

La Productividad y sus Determinantes: El Caso de la Industria Colombiana¹

Juan José Echavarría
Maria Angélica Arbeláez
Maria Fernanda Rosales

Febrero de 2006

Resumen: Se analiza en este estudio la dinámica la productividad de la industria colombiana en el período 1981-2002. Para ello, se realizan cálculos de la productividad total de los factores (PTF) usando técnicas semiparamétricas con datos a nivel de planta. Se muestra que la productividad multifactorial no cayó en Colombia ni en los 1980s ni en los 1990s cuando se miden adecuadamente los factores e insumos y cuando se trabaja con metodologías econométricas adecuadas. Pero puede llegarse fácilmente a la conclusión contraria cuando se trabaja con técnicas econométricas estándar como mínimos cuadrados ordinarios o efectos fijos, o cuando no se realizan los “ajustes” necesarios por utilización de capacidad, por valoración incorrecta del stock inicial de capital, y por la calificación de la mano de obra.

El trabajo sugiere que la productividad creció más en los 1990s que en los 1980s, en buena parte gracias al impacto de las reformas económicas adoptadas a comienzo de la década, y que la evolución favorable de la productividad ha estado asociada con la apertura “hacia dentro” (i.e. altas importaciones y bajos aranceles y para-aranceles) más que con las mayores exportaciones y subsidios a las exportaciones.

En Colombia innovan más las plantas que crecen (o grandes), aquellas con alta inversión (o con alta relación capital-trabajo), con bajos niveles de deuda, y aquellas que operan en sectores poco concentrados. La inversión extranjera no ha sido un factor importante en la innovación de las empresas.

¹ Se agradecen los comentarios y colaboración de Juanita González, Mauricio Villamizar y Andrés Velasco. Se toman frecuentemente párrafos completos de Echavarría,2005, de Echavarría & Villamizar,2005 y de Rosales,2004.

Contenido

<i>I. Introducción</i>	3
<i>II. La Función de Producción</i>	5
A. Técnicas Semi-paramétricas	5
B. Descripción de la Información	7
<i>III. La Evolución de la Productividad en Colombia</i>	12
A. El Modelo Estimado	12
B. Resultados de Regresión	13
C. La Evolución de la Productividad: Dos Historias Alternativas	15
<i>IV. Determinantes de la Productividad</i>	20
A. Discusión de la Literatura	20
B. Descripción de la Información	24
C. Determinantes	26
<i>V. Conclusiones</i>	30
<i>VI. Bibliografía</i>	31
<i>VII. Apéndice</i>	35

I. Introducción

El ingreso per capita de la población depende en el largo plazo de la acumulación de factores y de la eficiencia con la que éstos se usan, conocida como la productividad total de los factores (PTF). Este “residuo” suele asociarse desde Solow,1956 con el cambio técnico y ha jugado el papel prioritario en el crecimiento. Easterly & Levine,2002, por ejemplo, encuentran que la PTF explica cerca del 90% de las divergencias en el crecimiento del producto per-capita entre países. Chenery,1986, Tabla 2.2 muestra, por otra parte, que el cambio técnico ha contribuido en mayor medida al crecimiento de los países desarrollados que al de aquellos en vía de desarrollo, y Senhadji,1999 encuentra que el cambio técnico ha sido más dinámico en el Asia que en los países industrializados y mucho más dinámico que en América Latina o Africa.

Según De Gregorio & Lee,2001 el cambio técnico fue más alto en América Latina en los 1960s y 1970s, fue negativo durante la “década perdida” de los 1980s y levemente positivo en los 1990s.² Y fue más marcado en Colombia que en la mayoría de los países de la región hasta 1990. Loayza, Fajnzylber, & Calderón,2002 confirman estos resultados,³ pero también muestran que Colombia fue uno de los pocos países de la región en los que la productividad multifactorial cayó en los 1990s.⁴ Clavijo,1990 y Cárdenas,2002 encuentran un resultado similar para los 1990s en Colombia,⁵ y Cárdenas,2002 llega incluso a asociar el precario crecimiento en la productividad agregada al efecto de la violencia. Son resultados extraños por decir lo menos. Cree alguien de veras que el sector real es hoy menor productivo que hace 15 años? Fue tan precario el efecto de las múltiples reformas económicas adoptadas en los 1990s? Cómo explicar que la productividad del país haya caído durante varias décadas?

El presente trabajo analiza la evolución y determinantes de la PTF en la industria colombiana en el período 1981-2002, y pretende arrojar luz sobre algunas de las preguntas anteriores. La industria da cuenta de apenas un 15% del PIB, pero explica buena parte del comportamiento del sector “moderno” de la economía. En esencia, se muestra que la productividad multifactorial no cayó en Colombia ni en los 1980s ni en los 1990s cuando se miden adecuadamente los factores e insumos y cuando se trabaja con metodologías econométricas adecuadas. Pero puede llegarse fácilmente a la conclusión contraria cuando se trabaja con técnicas estándar como MCO o FE o cuando no se realizan los “ajustes” necesarios por utilización de capacidad, por valoración incorrecta del stock inicial de capital, y por la calificación de la mano de obra.

El trabajo también sugiere que la productividad creció más en los 1990s que en los 1980s, en buena parte debido al impacto de las reformas económicas adoptadas a comienzo

² Los valores que encuentran los autores son: 1,9% por año en los 1960s, 0,7% en los 1970s, -2% en los 1980s y 0,3% en los 1990s.

³ Los números son mucho más bajos cuando se ajusta por la influencia del capita humano.

⁴ Las cifras de crecimiento de la productividad multifactorial que presentan los autores son: 1,77% para los 1960s, 1,68% para los 1970s, 0,02% para los 1980s y -0,29% para los 1990s.

⁵ La caída en productividad que encuentra Clavijo para los 1980s es más de 4 veces la que encuentran los demás trabajos; también es mucho menor la caída observada para los 1990s.

de la década, y que la evolución favorable de la productividad ha estado asociada con la apertura “hacia dentro” (i.e. altas importaciones asociadas con bajos aranceles y para-aranceles) más que con las mayores exportaciones y subsidios a las exportaciones. Encuentra una relación negativa entre productividad e impuesto a las utilidades, una conclusión importante hoy, cuando la Administración Uribe se embarca en programas de exenciones sustanciales al sector real de la economía.

Se encuentra que en Colombia innovan más las plantas que crecen (o grandes), aquellas con alta inversión (o con alta relación capital-trabajo), con bajos niveles de deuda, y aquellas que operan en sectores poco concentrados. La inversión extranjera no ha sido un factor importante en la innovación de las empresas.

