning by doing*», es decir aquella que se da en el trabajo diario por aprendizaje y error e las actividades del personal de planta que van mejorando el diseño del producto y el proceso de producción.

Otra limitación del modelo parte del debate por la utilización de data de tipo corte transversal en lugar de datos de series de tiempo. Los autores de la metodología (Crépon, Duguet y Mairesse, 1998) sugieren que varían mucho los resultados al usar variables de stock (corte transversal) o de flujo (series de tiempo), y que las elasticidades de I&D y productividad que se obtienen en un análisis de series de tiempo son casi siempre (al menos en los casos analizados) bajos y no significativos estadísticamente.

Otra forma sugerida por autores como: Smith, Dilling-Hansen, Eriksson y Strojer Madsen (2000); y López-Acevedo (2002) es la uti-

---

<sup>29</sup> Se pone énfasis en la estimación de que no es la I&D per se, sino el producto de ésta la que incrementa la productividad.

lización de datos panel, pues contiene tanto las ventajas de una estimación de corte transversal como las de una estimación de series de tiempo, especialmente cuando se usan métodos dinámicos, pues ofrecen una mejor descripción de la relación de I&D, innovación tecnológica y productividad<sup>30</sup>. Lamentablemente, en nuestro caso la base de datos utilizada es una limitante para un análisis de este tipo.

---

<sup>30</sup> Estos autores (Smith, Dilling-Hansen, Eriksson y Strojer Madsen, 2000; y López-Acevedo, 2002) estiman directamente una ecuación de productividad en la que incluyen una variable dicotómica de innovación tecnológica, y en ambos trabajos la relación entre productividad e innovación tecnológica que obtienen es positiva y significativa, en términos estadísticos.

## V

# RESULTADOS DEL MODELO ESTRUCTURAL DE RELACIONES DE I&D

El propósito de la primera parte de la estimación del modelo estructural de relaciones de I&D es la determinación de las principales variables que afectan tanto la incidencia, como la intensidad de esta inversión. En el cuadro 7, se aprecian los resultados del modelo probit para estimar la incidencia y del modelo tobit para estimar la intensidad<sup>31</sup>.

En lo que respecta a la ecuación de incidencia, como era previsto las empresas más grandes (con mayor número de trabajadores) son las que tienen mayor propensión a innovar. Contrariamente a lo visto en el análisis estadístico, la variable de antigüedad, expresada en años de funcionamiento, no tiene influencia en la incidencia de I&D por lo que muestra un coeficiente no significativo, al igual que la pertenencia a la capital del país. En cambio, la participación de mercado demuestra una influencia positiva. En este caso, la inclusión de una variable de este tipo (a lo Schumpeter) puede inducir a un problema de endogeneidad, como ya ha sido discutido anteriormente. Asimismo, la innovación es inherente a mercados muy lejanos al concepto de competencia perfecta (Stiglitz, 1998), así el signo positivo y significativo de esta variable pareciera indicar que cuando las firmas cuentan con mayor poder oligopólico tienen mayor propensión a innovar.

---

<sup>31</sup> En el cuadro A1 del Anexo se incluye un resumen de las estadísticas de las variables usadas en la estimación.



**Cuadro 7**  
**Ecuaciones de Relaciones de I&D**

|                                | <b>Modelo Probit - Incidencia</b><br><i>(var dep. Tiene I&amp;D)</i> |                  |                             | <b>Modelo Tobit - Intensidad</b><br><i>(var dep. Ln Inv I&amp;D por trabajador)</i> |                  |                  |
|--------------------------------|--|------------------|-----------------------------|---|------------------|------------------|
|                                | <b>Coef.</b>   | <b>Err. Std.</b> | <b>P&gt;  z </b>            | <b>Coef.</b>  | <b>Err. Std.</b> | <b>P&gt;  z </b> |
| Característica Empresa         |  |                  |                             |   |                  |                  |
| Ln Empleo                      | 0.1416   | 0.0572           | 0.01                        | 0.7174  | 0.5653           | 0.01             |
| Antigüedad                     | 0.0006   | 0.0045           | 0.90                        | 0.0437  | 0.0411           | 0.29             |
| Lima                           | 0.0692   | 0.1695           | 0.68                        | 0.6285  | 1.6041           | 0.70             |
| Part. Mercado                  | 0.7400   | 0.6751           | 0.07                        | 3.0786  | 6.8911           | 0.06             |
| Estrategias RRHH               |  |                  |                             |   |                  |                  |
| Trab Event / Total trab        | -0.3679  | 0.3508           | 0.29                        | -2.2538   | 3.6033           | 0.53             |
| CL/CT                          | -0.6090  | 0.3215           | 0.06                        | -4.6808   | 3.0408           | 0.12             |
| Capacita                       | 0.7965   | 0.1527           | 0.00                        | 7.5093  | 1.6686           | 0.00             |
| Estrategias Innovación         |  |                  |                             |   |                  |                  |
| Asist. Técnica                 | 1.0275   | 0.1410           | 0.00                        | 8.5704  | 1.4959           | 0.00             |
| Mej Diseño Prod                | 0.2391   | 0.2351           | 0.31                        | 3.1231  | 2.2713           | 0.17             |
| Mej Tec. Prod                  | 0.5369   | 0.2369           | 0.02                        | 4.4989  | 2.4721           | 0.07             |
| Prod Nuevos Exist Mcdo         | 0.1026   | 0.1857           | 0.58                        | 1.1876  | 1.8778           | 0.53             |
| Prod Nuevos                    | 0.2691   | 0.1784           | 0.13                        | 1.3161  | 1.6600           | 0.43             |
| Proc Tec Nuevos                | 0.3178   | 0.2176           | 0.14                        | 0.4922  | 1.9499           | 0.80             |
| Mej Sust Tec                   | 0.2279   | 0.2356           | 0.33                        | 4.8462  | 2.4642           | 0.05             |
| Mej Org Procesos               | 0.5701   | 0.2404           | 0.02                        | 3.2496  | 2.8004           | 0.25             |
| Mej Pres Prod                  | -0.2951  | 0.2494           | 0.24                        | -1.7308   | 2.6869           | 0.52             |
| Constante                      | -2.9679  | 0.2063           | 0.00                        | -27.8325  | 3.5922           | 0.00             |
| Num obs = 3,273                |  |                  | Num obs = 3,273             |   |                  |                  |
| Wald chi2(31) = 356.25         |  |                  | LR chi2(31) = 353.09        |   |                  |                  |
| Prob > chi2 = 0.0000           |  |                  | Prob > chi2 = 0.0000        |   |                  |                  |
| Log pseudo-likelihood = -244.8 |  |                  | Log likelihood = -419.22371 |   |                  |                  |
| Pseudo R2 = 0.4782             |  |                  | Pseudo R2 = 0.2963          |   |                  |                  |

Fuente: INEI (1998) EAAA. Elaboración propia. Contiene variables dicotómicas de subramas (ciu 3 dígitos).