Además de la introducción, el estudio consta de cuatro secciones: la segunda presenta la metodología utilizada y describe la información; la tercera obtiene una función de producción para Colombia y describe la evolución de la productividad en el país y en las diferentes regiones y muestra su contribución al crecimiento; la cuarta discute el impacto de diferentes variables sobre la productividad y compara nuestros resultados con los de otros trabajos para Colombia y otros países. La sección quinta presenta las principales conclusiones.

II. La Función de Producción

A. Técnicas Semi-paramétricas

Las aplicaciones empíricas de los modelos tradicionales estiman la productividad como el residuo de la función de producción, ya sea a partir del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), o de técnicas de efectos fijos (EF). Sin embargo, la literatura reciente ha encontrado que los factores productivos e insumos tienden a estar correlacionados con la productividad, lo que conduce a que los estimadores obtenidos bajo estos métodos estén sesgados (suponen que los parámetros de la función de producción son exógenos).

En este contexto, recientemente se han desarrollado métodos para corregir estos problemas dentro de los que se destacan los estudios de Olley & Pakes, 1996 y Levinsohn & Petrin, 2000. Los autores han desarrollado técnicas para corregir el sesgo con base en variables relacionadas con el proceso productivo las cuales son usadas como *proxy* de la productividad. El primero usa la demanda de inversión como *proxy*, mientras que el segundo utiliza la demanda por insumos intermedios. Ambos trabajos establecen técnicas semi-paramétricas de estimación con base en información a nivel de firma.

El modelo de Levinsohn & Petrin, 2000 que emplearemos en este trabajo parte de una transformación logarítmica a una función de producción tipo Cobb-Douglas⁶ cuyos argumentos (insumos) son el capital (k), el número de empleados (l) – calificados y no calificados-, el consumo de energía eléctrica (e) y el consumo de materias primas (mp):

$$q_t = \beta_0 + \beta_k k_t + \beta_l l_t + \beta_e e_t + \beta_m mp_t + u_t \quad (1)$$

Se asume que el error u se descompone en dos elementos: la productividad de la firma, ω_t , o componente de la productividad transmitida a los factores (no observada por el econometrista) y un error ε_t con media cero y no correlacionado con la escogencia de los insumos, (representa los choques no esperados en productividad).

$$u_t = \omega_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

La diferencia entre ω_t y ε_t consiste en que la primera es una variable de estado y por lo tanto impacta las decisiones de la firma; no es observada por el econometrista pero puede afectar la escogencia de los insumos, y conduce al conocido problema de simultaneidad en la estimación de la función de producción⁷.

La endogeneidad en los factores productivos puede observarse en la ecuación (1). Por ejemplo, si la escogencia de un factor o insumo variables (como el trabajo, la energía o las materias primas) en t responde a la productividad no observada ω_t , entonces este factor productivo estaría correlacionado positivamente con ω_t , lo cual implicaría que el estimador de la elasticidad del producto al trabajo estaría sesgado positivamente.

⁶ Sobre la validez de este tipo de funciones ver Griliches & Mairesse, 1998.

⁷ Los estimadores que ignoran la correlación ente los insumos y este factor no observable (MCO) conducen a resultados inconsistentes.

Adicionalmente, no es clara la dirección del sesgo en el coeficiente del capital. Dada su característica de insumo quasi-fijo, puede no estar correlacionado (o débilmente) con la productividad. Si esto ocurre y los niveles de capital están correlacionados con insumos variables como el trabajo, en términos econométricos, esto podría implicar que un sesgo positivo en un coeficiente puede transmitirse en un sesgo negativo en el otro, ya que ambos se estiman simultáneamente. No obstante, si el capital está positivamente correlacionado con la productividad, el estimador de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) puede ser mayor.

Para resolver los problemas de simultaneidad, Levinsohn & Petrin, 2000 (en adelante LP) utilizan como *proxy* de la productividad no observada la demanda por insumos intermedios por parte de la firma⁸, la cual depende de las variables de estado ω_t y k_t :

$$mp_t = mp_t(\omega_t, k_t) \quad (3)$$

Se supone que la demanda por insumos intermedios es una función monótona y estrictamente creciente en ω_t . Así, es posible invertir la ecuación (3) y expresar la productividad en términos de las variables de control de la firma m_t y k_t :

$$\omega_t = \omega_t(mp_t, k_t) \quad (4)^9$$

La función de producción estaría ahora dada por:

$$q_t = \beta_0 + \beta_k k_t + \beta_l l_t + \beta_e en_t + \beta_m mp_t + \omega_t(m_t, k_t) + \varepsilon_t \quad (5)$$

Puesto que no se conoce la forma funcional de ω_t , los coeficientes de la función de producción no se pueden estimar por el método de MCO. Como la ecuación (5) es parcialmente lineal, el modelo debe estimarse usando métodos semi-paramétricos. Los autores proponen un proceso de estimación en dos etapas a partir de un panel de firmas.

En términos generales, la primera etapa consiste en estimar los coeficientes de los insumos de trabajo y energía (de aquellos factores de producción diferentes a la *proxy* de la productividad). Para esto, se incorpora en la ecuación (5) una aproximación polinomial de orden 3 en capital y materias primas y se estima por MCO. En la segunda etapa se buscan estimadores de los parámetros del capital y las materias primas. Para esto, se encuentra una expresión para el error de la función de producción que será la función a minimizar. En este proceso, L-P suponen que la productividad, ω_t , sigue un proceso de Markov de primer orden. El problema de minimización del error se soluciona utilizando el método generalizado de momentos para obtener los estimadores de β_k y β_m .

Las ventajas de calcular la productividad bajo técnicas semiparamétricas han sido

⁸ Olley y Pakes (1996) utilizan como *proxy* de productividad la función de inversión de la firma la cual depende del capital y la productividad. No obstante, Levinsohn y Petrin encuentran algunos problemas en el uso de la inversión como *proxy*. En primer lugar la inversión es una variable muy desigual (*lumpy*) debido a que incorpora costos de ajuste sustanciales y en consecuencia no responde “suavemente” a los choques en productividad (como sí lo hacen los insumos intermedios). En segundo lugar, y en parte como resultado de los costos de ajuste, existen firmas cuya inversión ha sido nula en algún momento del tiempo y la inversión como *proxy* es sólo válida para aquellas firmas que reportan inversión diferente de cero.

⁹ Por lo tanto, esta función es estrictamente creciente en m_t .

probadas en diferentes trabajos aplicados a nivel internacional. Para el caso de la industria chilena, por ejemplo, los estudios de Levinsohn & Petrin,2000 y Pavcnik,2001 a nivel sectorial evidencian que los coeficientes de los insumos (p.e. trabajo y materias primas) están sesgados positivamente bajo los métodos tradicionales de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y efectos fijos (EF), mientras que el capital resulta sesgado negativamente para la mayoría de sectores.