En lo referente a las estrategias de recursos humanos tal como había sido analizado en la tercera sección, las empresas que capacitan a sus trabajadores tienen más incentivos para innovar, lo cual resulta lógico, en tanto son dos variables que para tener efecto deben ser aplicadas de manera complementaria.

En cuanto a las estrategias de innovación las empresas que contratan asistencia técnica son más propensas a innovar, lo mismo que las firmas que se dedican a mejorar sus técnicas de producción

y las que mejoran la organización de sus procesos productivos. Como ya ha sido analizado en otros estudios (Mullin 2002 y García, 2004) por la fase de desarrollo en la que se encuentra el país, resulta comprensible que la principal estrategia de innovación sea la adquisición de esta a través de fuentes externas, como la compra de activo fijo o la contratación de asistencia técnica, pues no sería rentable crear tecnología que ya ha sido creada en otras latitudes.

Al igual que en caso de la incidencia, las principales variables que influyen en una mayor inversión en I&D por trabajador según los resultados del modelo tobit son el tamaño de la firma, la participación de mercado, la contratación de asistencia técnica, y en lo que respecta a las estrategias de innovación las empresas que destinan recursos a la mejora de sus técnicas de producción son las que invierten relativamente más en I&D.

La segunda etapa del modelo estructural es la que expresa la relación de innovación y el producto de esta con respecto a la productividad. La idea es relacionar el resultado de la I&D, en este caso expresado como el valor monetario de los productos en los cuales se aplicó la innovación, ver de qué depende este monto y ver cómo esta estimación afecta la productividad laboral (en este caso medida como valor agregado por trabajador) bajo el supuesto de que las empresas invierten en I&D para mejorar sus niveles de productividad. Es decir, en el modelo presentado la I&D no afecta directamente a la productividad, si no mas bien el producto de ésta, en este caso medido como el valor de los productos en los cuales se aplicó la innovación.

El cuadro 8, resume los resultados de la estimación de mínimos cuadrados asintóticos del modelo estructural de relaciones de I&D. Así en la primera parte se muestran los determinantes del producto de la innovación, donde como es lógico suponer la variable estimada en la primera etapa del modelo, la inversión en I&D por trabajador influye en un mayor producto de innovación, lo mismo que las variables de Lima y capacitación, así como las estrategias de innovación que inciden en la mejora de la presentación del producto y el mejoramiento de un producto ya existente en el mercado. En esta ocasión la variable de asistencia técnica no resultó significativa.

**Cuadro 8**  
**Ecuaciones de Innovación y Productividad**

|                         | <b>Modelo Tobit 2 - Innovación</b><br><i>(var dep. Ln Valor prod I&amp;D)</i>  |                  |                  | <b>Modelo ALS - Productividad</b><br><i>(var dep. Valor Agreg por trab)</i>                    |                  |                  |
|-------------------------|--|------------------|------------------|--|------------------|------------------|
|                         | <b>Coef.</b>   | <b>Err. Std.</b> | <b>P&gt;  z </b> | <b>Coef.</b>   | <b>Err. Std.</b> | <b>P&gt;  z </b> |
| Var. Estimadas          |  |                  |                  |  |                  |                  |
| Ln Inv. I&D por trab    | 1.5718   | 2.1067           | 0.06             |  |                  |                  |
| Ln Valor prod I&D       |  |                  |                  | 0.0202   | 0.0006           | 0.00             |
| Característica Empresa  |  |                  |                  |  |                  |                  |
| Ln Empleo               | -0.0292  | 1.4022           | 0.98             |  |                  |                  |
| Ln Capital por trab     |  |                  |                  | 0.9909   | 0.0021           | 0.00             |
| Antigüedad              | -0.1042  | 0.0977           | 0.29             | -0.0436  | 0.0008           | 0.00             |
| Lima                    | 2.0981   | 1.7676           | 0.04             | -0.1299  | 0.1066           | 0.22             |
| Estrategias RRHH        |  |                  |                  |  |                  |                  |
| Trab Event / Total trab | 2.8245   | 5.2197           | 0.59             | 1.4119   | 0.1650           | 0.00             |
| CL/CT                   | 4.7272   | 9.7478           | 0.03             | 0.2458   | 0.0593           | 0.00             |
| Capacita                | 6.6358   | 15.7919          | 0.07             | 0.7552   | 0.0419           | 0.00             |
| Estrategias Innovación  |  |                  |                  |  |                  |                  |
| Asist. Técnica          | -7.7927  | 18.0928          | 0.67             |  |                  |                  |
| Mej Diseño Prod         | 2.2482   | 6.7819           | 0.74             |  |                  |                  |
| Mej Tec. Prod           | 9.2250   | 9.5994           | 0.34             |  |                  |                  |
| Prod Nuevos Exist Mcd   | 6.7179   | 2.8460           | 0.02             |  |                  |                  |
| Prod Nuevos             | 1.5924   | 3.0295           | 0.60             |  |                  |                  |
| Proc Tec Nuevos         | -1.6574  | 1.7794           | 0.35             |  |                  |                  |
| Mej Sust Tec            | -8.5004  | 10.3089          | 0.41             |  |                  |                  |
| Mej Org Procesos        | -4.9159  | 7.1099           | 0.49             |  |                  |                  |
| Mej Pres Prod           | 8.8884   | 4.0332           | 0.03             |  |                  |                  |
| Constante               | 13.0512  | 58.3645          | 0.82             | -68.7453   | 34.0021          | 0.04             |
|                         | Num obs = 3273<br>LR chi2(31) = 1075.84<br>Prob > chi2 = 0.0000<br>Log likelihood = -1714.6225<br>Pseudo R2 = 0.2388 |                  |                  | Num obs = 3273<br>Prob > F = 0.0000<br>R-2 = 0.49765<br>Adj R-2 = 0.56743<br>Root MSE = 1806.3 |                  |                  |

Fuente: INEI (1998) EAAA. Elaboración propia. Contiene variables dicotómicas de subramas (ciu 3 dígitos).

A partir del resultado de la estimación anterior se calcula la ecuación de productividad, donde se observa que otras variables presentan influencia significativa en la ecuación de productividad resultan el logaritmo natural del capital por trabajador, la antigüedad de la empresa en el mercado, la proporción de trabajadores eventuales sobre el total, la proporción del costo laboral sobre el costo total de la empresa (CL/CT) y la capacitación. Estos datos indicarían que las

empresas con mayor activo fijo (más grandes) son más productivas y que la experiencia influye también sobre esta variable; asimismo, en lo referente a estrategias de recursos humanos, las empresas intensivas en mano de obra son más productivas, es decir, las empresas que cuentan con mayor cantidad de trabajadores calificados son relativamente más productivas, lo que se corrobora con el signo positivo y significativo del coeficiente de la variable capacitación.

Finalmente, sobre la variable objeto del estudio, se observa que la elasticidad del producto de la inversión en I&D respecto a la productividad laboral es de 2%, y estadísticamente significativa, cifra coherente con los resultados de ecuaciones similares<sup>32</sup>, donde el bajo valor es atribuido a la existencia de pocas firmas comprometidas en actividades de I&D.

---

<sup>32</sup> Véase Cameron (1998).

## VI

# PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN EN I&D EN EL PERÚ

En los capítulos previos se ha revisado tanto el aspecto teórico como empírico de los efectos de la inversión en I&D; bajo un enfoque de estrategia para generar o mejorar los niveles de competitividad en la empresa. También se constata que la inversión en tecnología e innovación sirve igualmente para el desarrollo y bienestar humano, en un contexto de aumento de vulnerabilidad a propósito de la globalización y apertura comercial.

En lo que respecta al efecto sobre la capacidad competitiva de la firma, de acuerdo con Cohen y Levinthal (1989) existe un carácter dual de la inversión en I&D, es decir, ésta no debe ser vista sólo como una forma de idear nuevos procesos productivos o nuevos productos, sino también como una manera de desarrollar y mantener capacidades para asimilar y explotar la información disponible al exterior de la empresa. Aw y Batra (1998) advierten que para tener un impacto favorable en las empresas, no basta solamente con tener acceso a tecnología, sino también se debe aprender a adaptarla a las realidades específicas, difundirla al interior de la firma, y finalmente mejorarla<sup>33</sup>. Luego, estos mismos autores sugieren

---

<sup>33</sup> Aquí existe una relación de endogeneidad, puesto que para adaptar nuevos procesos tecnológicos es necesario aumentar la productividad, y también la inversión en I&D realizada de manera pertinente genera aumentos den la productividad de la empresa.

que no estará completa la inversión en I&D sino es acompañada de una política de capacitación de recursos humanos<sup>34</sup>. De esta forma la inversión en I&D, vista como una estrategia de desarrollo de capacidades tecnológicas, tendrá un impacto significativo en la productividad y distribución de salarios al interior de la firma.

La tecnología ha generado mudanzas significativas en la industria, expresadas como cambios en la producción y la estructura de costos, con serias consecuencias en los niveles de competitividad de las empresas. Esto representa un reto para los países pobres abundantes en recursos naturales y mano de obra; puesto que el éxito económico de un país depende de la competitividad de sus empresas; y las empresas para ser competitivas en la actualidad tienen que basar su producción en procesos modernos. ¿Esto es suficiente para promover la inversión en I&D?

En cuanto a los efectos sobre el bienestar de la sociedad, la I&D es una especie de bien público en tanto el productor del bien no puede apropiarse de todos los beneficios de su invención, lo cual genera externalidades positivas al resto firma y consumidores de la innovación. La naturaleza de los beneficios de la inversión en I&D y el carácter no rival y no exclusivo del conocimiento que se genera con ésta hacen que existan barreras o factores que limitan esta inversión. El camino hacia el desarrollo debería tomar en cuenta la I&D como una estrategia de competitividad y productividad. Vera-Cruz, Villa y Villegas (1994) señalan que la empresa es la unidad en la cual el proceso creativo y la innovación tecnológica se aceleran y difunden con mayor rapidez y eficacia. Sin embargo, estos mismos autores, refieren que la naturaleza de la innovación tecnológica (localizada, específica, acumulativa e incorporada a personas e institu-

---

<sup>34</sup> Autores como Diwan y Walton (1997) al igual que Tan y Batra (1998) sostienen que la inversión en tecnología es un instrumento importante para la mejora salarial de los trabajadores, cuando éstos están capacitados. En ese sentido también podría considerarse a la tecnología como una forma de incrementar la brecha salarial entre trabajadores calificados y no calificados.

ciones) confiere un peso muy importante a la participación de otras instituciones. Dada esta perspectiva, en algunos contextos la participación del sector público para colaborar con el sector privado y la comunidad científica tomó forma de política y en los años 80 surge el concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI).

El concepto de SNI define el conjunto de agentes, instituciones, articulaciones y prácticas sociales vinculados a la actividad innovadora en el interior de las naciones. Éste constituye el entorno institucional en que ocurren los procesos de aprendizaje; por ende su importancia deriva de las redes y relaciones que son necesarias para innovar. Así, mientras son importantes las conexiones internacionales de donde se «aprende la tecnología», es más importante aún la influencia del sistema nacional de educación, las relaciones industriales, las instituciones científicas y técnicas, las políticas del gobierno y la tradición cultural, entre otros factores que forman parte del SNI (Freeman, 1995).

El Perú se encuentra en la actualidad ante el reto de la innovación tecnológica para ser más competitivo. La caracterización del SNI puede contribuir al debate sobre la necesidad, la orientación y los instrumentos para formular una estrategia tecnológica que garantice una mayor coherencia en los vínculos entre los agentes y facilite el flujo de la información necesaria para la innovación y para desarrollar una trayectoria de acumulación tecnológica exitosa en términos de la teoría evolucionista.

Según Cimoli y Dosi (1994), en el entorno de la perspectiva evolucionista, la explicación de las diferencias internacionales en el proceso de acumulación tecnológica debe buscarse en las instituciones que rigen la interacción del mercado y el aprendizaje colectivo. De esta forma tres bloques importantes definen las especificidades de los sistemas nacionales de producción e innovación:

- 1) Las empresas son un depositario crucial de conocimiento, en gran medida inmerso en sus rutinas operativas que se modifican en el tiempo, debido al cambio de las normas de comportamiento y estrategias.

- 2) Las empresas están insertas en redes de vínculos con otras y también con organizaciones no lucrativas. Estas redes o sus carencias incrementan o limitan las oportunidades de enfrentar problemas o mejorar su capacidad para tal fin.
- 3) Los SNI incorporan también una noción general sobre los comportamientos microeconómicos en un conjunto de relaciones sociales, reglas y obligaciones políticas. Incluso en una escala micro adecuada las trayectorias tecnológicas pueden originar un concepto en gran medida social.