El primer estudio utiliza como *proxy* de la PTF las materias primas y la energía mientras que el segundo usa la inversión. El caso brasilero es estudiado por Muendler,2002 utilizando también la inversión como *proxy* de la PTF para 27 sectores industriales. Este trabajo encuentra igualmente que los parámetros de los insumos variables están sesgados positivamente cuando se estiman con técnicas de EF. Pero, contrario a los anteriores trabajos, los coeficientes del capital están sesgados positivamente bajo EF lo que sugiere una correlación positiva entre este insumo y la productividad.

Para el caso de la industria manufacturera en Colombia, el trabajo pionero de Medina, Melendez, & Seim,2002b estima funciones de producción a nivel sectorial con datos de la *Encuesta Anual Manufacturera* del DANE entre 1977 y 1999 utilizando como *proxy* de la productividad no observada la demanda de insumos intermedios. Respecto al sesgo de los coeficientes, en la mayoría de los sectores, los autores encuentran una sobrestimación de los coeficientes de trabajo, energía y materias primas calculados bajo el método de MCO. El coeficiente del capital no resulta significativo en algunos sectores y cuando es estimado por MCO presenta un sesgo negativo. Fernández,2003 también aplica esta metodología para el periodo entre 1981-1991 y encuentra sesgos positivos para los coeficientes de los insumos variables estimados por MCO frente a aquellos estimados usando LP. El trabajo evidencia una sobrestimación en el parámetro del capital en la mitad de los sectores.

Es importante resaltar que existen métodos alternativos a las técnicas semiparamétricas que también solucionan los problemas de las mediciones tradicionales. Eslava, et al.,2004, por ejemplo, utilizan la metodología de variables instrumentales propuesta por Syverson,2005 para estimar la función de producción de la industria Colombiana. Syverson señala que las firmas cuando contratan insumos y factores productivos tienen en cuenta no sólo la productividad sino también la demanda esperada, especialmente bajo condiciones de mercados segmentados regionalmente. Propone el uso de variables instrumentales de demanda local para estimar la función de producción. Eslava, et al.,2004 utilizan como instrumentos los precios de la energía y de las materias primas y encuentran que los coeficientes del trabajo y las materias primas están sesgados positivamente cuando se estiman por MCO mientras que los del capital y la energía están sesgados negativamente.

B. Descripción de la Información

Para la estimación de la función de producción se utilizaron los datos de la *Encuesta Anual Manufacturera* (EAM) del DANE, para un panel desbalanceado de firmas entre 1981 y 2002. El producto fue calculado a partir del valor nominal de la producción bruta

deflactada por el índice de precios para el sector CIIU a 3 dígitos correspondiente.¹⁰ Se obtuvo el número de empleados no calificados y el número de empleados calificados ajustado por los salarios relativos; el stock de capital ajustado por capacidad utilizada y por el stock inicial según la metodología propuesta por Harberger,1969 ; el consumo de materias primas reales y el consumo de energía eléctrica en kilowatios.

Para los cálculos de empleo se utilizó la información del DANE sobre personal ocupado. Dado que el DANE ha variado las categorías operacionales reportadas,¹¹ se decidió trabajar en la siguiente forma para los cálculos del empleo no calificado (Inc) y calificado (Ic). El trabajo no calificado corresponde a la suma de obreros y aprendices entre 1981 y 1991, a la categoría de obreros entre 1992 y 1994, al personal de la producción entre 1995 y 1999 y a los obreros y operarios a partir de 2000. El trabajo calificado se obtuvo como la suma de técnicos, directivos y empleados entre 1981 y 1991, de empleados de la producción y personal de administración y ventas entre 1992 y 1994, entre 1995 y 1999 como la serie de personal de administración y ventas y desde 2000 como la suma de profesionales, técnicos y tecnólogos y de personal de administración y ventas.

Resulta apropiado considerar la heterogeneidad en las habilidades de los trabajadores cuando se trata de determinar su contribución a la producción. Siguiendo a Mulligan & Sala-i-Martin,2004,¹² y con el fin de obtener una *proxy* de capital humano, se supuso que el salario relativo es un indicador aproximado de la productividad laboral: un trabajador calificado representa varios trabajadores no calificados y por ello gana más. Si l_c^{orig} es el número de trabajadores calificados originalmente reportado por el DANE, se construye el indicador l_c con base en los salarios relativos (w_c y w_{nc}) reportados.

$$l_{c_orig} \cdot \left(\frac{w_c}{w_{nc}} \right) = L_c \quad (5)$$

El valor de las materias primas corresponde a su consumo nominal durante el proceso de producción deflactado por el índice de precios al productor para esa categoría de materias primas. Como deflactores se utilizaron Jjj .La energía eléctrica corresponde a la cantidad de kilowatios consumidos.

Stock de Capital (cálculo de K_{cu} y de K_{cu}^h)

La *Encuesta Anual Manufacturera* (EAM) reporta el valor en libros de los activos

¹⁰

¹¹ Entre 1981 y 1991 el personal ocupado se subdividió en 5 grupos: obreros y operarios, aprendices, técnicos nacionales y extranjeros, directivos y empleados. Entre 1992 y 1994, el Dane reportó estadísticas de empleo para dos grupos: personal de la producción y personal administración y ventas. El primero se subdividió en obreros (corresponde a la sumatoria de las anteriores categorías de obreros y operarios y aprendices) y empleados de la producción (corresponde a los técnicos nacionales y extranjeros). El segundo equivale a la suma de las anteriores categorías de empleados y directivos. Entre 1995 y 1999, el empleo sólo se subdividió en personal de la producción (que corresponde a los anteriores grupos de obreros, aprendices y técnicos) y personal de administración y ventas. A partir de 2000, el Dane volvió a presentar la división entre obreros y operarios y profesionales, técnicos y tecnólogos dentro del personal de la producción.

¹² Ver González,2004.

fijos de la planta, por tipo de activo: terrenos, edificios y estructuras, maquinaria y equipo, equipo de transporte y equipo de oficina. Para cada categoría reporta las compras, las ventas, la producción, la depreciación y la revalorización, tanto para equipo nuevo como usado. Dadas las enormes dificultades implícitas en la medición de estas variables, muchos de ellos relacionados con los cambios metodológicos en la *Encuesta* en el tiempo y con la inclusión de ajustes por inflación desde 1992,¹³ se decidió trabajar en la forma más simple posible. Se consideró que la inversión nominal coincidía con las *compras* de cada categoría, y se calculó la inversión real deflactando por los precios de la categoría CIIU más cercana.¹⁴ Posteriormente se dedujo un porcentaje de depreciación fijado exógenamente (y constante) para cada categoría: 5% anual para edificios y estructuras, 10% para maquinaria y equipo, 20% para equipo de transporte, y 10% para equipos de oficina.