Lamentablemente, estos elementos no han sido ampliamente desarrollados en nuestra región como se puede observar en el cuadro 9, donde se describen las principales características de los SNI en Latinoamérica.

Existe una amplia evidencia empírica basada en un enfoque evolutivo del cambio tecnológico que sugiere que la dinámica innovadora depende más de los procesos de aprendizaje tecnológico que de los recursos. Dichos procesos de aprendizaje tienen un carácter acumulativo, sistémico e idiosincrático. Este enfoque con-

**Cuadro 9**  
**Características de los SNI Latinoamericanos en los años 80**

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>3 Deterioro sistema educativo</li><li>3 Pocos egresados en carreras de ingeniería</li><li>3 Transferencia tecnológica principalmente de Estados Unidos, pero débil capacidad empresarial de I&amp;D para integrarse a transferencias</li><li>3 Empresas que invierten en I&amp;D &lt; 25% del total</li><li>3 Debilidad del sistema de ciencia y tecnología para relacionarse con la industria</li><li>3 Decrecimiento de la inversión extranjera directa, y pocas redes de inversión tecnológica</li><li>3 Lento desarrollo de las telecomunicaciones</li><li>3 Débil industria electrónica y poco aprendizaje de marketing internacional</li></ul> |
|--|

Fuente: Adaptado de Freeman (1995)



sidera que el conocimiento tácito desempeña un papel importante en la dinámica innovadora e identifica a la empresa como el lugar donde se materializa la acumulación tecnológica, y al entorno institucional nacional como el espacio donde se crea una serie de externalidades dinámicas positivas. Edwards (2001) argumenta que los factores principales que determinan la innovación y asimilación de tecnología son: la educación, un buen ambiente institucional, el acceso a crédito, la infraestructura adecuada, y hasta cierto punto la apertura comercial.

En el caso peruano, uno de los problemas más significativos de la ciencia y la tecnología es la débil articulación entre los diferentes actores y funciones del sector. A pesar de los recientes esfuerzos del CONCYTEC<sup>35</sup> y del Ministerio de la Producción, la función de formulación de políticas para el sector y de creación de vínculos entre los diversos actores continua siendo débil<sup>36</sup>. La asignación de recursos públicos para el sector está poco ligada a las prioridades sectoriales. Hay poca colaboración y trabajo conjunto entre las instituciones que realizan actividades de I&D y el sector productivo. Sólo recientemente, el gobierno ha dado pasos importantes en la dirección de establecer canales regulares de participación del sector privado en las políticas y actividades del sector, como es el caso de la creación del Consejo Nacional de Competiti-

---

<sup>35</sup> El CONCYTEC es un actor clave en el sector. Su principal objetivo es promover el desarrollo científico y tecnológico del país y contribuir a la formulación de las políticas del sector. CONCYTEC financia proyectos de investigación y desarrollo, aunque el volumen de recursos invertidos en esto es pequeño (1.8 millones dólares anuales) en comparación con los recursos invertidos por universidades y otras instituciones. CONCYTEC ha liderado actividades de promoción de la ciencia y la tecnología en los últimos años, destacándose en este contexto su participación en la elaboración de un anteproyecto de Ley de Ciencia y Tecnología, así como en el establecimiento del Foro de Innovación y Descentralización que busca la identificación de oportunidades y alianzas estratégicas en el ámbito local para la promoción de la innovación. CONCYTEC ha desarrollado fuertes vinculaciones con la comunidad científica y universitaria.

<sup>36</sup> Torero y Kuramoto (2004).

vidad y de los CITEs (Centros de Innovación Tecnológica) promovidos por el Ministerio de la Producción.

Los Centros de Innovación Tecnológica están legalmente institucionalizados por la ley de CITEs N° 27267 emitida por el Congreso de la República en el año 1999, reafirmada en la ley N° 27890 en el año 2002. Su reglamento plantea los fines, funciones y servicios de los CITEs como instrumentos descentralizados de soporte tecnológico a las PYMES para la competitividad, el fomento de la productividad y la calidad a través de la oferta de sus servicios tecnológicos y el control del cumplimiento de la normalización. El objetivo es tratar de asegurar el acceso a la tecnología y al conocimiento actualizado a través de equipamiento y servicios específicos, plantas pilotos, mejora en la calificación de recursos humanos, asistencia técnica e información que permitan a las empresas superar las causas detectadas en su falta de calidad y productividad y apoyen su mayor competitividad. Esto contribuye a aumentar la producción y los ingresos por ventas y, como consecuencia, consolidar empleos de calidad.

Los CITEs prestan servicios tecnológicos<sup>37</sup> a los diferentes estratos empresariales según cadenas productivas y contribuyen al mejoramiento de la competitividad de las empresas, superando en especial la brecha tecnológica que les dificulta competir con productos de mayor valor agregado.

Según Torero y Kuramoto (2004) el rol de los CITEs promoviendo el cambio técnico en las pequeñas y medianas empresas ha sido muy importante. Pese a que la cobertura de los servicios que brindan es limitada y está circunscrita a localidades específicas, están ayudando a introducir normas y estándares de calidad y a aumentar los niveles de productividad global en este segmento de empresas.

---

<sup>37</sup> Entre los servicios tecnológicos que prestan los CITEs se encuentran: análisis y ensayos de laboratorio para el aseguramiento de la calidad de productos e insumos, normalización, diseño asistido por computadora, plantas piloto, información especializada y de tendencias, asistencia técnica y capacitación, I&D aplicada.

Sin embargo, para tener un verdadero despegue en el nivel de productividad global de las ramas industriales en las que trabajan, es necesario complementar su trabajo con otros programas que se orienten a crear vínculos con las grandes empresas. Para la priorización de las regiones y cadenas hacia la creación de los CITEs se ha tenido en cuenta:

- 1) Impacto en empleo
- 2) Eslabonamiento con recursos naturales
- 3) Potencial de descentralización
- 4) Potencial de exportación
- 5) Masa crítica de empresas
- 6) Oferta tecnológica existente
- 7) Compromiso de los agentes privados.

Uno de los servicios más importantes de los CITEs son los laboratorios de control de calidad, que promueven la normalización y estandarización de productos y procesos en los diferentes estratos empresariales; son el soporte de las acciones de asistencia técnica a las empresas de las cadenas productivas atendidas. Contribuyen de ese modo a la competitividad de las empresas, promoviendo la mejora de la calidad de sus productos.

En cuanto a su performance, el posicionamiento logrado por los CITEs creados con el aporte de la Agencia Española de Cooperación Internacional es importante. Cuentan con un componente de infraestructura tecnológica que les ha permitido brindar servicios especializados de capacitación, asistencia técnica, diseño de productos y servicios de producción demostrativa que los ha diferenciado del común de la oferta de servicios de desarrollo empresarial y les ha permitido una buena relación con las cadenas productivas. Aún así, todavía pueden encontrarse algunas dificultades en su desempeño, como por ejemplo que el CITEmadera carece de laboratorios de ensayo, y no hay ningún laboratorio orientado a madera y muebles en el Perú, y el CITEvid no tiene laboratorio agronómico. Esto dificulta el rol de apoyo del CITE para acreditar la calidad de productos de acuerdo a las normas técnicas y para hacer investigación aplicada. En el caso de CITEccal no se ha completado el eslabonamiento hacia

**Cuadro 10**  
**Perú. Algunos datos sobre los CITES**

| <b>CITES</b>  | <b>Ubicación</b>   | <b>Cadena Productiva</b>                                   | <b>Conformación</b>   |
|---|--|--|---|
| CITEccal<br>CITEmadera  | Lima<br>Villa el Salvador<br>y Unidad técnica<br>en Pucallpa | Cuero y calzado<br>Madera y muebles                        | Públicos, dependen de<br>PRODUCE. Directorio<br>empresarios líderes.  |
| CITEvid<br>CITE Frutas<br>tropicales y plantas<br>medicinales | Ica<br>Loreto  | Vitivinicola<br>Frutas tropicales y<br>plantas medicinales | Mixto. PRODUCE, Univ Nac de<br>la Amazonia, Cámara de<br>Comercio, IIAP y Gob Regional                            |
| CITE Agroindustrial<br>CEPRORUI                               | Arequipa   | Hierbas aromáticas   | Privado. ONG El Taller  |
| CITE Agroindustrial<br>MST                                    | Tacna  | Olivícola, orégano y<br>vitivinicola                       | Mixto. PRODUCE y<br>ZOFRATACNA  |
| CITE Agroindustrial   | Ayacucho   | Hortofrutícola y<br>cultivos andinos                       | Privado. CARE, IDESI, Centro de<br>Competitividad, IST Huanta,<br>Asoc. De Productores Frutícolas<br>de Ayacucho. |
| CITE Agroindustrial   | Piura  | Mango, limón, banano<br>y algarrobina                      | Privado. PROMANGO, Univ de<br>Piura, CIPCA, Cámara de<br>Comercio Piura y PRODUCE                                 |
| CITE Confecciones   | Arequipa   | Confecciones en tejido<br>plano y de punto                 | Privado. ONG El Taller  |
| CITE Industria textil<br>camélidos del Perú<br>IPAC           | Arequipa   | Confecciones textil<br>camélidos                           | Privado. Inst Peruano de Alpaca<br>IPAC   |
| CITE Metalmecánico<br>ATEM                                    | Lima   | Metalmecánica  | Privado. Gremio de Productores<br>Metalmecánicos del Cono Norte   |
| CITE Tecnologías de<br>la Información<br>Cibertec             | Lima   | Tecnologías de la<br>Información                           | Privado. Inst Superior CIBERTEC   |

el cuero y las curtiembres. Otra limitante es que, salvo el CITEmadera que cuenta con una unidad técnica en Pucallpa, y que el CITEagroindustrial de Tacna atiende la vitivinicultura, no hay suficiente infraestructura tecnológica descentralizada en esas cadenas.

Además de los CITEs no existen mecanismos institucionalizados de promoción de la inversión en I&D. Una de las alternativas que se manejaban desde comienzos del 2003 era la creación de un fondo especial para la ciencia y la competitividad (FONCYC), el cual tendría como propósito el financiamiento de actividades de I&D e innovación tecnológica en las empresas fortaleciendo los vínculos con las universidades y centros especializados, así como la provisión de recursos para la capacitación del personal de las empresas. Lamentablemente, el presupuesto inicial destinado para este fondo fue recortado significativamente, siendo utilizado solamente para financiar becas de postgrado en carreras vinculadas a la tecnología. Fondos de este tipo han tenido relativo éxito en países como Chile (FONDEF), y han financiado proyectos por alrededor de 300 millones de dólares.

Otra de las formas utilizadas por los estados para estimular el surgimiento de nuevas tecnologías son las subvenciones. Estas consisten en créditos fiscales por inversión en I&D o prestamos especiales a tasas reducidas en comparación a lo que ofrecería el mercado; de forma tal que se reduciría el riesgo inherente a este tipo de inversión. Quienes critican dichas subvenciones afirman que una de las consecuencias es la escasa generación de inversión adicional por cada dólar de ingresos fiscales sacrificados. En tanto los partidarios de estas políticas señalan que el objetivo no es tanto seleccionar proyectos de éxito, sino identificar áreas en las que en ausencia de apoyo público se producirían inversiones sustancialmente menores a las deseables, por ejemplo, debido a la existencia de externalidades o de efectos «*spillover*». Aw y Batra (1998) señalan que en Taiwán este tipo de políticas han tenido un papel preponderante en el incremento de los recursos destinados a la innovación y a la capacitación de los trabajadores en las empresas.

En suma, de las políticas de promoción de la inversión en I&D e innovación pueden ser tipo tributaria o de financiamiento externo. En nuestro país se está apostando al parecer por una del segundo tipo a través de los CITEs, donde estos asumen el costo inicial de la creación de un laboratorio para que las empresas puedan hacer pruebas para sus productos. Lamentablemente, esto aun no es suficiente, en tanto la inversión en I&D como proporción del PBI no ha

mostrado signos de crecimiento en los últimos años, y de hecho en comparación con las cifras de mediados de los años 80 ha disminuido. Es decir, mientras los esfuerzos dirigidos a la promoción de políticas de ciencia y tecnología no se conviertan en políticas sistemáticas que eliminen o disminuyan los riesgos de la inversión en I&D será difícil incorporar valor agregado a la producción nacional y por ende seguirá disminuyendo la competitividad de nuestras empresas.

## VII

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el Perú, así como en América Latina, existe la certeza de que la baja propensión a innovar es uno de los factores que explican los diferenciales de productividad observados en un conjunto de actividades industriales respecto a los patrones internacionales. Así, en términos de la teoría evolucionista, las brechas tecnológicas entre países, son resultado de patrones de I&D diferentes. Estas brechas tecnológicas tienen una base microeconómica, debido a las distintas capacidades tecnológicas de las empresas (Kuramoto y Torero, 2004). En ese sentido el presente documento intenta brindar evidencia para entender cómo se manejan los cambios técnicos en las empresas, y cuáles son los factores que incentivan esta inversión. De forma tal que, sobre la base de esa información se generen propuestas de políticas que busquen la modificación de conductas empresariales.