Para cada categoría j y cada firma i , el stock de capital en el año t se calculó como:

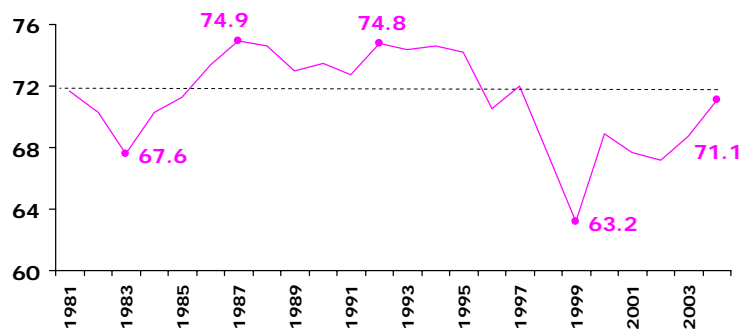
$$K_{ijt} = K_{ijt-1} + I_{bi,jt} - \delta_j K_{ijt-1} \quad (6)$$

Finalmente, para el cálculo de la variable K_{cu} se corrigió el stock calculado en (6) por la utilización de capacidad reportada por Fedesarrollo desde 1981 (Gráfico 1). El porcentaje de utilización se mantuvo en niveles relativamente bajos en la primera parte de los 1980s, tuvo valores pico en 1987 y 1992, y valores muy bajos en 1983 y 1999. Se ha recuperado nuevamente en los años recientes a valores cercanos al promedio histórico de 71.2%.

¹³ Hasta 1991, la inversión incluía la revaluación de activos (valorizaciones, ajustes por inflación y desvalorización) y posteriormente la planta reportó estos conceptos en forma separada. Por lo tanto, entre 1981 y 1991 no es posible aislar los ajustes por inflación.

¹⁴ Las compras de maquinaria y equipo se deflactaron por el índice de precios de maquinaria y equipo del Banco de la República. Las compras de equipo de oficina por el índice de precios de maquinaria de oficina, contabilidad e informática.

Gráfico 1
Capacidad Utilizada en la Industria (%)



Fuente: Fedesarrollo

Hasta comienzo de los 1990s las firmas llevaban su contabilidad a costos históricos, reportando el stock de capital como la suma de las inversiones en los distintos años, con lo cual se tiende a reportar un valor nominal bajo. Por ello, tal como lo sugiere Harberger, 1969, se procedió a calcular un proxy alternativo del stock inicial de capital (K_0^h) para luego recalculer la serie anual según la ecuación (6). Nuevamente, este stock se ajustó por el índice de capacidad utilizada para llegar a K_{cu}^h .

Para el recálculo del stock de cada clase de capital inicial en 1981 se supone que el stock de capital neto (sin depreciación) creció al mismo ritmo que la producción en el periodo:

$$\hat{K} - \delta = \hat{Q} \quad (7)$$

donde \hat{K} , \hat{Q} corresponden a las tasas de crecimiento anual del stock de capital real y de la producción real y δ a la tasa de depreciación anual. De esta forma, el stock inicial para cada clase de capital puede calcularse como:

$$K_0^h = \frac{I_b}{\hat{Q} + \delta} \quad (8)$$

donde K_0^h es el stock de capital inicial I_b es la inversión bruta real.

Una vez calculado el stock inicial para cada categoría, se calculó la relación $\frac{K_0^h}{K_0}$ entre el capital ajustado según Harberger y el capital observado para cada sector CIU 2 dígitos teniendo también en cuenta el año de creación de las plantas. Esta relación se

utilizó para recalcular el stock ajustado (Harberger) de cada tipo de capital para cada firma para su año inicial y luego se procedió a recalcular la serie completa en el tiempo según la ecuación (6).

III. La Evolución de la Productividad en Colombia

A. El Modelo Estimado

En esta sección se aplicó la metodología de estimación semiparamétrica basada en Levinsohn & Petrin, 2000 descrita en la Sección II.A. Específicamente, se estimó la siguiente función de producción logarítmica para cada firma:

$$q_t = \beta_0 + \beta_1 l_{nc,t} + \beta_2 l_{c,t} + \beta_3 en_t + \beta_4 mp_t + \beta_5 k_t + \omega_t + \varepsilon_t \quad (9)$$

Donde las letras minúsculas representan el logaritmo de la variable, q_t el producto, l_{nc} el trabajo no calificado, l_c el trabajo calificado, en la energía consumida, mp_t el valor real consumido de materias primas, k el stock de capital en activos fijos. ω_t es la productividad no observada o componente de la productividad transmitida a los factores y ε_t el error con media cero que representa los choques no esperados en productividad y no está correlacionado con los insumos.

Con base en la discusión de la Sección II.A, la función de producción estaría dada por:

$$q_t = \beta_0 + \beta_1 en + \beta_2 k + \beta_3 l_{nc,t} + \beta_4 l_{c,t} + \beta_5 mp + \omega_t(k_t, proxy) + \varepsilon_t \quad (10)$$

La estimación se hace en dos etapas para un panel de firmas, como se explica en la Sección 2. Como resultado de este procedimiento econométrico se obtienen estimadores consistentes que permiten aproximar la productividad total de los factores de cada firma de la siguiente forma (las letras en mayúsculas representan las variables originales –no en logaritmos).

$$\widehat{PTF}_{it} = \widehat{Q}_{it} - \beta_1 \widehat{EN} - \beta_2 \widehat{K} + \beta_3 \widehat{L}_{nc,t} + \beta_4 \widehat{L}_{c,t} - \beta_5 \widehat{MP} \quad (11)$$

Inicialmente, se estimó la función de producción usando como proxy de la productividad el consumo de materias primas y de energía eléctrica. Una vez se obtuvo la PTF respectiva con base en cada proxy se procedió a comprobar la relación positiva y creciente entre ambas variables para un nivel dado de capital. Para tal fin, se realizó una regresión de la productividad respectiva contra la proxy utilizada y el capital. Los resultados confirman que las materias primas cumplen con este criterio pues se obtiene un coeficiente positivo, mientras que para el caso de la energía se encuentra un parámetro estimado negativo¹⁵. Por esta razón, se utilizó el consumo de materias primas como proxy.