Durante el desarrollo del presente trabajo de investigación, se ha podido corroborar que el Perú se encuentra en una fase de desarrollo primaria en lo que respecta a tecnología, es decir, resulta más rentable aún «copiar» o «adquirir» tecnología que ya existe en otros sitios. De hecho, en el análisis estadístico revisado en la tercera sección se indica que ésta es la principal estrategia de innovación (80%), además de la contratación de asistencia técnica externa (60%) de las pocas empresas que invierten en actividades tecnológicas (entre el 1 y 2% dependiendo la fuente). De esta forma el resultado del análisis del sistema estructural de ecuaciones simultáneas que reflejan las relaciones de innovación en la empresa, muestra que si

bien existe una elasticidad positiva del producto de la I&D con respecto a la productividad laboral (2%) esta es baja, debido justamente a la baja proporción de empresas que destinan recursos a la I&D e innovación tecnológica.

En lo que respecta al análisis de políticas y el papel del Gobierno en la innovación tecnológica, se puede aseverar que éste debería ir más allá que el hecho de abrir una simple ventanilla financiera. Así, la necesidad de más recursos públicos está lejos de ser el único problema del sistema de ciencia y tecnología en el Perú. Hay otros asuntos, en especial, la grave e histórica dificultad para integrar a las empresas al sistema científico tecnológico y, como consecuencia, sus serias deficiencias para convertir resultados científicos en beneficios económicos y sociales. Según Mullin (2002), el Gobierno debe crear y fortalecer marcos institucionales propicios y adecuar las funciones que tienen lugar en el desarrollo de un Sistema Nacional de Innovación, es decir:

- Impulsar nuevos servicios tecnológicos y mejorar los existentes, adecuar los marcos legales, crear nuevas estructuras;
- Promover la articulación de las demandas tecnológicas empresariales con las ofertas;
- Inducir el desarrollo de capacidades para diseñar buenos proyectos.

Entre los principales esfuerzos realizados por el Estado para la promoción de la I&D en las empresas se analiza en el documento el caso de los CITEs, los cuales a pesar de sus avances en la provisión de infraestructura para la I&D y asistencia técnica, aun no cuentan (en algunos casos) con los elementos necesarios para la certificación de insumos y bienes finales, como sucede en CITE-vid y CITE madera. Asimismo, la sexta sección del documento presenta algunas alternativas la promoción de la I&D en las empresas, tales como la creación de fondos de inversión de I&D y subsidios o créditos fiscales; los cuales han funcionado con relativo éxito en países como Chile y Taiwán.

El análisis anterior puede inducir a sugerir que los créditos fiscales a la compra de equipos y la asesoría brindada por los CITEs,



aplicadas en un marco de una política coherente podrían tener un impacto importante en la productividad de las empresas. Por otro lado estas iniciativas no llegarían a prosperar ni a mejorar la calidad de vida de la población si no van acompañadas de una política de formación y capacitación de recursos humanos. De hecho estudios como el de Chacaltana y García (2001) y Chacaltana (2004) muestran como las políticas de capacitación tienen efectos sobre la productividad en las empresas; incluso en el análisis empírico desarrollado en este documento se pudo corroborar que una estrategia de innovación está correlacionada con las de capacitación (relación de I&D modelo probit) y que el efecto del producto de la I&D tiene impacto en la productividad de manera conjunta con la variable dicotómica que representa la capacitación en la firma en la estimación de la relación de productividad.

Estos resultados reafirman la importancia de una institución para acoplar las diferentes clases de conocimientos en un marco productivo, y un propósito común para asegurar que el resultado sea productivo. A nivel macro la institución que facilita esa colaboración es el gobierno, mientras que a nivel micro ese rol es asumido por la empresa. Como ya ha sido analizado, las instituciones o vínculos son inexistentes y la cantidad de empresas comprometidas en actividades de I&D es mínima, por lo que en suma el SNI está bastante lejos de ser considerado un sistema, y por ende las empresas cada vez más alejadas de estándares internacionales de competitividad. Debido a la importancia de la innovación tecnológica en el desarrollo nacional y a sus efectos en el incremento de la calidad de vida de las personas se debe abrir un gran debate social sobre el funcionamiento del SNI. Dicho debate debería culminar en un pacto de Estado que defina un marco, estable y sostenido, no sólo para la investigación científica, sino para todo el sistema. Puesto que la ciencia no puede tratarse como algo desligado del quehacer económico, sino como una parte de un mecanismo más amplio, cuyo fin es el progreso económico y social, la competitividad de nuestras empresas y la calidad de vida de nuestros compatriotas.

## VIII

# BIBLIOGRAFÍA

- Aw, B. Y. and G. Batra. (1998) «Technological Capability and Firm Efficiency in Taiwan (China)». *The World Bank Economic Review* 12 (1): 59-79.
- Cameron, G. (1998) «Innovation and Growth: a survey of the empirical evidence». Oxford University Working Paper.
- Cantwell, J. (2001) «Innovation, Profits and Growth: Schumpeter and Penrose». Working-Papers Economics and Management Series, vol. 13, n.427, Reading University Business School
- Casalet, M. (1994) «La formación profesional y técnica en México». *Comercio Exterior* Vol. 44 (8): 725-733.
- Chacaltana, J. y N. García. (2001) «Reforma laboral, capacitación y productividad. La experiencia peruana». Documento de Trabajo 139. OIT: Lima.
- Chacaltana, J. (2004) «Capacitación laboral proporcionada por las empresas: El caso peruano». CIES: Lima. Mimeo.
- Chacaltana, J. (2005) «Productividad del Trabajo en el Perú». OIT: Lima. Mimeo.
- Cimoli, M. y G. Dosi. (1994) «De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación». *Comercio Exterior* Vol. 44 (8): 669-682.

- Cohen, W. and D. Levinthal. (1989) «Innovation and Learning: The Two Faces of R&D». *Economic Journal* 99 (397): 569-96.
- Crépon, B.; E. Duguet; and J. Mairesse. (1998) «Research, Innovation, and Productivity: an Econometric Analysis at the Firm Level». NBER Working Paper 6696.
- De Rivero, O. (1998) «El mito del desarrollo: Los países inviables del siglo XXI». Editorial Mosca Azul: Lima.
- Di Maio, M. (2003) «Explaining Technological Change: A Survey». DRUID Academy Winter 2003 PhD Conference.
- Diwan, I. and M. Walton. (1997) «How International Exchange, Technology, and Institutions affect Workers: An Introduction». *The World Bank Economic Review* 12 (1): 1-15.
- Dosi, G. (1997) «Opportunities, Incentives and the Collective Patterns of Technological Change». *Economic Journal*, vol.107, 1530-1547
- Dutrénit, G. (1994) «Sistema Nacional de Innovación». *Comercio Exterior* Vol. 44 (8): 666-668.
- Elster, J. (1982) «Explaining Technical Change. A Case Study in the Philosophy of Science». Cambridge University Press, Cambridge, Mass.
- Ferrantino, M. J. (1992) «Technology Expenditures, Factor Intensity, and Efficiency in Indian Manufacturing». *Review of Economics and Statistics* 74: 689-700.
- Freeman, C. (1994) «The Economics of Technical Change». *Cambridge Journal of Economics*, vol. 18, 463-514.
- Freeman, C. (1995) «The National System of Innovation in historical perspective». *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, 5-24.
- García, N. (2004) «Productividad Competitividad y Empleo: Un Enfoque Estratégico». En: García, N. (Ed.) «Políticas de Empleo en el Perú». Tomo I. Diagnóstico y Propuesta 11. CIES: Lima.

- Griliches, Z. (1987) «Productivity, R&D, and Basic Research at the Firm-Level in the 1970's». *American Economic Review* 76: 141-54.
- Inter-American Development Bank - IADB. (2001) «Competitiveness: The business of growth. Economic and social progress in Latin America». IADB: Washington.
- Instituto Peruano de Economía – IPE. (2001) «Productividad y Crecimiento Económico en el Perú». IPE: Lima.
- Katz, J. (2001) «Reformas estructurales, productividad y conducta tecnológica en América Latina». CEPAL: Santiago de Chile.
- Kuramoto, J. y M. Torero. (2004) «La Participación Pública y Privada en la Investigación y Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Perú: Una apreciación global relativa a otros países latinoamericanos». GRADE: Lima.
- López-Acevedo, G. (2002) «Technology and Firm Performance in Mexico». Technical Paper. The World Bank.
- López-Acevedo, G. (2002) «Determinants of Technology Adoption in Mexico». Technical Paper. The World Bank.
- McConnell, C. R.; S. L. Brue; and D. A. Macpherson. (2003) «Contemporary Labour Economics». McGraw-Hill: New York.
- Montoya, M. (2000) «Apuntes sobre ciencia y tecnología: Conceptos, relaciones institucionales y avances mundiales». CEPRECYT: Lima.
- Morón, E.; E. Carranza and J. Fernández-Baca. (2003) «Peru: Markets, Government and the Sources of Growth». Departamento Economía Universidad del Pacífico: Lima.
- Mullin Consulting Ltd. (2002) «Un análisis del sistema peruano de innovación: Una contribución al desarrollo del programa de ciencia y tecnología». BID/Perú Proyecto PE-0203.
- Nelson, R. R. (2001) «Evolutionary Theories of Economic Change». En Nicita, A and Pagano, U. (eds.), *The Evolution of Economic Diversity*. Routledge, London, pp.199-215

- Romer, P. M. (1986) «Increasing Returns and Long-Run Growth». *Journal of Political Economy* Vol. 94 (5): 1002-1037.
- Romer, P. M. (1990) «Endogenous Technological Change». *Journal of Political Economy* Vol. 98 (5): S71-S101.
- Ruttan, V. (1997) «Induced Innovation, Evolutionary Theory and Path Dependence: Sources of Technical Change». *Economic Journal*, vol.107, 1520-1529
- Saavedra, J. (2000) «Generación de empleo y evolución de los ingresos y la productividad en el Perú, 1990-1998». En: Egger, P. y N. García (Eds) «Apertura Económica y Empleo: Los Países Andinos en los Noventas». OIT: Lima.
- Saavedra, J. y M. Torero. (2002) «Union Density Changes and Union Effects on Firm Performance in Peru». Inter-American Development Bank Research Network Working Paper R-465.
- Sagasti, F. R. (1988) «Conocimiento y desarrollo: ensayos sobre ciencia y tecnología». GRADE: Lima.
- Salter, W. E. G. (1966) «Productivity and technical change». University of Cambridge Department of Applied Economics. Monographs 6. Second Edition.
- Sato, R. (1984) «R&D activities and the technology game: A dynamic model of U.S. – Japan competition». NBER Working paper 1513.
- Smith, V.; M. Dilling-Hansen; T. Eriksson; and E. Strojer Madsen. (2000) «R&D and Productivity in Danish Firms: Some Empirical Evidence». The Danish Institute for Studies in Research and Research Policy Working Paper.
- Solow, R. (1956) «A Contribution to the Theory of Growth». *Quarterly Journal of Economics* Vol. 70: 65-94.
- Solow, R. (1957) «Technical Change and the Aggregate Production Function». *Review of Economics and Statistics*, Vol. 39: 312-20.

- Stiglitz, J. (1998) «Microeconomía». Barcelona: Ariel, 1998
- Stiroh, K. J. (2001) «What Drives Productivity Growth?». Federal Reserve Bank of New York *Economic Policy Review*, pp. 37 - 59.
- Vera-Cruz, A.; J. C. Villa; y A. Villegas. (1994) «El Subsistema Nacional de Innovación en Biotecnología: el papel de los centros de investigación en México». *Comercio Exterior* Vol. 44 (8): 705-715.
- World Economic Forum. (2000) «The Global Competitiveness Report 2000». World Economic Forum and Harvard University: Geneva.
- Yoguel, G. (2000) «Creación de competencias en ambientes locales y redes productivas». *Revista de la CEPAL* 71: 105-119.