¹⁵ “Si la productividad aumenta a medida que se incrementa el uso del insumo intermedio proxy a través de diferentes niveles de capital, esto es empíricamente consistente con el modelo. Si la relación entre la proxy y la productividad es monótona decreciente, se podría utilizar esa proxy pero la interpretación de la productividad debe modificarse para que sea consistente con el resultado (¿por qué cae la productividad a medida que el uso del insumo intermedio aumenta dado un nivel de capital?)”. (Levinsohn y Petrin, 2001)

B. Resultados de Regresión

Se aplicó la metodología semi-paramétrica antes descrita¹⁶, y los resultados se compararon con los de metodologías estándar como MCO y EF, con el fin de corroborar los sesgos de los métodos tradicionales. Tal como se mencionó en la Sección II.B, se trabajó con 2 proxys del stock de capital: la primera de ellas (K_{cu}^h) corresponde al stock de capital ajustando el valor inicial según lo sugiere Harberger, 1969, y luego ajustando por capacidad utilizada; la segunda (K_{cu}) corresponde al stock original de capital ajustado por la utilización de capacidad. Se otorga prioridad a la primera medición por las razones expuestas más adelante. En cada caso se incluyeron 8 variables *dummy* para los 9 sectores CIU revisión 2 a 2 dígitos, y 8 variables para las 9 áreas metropolitanas con que trabaja el DANE.

Los resultados de la estimación de la función de producción con K_{cu}^h se reportan en el Cuadro 1. Los coeficientes resultan estadísticamente significativos al uno por ciento para las tres metodologías. Según LP la contribución del empleo no calificado y del empleo calificado en la producción es de 0.15 y 0.14, respectivamente, lo cual equivale a un peso de 0.29 para el factor trabajo. Por su parte, el capital contribuye con 0.41, las materias primas con 0.54 y el consumo de energía con 0.06. La suma de los coeficientes supera la unidad (1.31), pero el *Test de Wald* no permite rechazar la hipótesis nula de rendimientos constantes a escala (*p value* de 0.34).

Las metodologías alternativas (MCO y EF) presentan los sesgos esperados según la discusión de la Sección II.A. En particular, subestiman el peso del stock de capital, y sobreestiman el de algunos insumos variables como el consumo de materias primas y de energía (debido a la escasa correlación de esta última variable con la productividad y a la fuerte correlación con otros insumos).¹⁷ El coeficiente “correcto” (LP) para las materias primas es 0.54, en comparación con cifras cercanas a 0.60 para las dos metodologías alternativas; y el coeficiente “correcto” para el capital es 0.41, en relación con 0.08 para MCO y 0.23 para EF.

¹⁶ Se utilizó el algoritmo diseñado por Levinsohn, Petrin y Poi (2003) disponible en la página web del Stata Journal.

¹⁷ Este problema se explicó en el capítulo anterior.

Cuadro 1
 Función de Producción para la Industria Manufacturera Colombiana
 (K_{h_cu} , corregido por utilización de capacidad y por stock inicial - Harberger)

Variable Dependiente: Producción			
	L-P	MCO	EF
Empleo no calificado	0.15 (47.7) ^{***}	0.15 (78.3) ^{***}	0.15 (72.2) ^{***}
Empleo Calificado	0.14 (59.6) ^{***}	0.09 (67.2) ^{***}	0.07 (48.0) ^{***}
Energía	0.07 (31.5) ^{***}	0.10 (64.9) ^{***}	0.10 (55.1) ^{***}
Materias Primas	0.54 (35.9) ^{***}	0.60 (367.3) ^{***}	0.58 (315.4) ^{***}
Stock de capital (Kh)	0.41 (5.6) ^{***}	0.08 (50.9) ^{***}	0.23 (59.9) ^{***}
Dummy (sectores y área metropolitana)	X	X	
Firmas	19881	8916	8916
Observaciones	78661	78661	78661
Observaciones promedio por grupo	29	8.8	8.8
Observaciones máximas por grupo	29	22	22
Test de Wald (Ho: rendimientos constantes, p value)	0.34		

***: significativo al 1%

Fuentes: DANE y cálculos de los autores

Metodología: Levinson-Petrin (2000); la regresión se estimó para el período 1981-2002

El stock de capital se corrigió por el coeficiente de utilización de capacidad calculado por Fedesarrollo desde 1981 y por el valor inicial (Harberger, 1969)

Los resultados de la estimación con K_{cu} se reportan en el Cuadro 2. Las conclusiones son relativamente similares, con dos diferencias importantes. En primer lugar, la suma de los coeficientes de la función de producción es ahora cercana a 1 (1.03), mucho menor que el valor de 1.30 en el Cuadro anterior, pero tanto en el Cuadro 1 como en el Cuadro 2 el *Test de Wald* sugiere no rechazar la hipótesis de rendimientos constantes. En segundo lugar, y relacionado con lo anterior, se observa que el coeficiente para las materias primas es menor (0.44) que en el Cuadro anterior (0.54), y es ahora aún más claro que las metodologías alternativas tienden a sobreestimar su peso.

Cuadro 2
Función de Producción para la Industria Manufacturera Colombiana
(K_{cu} , corregido por utilización de capacidad)

Variable Dependiente: Producción	L-P	MCO	EF
Empleo no calificado	0.15 (47.5) ^{***}	0.16 (86.1) ^{***}	0.16 (75.6) ^{***}
Empleo Calificado	0.13 (55.1) ^{***}	0.09 (62.0) ^{***}	0.07 (47.2) ^{***}
Energía	0.06 (22.5) ^{***}	0.09 (58.4) ^{***}	0.09 (51.2) ^{***}
Materias Primas	0.44 (8.6) ^{***}	0.59 (357.8) ^{***}	0.57 (310.2) ^{***}
Stock de capital (K)	0.26 (6.8) ^{***}	0.08 (71.3) ^{***}	0.09 (65.2) ^{***}
Dummy (sectores y área metropolitana)	X	X	
Firmas	19881	8931	8931
Observaciones	78718	78718	78718
Observaciones promedio por grupo	29	8.8	8.8
Observaciones máximas por grupo	29	22	22
Test de Wald (Ho: rendimientos constantes, p value)	0.34		

***: significativo al 1%

Fuentes: DANE y cálculos de los autores

Metodología: Levinson-Petrin (2000); la regresión se estimó para el período 1981-2002

El stock de capital se corrigió por el coeficiente de utilización de capacidad calculado por Fedesarrollo desde 1981

C. La Evolución de la Productividad: Dos Historias Alternativas

El Gráfico 2 presenta el promedio ponderado de la productividad de las plantas,¹⁸ con K^h en el panel superior y con K en el panel inferior. Los resultados son más precisos que los del Cuadro anterior por varias razones. Entre otras, se trabaja con el estimado de Q (y no con el valor observado) y se eliminan los valores extremos (quintil superior e inferior de cada variable). Se utilizan las medias ponderadas de cada variable en lugar de las sumas.

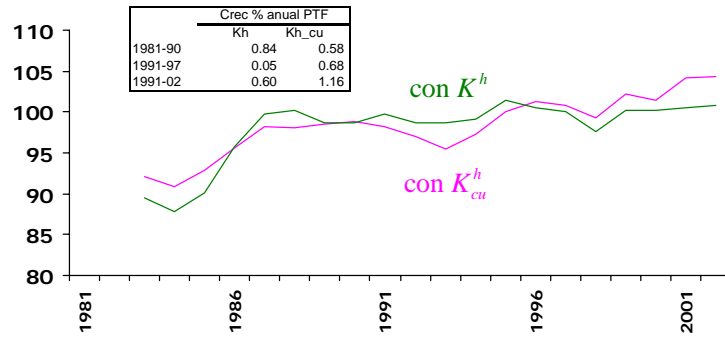
En cada caso se reportan los resultados para la variable, y para la variable ajustada por utilización de capacidad. Los resultados son muy sensibles al ajuste propuesto por Harberger, 1969, y en menor medida a la corrección por utilización de capacidad. En el panel superior se observa que la productividad multifactorial (PTF) creció tanto en los 1980s como en los 1990s, pero se elevó más en los 1990s al hacer la corrección por capacidad (K_{cu}^h crece a 1.16% por año en 1991-02 vs 0.58 por año en 1981-90). La historia es diferente, sin embargo, cuando se trabaja con K_{cu} (y con K): la productividad cae ahora

¹⁸ Para cada año se calculó el promedio ponderado de cada productividad, descartando las observaciones por debajo del primer quintil, y superiores al cuarto quintil; luego se calculó el promedio móvil de 3 años.

durante los 1980s y en los primeros 4 años de los 1990s, crece muy rápido entre 1994 y 1997 y cae nuevamente en los años posteriores. La recuperación en los años recientes es fuerte, pero desde una base muy baja. El cálculo con K_{cu} y con K arroja resultados relativamente similares.

Un ejercicio simple de “contabilidad del crecimiento” con base en la ecuación (11) indica que cuando se utiliza K_{cu}^h , los factores que en mayor medida “explicaron” el crecimiento en 1991-2002 fueron las materias primas (42.3%), el capital (38.8%) y el cambio técnico (32%); la contribución del cambio técnico es muy similar (30%) cuando se utiliza K_{cu} aún cuando se presentan divergencias para otros períodos.

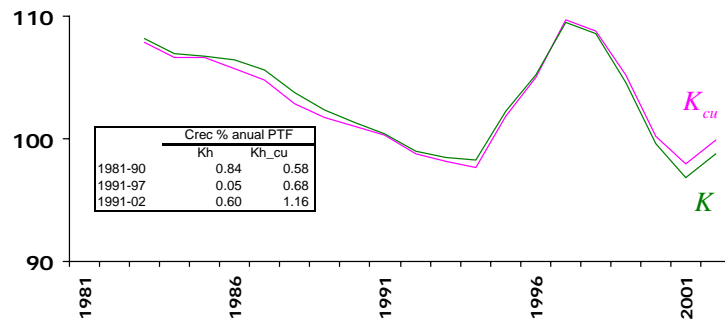
Gráfico 2
Productividad Total de los Factores, PTF (2 definiciones de stock de capital)



Kh: stock de capital corrigiendo el stock inicial; Kh_cu: idem, corregido por capacidad utilizada

Fuente: DANE y cálculo de los autores

Metodología: para cada año se obtuvo el promedio ponderado (por Q) excluyendo los valores extremos (e.g menores al 5% y mayores al 95%); promedios móviles de 3 años



K: stock de capital original; K_cu: corregido por capacidad utilizada

Fuente: DANE y cálculo de los autores

Metodología: para cada año se obtuvo el promedio ponderado (por Q) excluyendo los valores extremos (e.g menores al 5% y mayores al 95%); promedios móviles de 3 años

El Cuadro 3 presenta la contabilidad simple del crecimiento. El Panel A reporta la

tasa de crecimiento exponencial anual de la producción, de los insumos y de los factores productivos en cada período para la firma promedio.¹⁹ Los paneles (B1) y (B2) reportan el producto del coeficiente de la función de producción β_i en los Cuadro 1 y 2 por el crecimiento de la variable en el Panel (1), con \widehat{PTF} calculado como en el Gráfico 2. Finalmente, el Panel (C) reporta la contribución porcentual de PTF y de los diferentes insumos y factores al crecimiento.

El crecimiento de la producción industrial *para la firma promedio* fue mayor en los 1990s (1.8%) que en los 1980s (0.3%).²⁰ El stock de capital K_{cu}^h cayó en los 1980s y creció en los 1990s, mientras que K_{cu} creció en ambos períodos y principalmente en 1991-97. El empleo calificado l_c creció en ambas décadas, y principalmente en los 1990s mientras que l_{nc} cayó en ambos períodos.

Vimos en el Gráfico 2 que la PTF creció en los 1980s y 1990s cuando se utiliza K_{cu}^h pero cayó en los 1980s y creció en los 1990s cuando se utiliza K_{cu} . También difieren los coeficientes de la función de producción en uno y otro caso por lo que se obtienen diferentes resultados en el Panel (B).

La alta contribución de PTF al crecimiento durante los 1990 es parcialmente ilusorio, y simplemente refleja que la producción creció a pesar del bajo crecimiento en el stock de capital y en el empleo. Más significativas son las cifras para los 1990s. En este período se observa que PTF contribuyó con 64.6% del crecimiento cuando se utiliza nuestra definición preferida de PTF. Los resultados también indican que, en su orden, las materias primas, el capital y PTF (en su orden) fueron los factores que en mayor medida contribuyeron al crecimiento de la producción. Los resultados son relativamente similares cuando se utiliza K_{cu} en lugar de K_{cu}^h .

¹⁹ Para cada variable se calculó el promedio ponderado (por Q) de la información a nivel de planta para cada año. En dicho cálculo se excluyeron los valores extremos (quintil superior e inferior) de cada serie. Luego se calcularon las tasas de crecimiento de esa serie,

²⁰ Se reporta el crecimiento de la media, excluyendo el quintil inferior y superior de la variable en el período. El comportamiento de la producción total reportado por el DANE es diferente, con un crecimiento anual promedio de 2.8% en 1980-89, 0.5% en 1991-97 y 0.8% en 1991-02.