IX  
ANEXOS

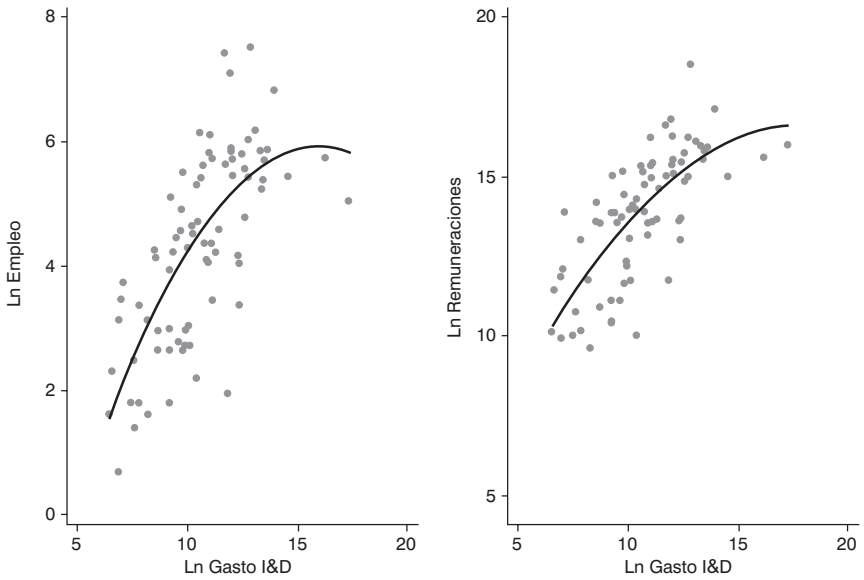
**Cuadro A1**  
**Variables Usadas en las estimaciones econométricas**

| Variable  | Obs   | Media   | Desv. Std. | Min  | Max        |
|---|-------|---------|------------|------|------------|
| Ln Trabajadores   | 4,607 | 2.00    | 1.62       | 0    | 8.00       |
| Ln Obrero   | 4,607 | 1.67    | 1.46       | 0    | 7.83       |
| Trab Eventuales /total                                      | 4,607 | 0.15    | 0.32       | 0    | 0.67       |
| Ln Capital  | 4,607 | 11.32   | 3.31       | 0    | 21.29      |
| Ln Valor Agreg x trab                                       | 4,607 | 9.23    | 1.18       | 256  | 14.03      |
| Antigüedad  | 4,607 | 10.02   | 12.11      | 0    | 90         |
| Lima  | 4,607 | 0.65    | 0.48       | 0    | 1          |
| Ln remuneraciones   | 4,607 | 10.66   | 2.25       | 4.38 | 18.54      |
| Ratio CL/CT   | 4,607 | 0.30    | 4.45       | 0    | 292.16     |
| I&D   | 4,607 | 0.02    | 0.15       | 0    | 1.00       |
| Gasto I&D   | 4,607 | 12,446  | 523,677    | 0    | 33,500,000 |
| Gasto I&D/ Ventas   | 4,607 | 0.00    | 0.01       | 0    | 0.43       |
| Gasto I&D/ Trab   | 4,607 | 102.61  | 3,802      | 0    | 219,127    |
| Valor Vtas Prod Innovados                                   | 4,607 | 128,693 | 1,879,513  | 0    | 67,100,000 |
| Mej Diseño Prod   | 4,607 | 0.15    | 0.36       | 0    | 1          |
| Mej Tec. Prod   | 4,607 | 0.14    | 0.35       | 0    | 1          |
| Prod Nuevos Existentes Mercado                              | 4,607 | 0.12    | 0.33       | 0    | 1          |
| Prod Nuevos   | 4,607 | 0.08    | 0.28       | 0    | 1          |
| Proc Tec Nuevos   | 4,607 | 0.10    | 0.30       | 0    | 1          |
| Mej Sust Tec  | 4,607 | 0.12    | 0.32       | 0    | 1          |
| Mej Org Procesos  | 4,607 | 0.14    | 0.35       | 0    | 1          |
| Mej Pres Prod (%)   | 4,607 | 0.15    | 0.36       | 0    | 1          |
| Participación Mercado                                       | 4,607 | 0.01    | 0.06       | 0    | 0.94       |
| Capacitación  | 4,607 | 0.10    | 0.30       | 0    | 1          |
| Asistencia Técnica  | 4,607 | 0.06    | 0.24       | 0    | 1          |
| Sindicalización   | 4,607 | 0.01    | 0.05       | 0    | 1          |
| Var Dicotómica CIU (3 dígitos)                              |       |         |            |      |            |
| Prod alimenticios y bebidas                                 | 4,607 | 0.22    | 0.41       | 0    | 1          |
| Prod de tabaco  | 4,607 | 0.00    | 0.02       | 0    | 1          |
| Textiles  | 4,607 | 0.07    | 0.25       | 0    | 1          |
| Fab prendas de vestir; adobo y teñido de pieles             | 4,607 | 0.13    | 0.34       | 0    | 1          |
| curtido y adobo de cueros; fab. de maletas, art. talabarter | 4,607 | 0.05    | 0.23       | 0    | 1          |
| Prod madera, fab. productos de madera, corcho, paja, mater. | 4,607 | 0.03    | 0.18       | 0    | 1          |
| Fab de papel y prod de papel                                | 4,607 | 0.01    | 0.12       | 0    | 1          |
| Act de edición e impresión y reproducción grabaciones       | 4,607 | 0.10    | 0.30       | 0    | 1          |
| Fab de coque, productos de la refinación del petróleo       | 4,607 | 0.00    | 0.03       | 0    | 1          |
| Fab de sust y prod químicos                                 | 4,607 | 0.06    | 0.23       | 0    | 1          |
| Fab productos de caucho y plástico                          | 4,607 | 0.04    | 0.19       | 0    | 1          |
| Fab otros productos minerales no metálicos                  | 4,607 | 0.04    | 0.19       | 0    | 1          |
| Fab metales comunes   | 4,607 | 0.01    | 0.09       | 0    | 1          |
| Fab productos elaborados de metal                           | 4,607 | 0.08    | 0.28       | 0    | 1          |
| Fab maquinaria y equipo n.c.p.                              | 4,607 | 0.03    | 0.18       | 0    | 1          |
| Fab maquina de oficina, contabilidad e informática          | 4,607 | 0.00    | 0.03       | 0    | 1          |
| Fab maquinaria y aparatos eléctricos n.c.p.                 | 4,607 | 0.02    | 0.13       | 0    | 1          |
| Fab equipo y aparatos de radio, televisión y computadoras   | 4,607 | 0.00    | 0.03       | 0    | 1          |
| Fab instrumentos médicos, ópticos y de precisión            | 4,607 | 0.00    | 0.06       | 0    | 1          |
| Fab vehículos automotores, remolques y semirremolques       | 4,607 | 0.02    | 0.12       | 0    | 1          |
| Fab otros tipos de equipo de transporte                     | 4,607 | 0.01    | 0.08       | 0    | 1          |
| Fab muebles, industrias, manufactureras n.c.p.              | 4,607 | 0.08    | 0.26       | 0    | 1          |
| Reciclamiento   | 4,607 | 0.00    | 0.03       | 0    | 1          |

Fuente: INEI (1998) EAAA. Elaboración propia.



Gráfico A1  
Relación I&D y Empleo



Fuente: INEI (1998) EEAA. Elaboración propia.