Cuadro 3
Contabilidad del Crecimiento

(A) Crecimiento (%) Anual							
	Q^{\wedge}	EN^{\wedge}	Kh_{cu}^{\wedge}	L_{nc}^{\wedge}	L_c^{\wedge}	MP^{\wedge}	K_{cu}^{\wedge}
1981-90	0.3	0.2	-0.8	-0.5	0.1	0.3	-0.9
1991-97	0.8	0.4	-0.3	-1.2	1.0	0.5	2.0
1991-02	1.8	1.0	0.3	-0.1	0.9	0.6	0.3
(B1) Bi.Crecimiento de los Insumos y Factores con Kh_{cu}							
	PTF^{\wedge}	$B1.EN^{\wedge}$	$B2.Kh_{cu}^{\wedge}$	$B3.L_{nc}^{\wedge}$	$B4.L_c^{\wedge}$	$B5.MP^{\wedge}$	
1981-90	0.6	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.1	
1991-97	0.7	0.0	-0.1	-0.2	0.1	0.3	
1991-02	1.2	0.1	0.1	-0.0	0.1	0.3	
(B2) Bi.Crecimiento de los Insumos y Factores con K_{cu}							
	PTF^{\wedge}	$B1'.EN^{\wedge}$	$B2'.Kh_{cu}^{\wedge}$	$B3'.L_{nc}^{\wedge}$	$B4'.L_c^{\wedge}$	$B5'.MP^{\wedge}$	
1981-90	-0.9	0.0	-0.2	-0.1	0.0	0.1	
1991-97	2.0	0.0	0.5	-0.2	0.1	0.2	
1991-02	0.3	0.1	0.1	-0.0	0.1	0.3	
(C1) Contribución (%) con Kh_{cu}							
	PTF	EN^{\wedge}	Kh_{cu}^{\wedge}	L_{nc}^{\wedge}	L_c^{\wedge}	MP^{\wedge}	Total
1981-90	174.1	5.0	-102.9	-21.7	2.8	42.6	100.0
1991-97	82.8	3.3	-14.1	-22.1	16.6	33.5	100.0
1991-02	64.6	3.9	6.2	-0.5	7.0	18.7	100.0
(C2) Contribución (%) con K_{cu}							
	PTF	EN^{\wedge}	K_{cu}^{\wedge}	L_{nc}^{\wedge}	L_c^{\wedge}	MP^{\wedge}	Total
1981-90	84.1	-1.2	21.6	6.5	-0.8	-10.2	100.0
1991-97	74.1	0.8	19.0	-6.7	4.6	8.1	100.0
1991-02	38.9	6.8	10.0	-1.1	13.7	31.7	100.0

\wedge : tasas de crecimiento anual: en: consumo de energía eléctrica; Kh_{cu} : stock de capital ajustando el año inicial y corrigiendo por capacidad utilizada; k_{cu} : idem, sin ajustar por año inicial; L_{nc} : empleo no calificado; L_c : empleo calificado; mp: consumo de materias primas
Fuente: DANE y cálculo de los autores

Metodología: para los cálculos del Panel (A) se excluyeron los valores extremos (quintil superior e inferior de cada variable), se calculó el promedio ponderado (por Q) para cada año y se calculó la tasa exponencial de crecimiento de la serie para cada período. El crecimiento exponencial de la productividad se tomó de las series del Gráfico 2

IV. Determinantes de la Productividad

A. Discusión de la Literatura

Se reseñan en esta Sección los hallazgos más importantes de la literatura en cuatro áreas cuyo impacto sobre la productividad ha sido objeto de discusión durante décadas y sobre las cuales se trabaja en las próximas secciones. Las variables son aquellas que se relacionan con el proceso de apertura al comercio internacional, acceso a recursos y reforma financiera, políticas tributarias y “otros” (crecimiento económico y tamaño de las firmas, inversión y relación capital-empleo (K/L), inversión extranjera y persistencia).

- Apertura

Uno de los temas ampliamente estudiado en la literatura es el efecto de la apertura sobre la productividad, con resultados que sugieren que la liberalización y la intensificación del comercio juegan un papel positivo importante. Wacziarg,2001 establece seis canales a través de los cuales la apertura puede afectar la productividad.²¹ El comercio contribuye a aumentar la productividad a través de factores como la mayor variedad y mejor calidad de los bienes intermedios, la difusión del conocimiento, la amplificación de los efectos de aprendizaje (learning-by-doing) y el aumento del tamaño de los mercados.

Los canales específicos de transmisión son varios. Por el lado de las importaciones, existe la llamada presión competitiva, que consiste en que la remoción de barreras a la importación aumenta la competencia sobre la producción local, lo que puede inducir a las firmas a adoptar procesos de innovación tecnológica; por otra parte, se presenta también una influencia de los insumos importados, que sugiere que la importación de maquinaria y equipo y de bienes intermedios de alta calidad conducen a las firmas a adoptar nuevos métodos de producción y a aumentar la eficiencia (Muendler,2002, Iscan,1998). Cameron, Proudman & Redding (1999) construyen un índice único de apertura con base en componentes principales de 4 medidas utilizadas en la literatura: X/Q, M/Q, inversión extranjera directa/producción (IED/Q) y la inversión en investigación y desarrollo (I&D/Q). Este índice tiene un impacto positivo sobre la productividad.²²

El impacto positivo de las importaciones sobre el cambio técnico aparece en Keller & Yeaple,2002 para los Estados Unidos, y en Muendler,2002 para Brasil. Pavcnik,2001 encuentra, para Chile, que la presión importadora es la variable relevante para la discusión sobre apertura y productividad (la relación entre exportaciones y productividad tampoco resulta robusta en ese trabajo), y que los sectores transables elevan su productividad entre 3% y 10% por encima de los sectores no transables cuando la economía se abre. Butler & Sánchez,2002 encuentran, para Argentina, que la liberalización arancelaria induce mayores niveles de productividad, en parte por que los aranceles elevados tienden a proteger unidades de producción obsoletas.²³

²¹ Ver también Sachs & Warner,1995 y Edwards,1998..

²² El crecimiento promedio anual en la productividad de las industrias más “abiertas” resulta 22% superior al de las industrias “cerradas”.

²³ Para Colombia ver Echavarría,1990, Fernández,2003 y Medina, Melendez, & Seim,2002a.

Para Colombia, Tybout,2000 muestra que la protección arancelaria eleva la relación precio-costos de las firmas, reduce la eficiencia promedio y no incrementa la dinámica de la productividad. Según el autor, la protección induce a los administradores a disfrutar una vida tranquila. La mayoría de mejoras en eficiencia se dan vía mejoras intra-planta que no están relacionadas con economías de escala internas o externas: eliminación de tiempos muertos y mejoras en la administración, incentivos para la innovación tecnológica y acceso a mejor maquinaria. La relación negativa entre aranceles y productividad también aparece en Medina, Melendez, & Seim,2002b y en Fernández,2003. Este último autor trabaja con información para el período 1977-1991 y encuentra un impacto negativo mayor de los aranceles en los sectores menos competitivos.

El bajo efecto de las exportaciones sobre el cambio técnico futuro es confirmado en Clerides, Lach, & Tybout,1998 y en Echavarría,2004. No hay efectos de aprendizaje luego de exportar; más bien se da un proceso de auto-selección en el cual las firmas más eficientes terminan exportando. Se trata de un debate abierto, sin embargo, y autores como Sjöholm,1997 encuentran un impacto positivo de las exportaciones sobre la productividad en Indonesia.

- Acceso a Recursos y Reforma Financiera

El desarrollo del sector productivo requiere movilizar fondos desde los ahorradores hacia los empresarios que desean invertir e innovar, por lo que la ausencia de un sistema financiero sólido o de un mercado de capitales desarrollado restringirá la posibilidad de contar con fondos externos, y obligará a las firmas a depender mayoritariamente de utilidades reinvertidas.²⁴ La disponibilidad de crédito es limitada y sesgada hacia instrumentos de corto plazo, y restringe principalmente a las firmas pequeñas que los bancos no encuentran rentable atender. En su trabajo clásico sobre el crecimiento de Inglaterra Hicks,1969, p.144-145 argumenta que los productos manufacturados durante la revolución industrial habían sido inventados mucho antes y que la innovación crítica que permitió el despegue fue la liquidez suministrada por el recientemente creado mercado de capitales.²⁵

Levine,2004 menciona cinco canales a través de los cuales el sector financiero puede influir en el crecimiento: produce información *ex ante* sobre proyectos rentables; permite el monitoreo de las firmas; facilita la diversificación y el manejo del riesgo; permite la movilización del ahorro hacia los proyectos de inversión; y promueve el intercambio de bienes y servicios. El impacto de estos canales es importante. Si el mercado de crédito en México hubiese tenido los niveles de los países de la OECD, el crecimiento anual de ese país hubiese sido 2.6 puntos mayor.

Aghion, et al.,2004 provee evidencia empírica de que el desarrollo del sector financiero reduce el efecto adverso de la volatilidad macroeconómica sobre el crecimiento y De Gregorio,1996 muestra que promueve la creación de capital humano. Rousseau &

²⁴. Por supuesto, empresarios bien conectados siempre tuvieron acceso a fondos bancarios y reemplazaron parcialmente el papel de los bancos mediante la conformación de conglomerados y grupos financieros, pero ello conllevó un acceso diferencial a los fondos bancarios y restricciones financieras.

²⁵ Citado por Levine,2004

Wachtel,2002 argumentan que el impacto es mayor cuando los niveles de inflación son bajos. Finalmente, Rajan & Zingales,1998 muestran que el sector financiero promueve tanto la expansión de las firmas existentes como la creación de nuevas firmas.

Beck, Levine, & Loayza,2000 encuentran un impacto importante del crédito sobre el cambio técnico,²⁶ sugiriendo que los bancos juegan un papel clave en el manejo y monitoreo de las firmas del sector real, y argumentan que el crédito influye más sobre el cambio técnico que sobre los montos de ahorro e inversión. No obstante, Rioja & Valev,2004 encuentran que mientras este es el caso en los países desarrollados, el mayor efecto ocurre sobre la inversión en los países emergentes. El debate permanece abierto.

A nivel de firma, son pocos los estudios que analizan los efectos de variables financieras sobre la PTF. Para Ecuador Jaramillo & Schiantarelli,1997 estudian el efecto de la estructura de madurez de la deuda y del apalancamiento de la firma sobre la dinámica de la PTF. Con respecto a la madurez de la deuda, los autores argumentan que el acceso a crédito de largo plazo mejora la productividad de la firma, ya que brinda la posibilidad de contar con mejores tecnologías; sin embargo, cuando los créditos de corto plazo van acompañados de un continuo monitoreo, también pueden incentivar a las firmas a reducir ineficiencias y aumentar la productividad.

También es ambiguo el efecto del apalancamiento sobre la productividad: puede implicar una presión financiera que lleva a la firma a ser más eficiente, pero el mayor apalancamiento también puede incentivar a los accionistas a demandar menores esfuerzos en favor de la eficiencia, ya que ellos saben que obtendrán una menor proporción de las utilidades. A través de estimaciones de funciones de producción aumentada a nivel de firma Jaramillo & Schiantarelli,1997 encuentran un efecto positivo de la deuda de largo plazo sobre la productividad de la firma, mientras que el apalancamiento financiero no resulta significativo.

Utilizando también microdata, Nucci, Pozzolo, & Schivardi,2005 analizan la relación entre la estructura financiera de la firma y su productividad. Las regresiones de la productividad total de los factores contra el apalancamiento de la firma se realizan a través de técnicas de variables instrumentales. El estudio encuentra una relación negativa entre apalancamiento financiero y productividad: firmas con menor apalancamiento son en promedio más productivas.

Para explicar esta relación, los autores encuentran evidencia de que las firmas que dependen menos de la deuda como fuente de financiamiento tienden a mostrar una proporción mayor de activos intangibles lo cual las induce a realizar actividades más innovadoras. Dicha innovación, se traslada en una mayor productividad. Es decir, una firma con menor apalancamiento financiero tiende a conducir más proyectos innovadores lo cual tiene efectos positivos sobre su PTF.

Los autores concluyen que su resultado tiene soporte en las teorías de estructura financiera basadas en costos de bancarota y conflictos de interés entre accionistas y prestamistas ya que estas teorías predicen que firmas menos apalancadas tienden a poseer

²⁶ Ver también Levine,2004, Tabla 1.

más activos intangibles y muestran un mejor desempeño de su productividad. Los resultados de la Sección IV.A apuntan en esta dirección para el caso Colombiano.

En general, los estudios sobre la deuda a nivel de firma se concentran en su efecto sobre la inversión, y en pocos casos sobre la productividad. Pero incluso sobre dicha variable, no hay consenso en torno al signo del efecto de la deuda: la relación puede ser negativa, ya que el mayor apalancamiento disminuye el colateral y aumenta la prima demandada por los prestamistas²⁷. En esta misma línea, incrementos en la deuda también pueden incrementar la probabilidad de bancarrota lo cual a su vez aumenta el costo del endeudamiento dado el mayor riesgo. Puede presentarse restricciones crediticias para empresas en esta situación lo cual afecta negativamente la inversión ya que se cuenta con menos recursos para su financiamiento.

Sin embargo, la relación también puede ser positiva, pues el elevado endeudamiento de las firmas actúa como una historia crediticia y como una buena señal para los intermediarios financieros, ampliando el acceso a los recursos. En varios países los efectos de la deuda sobre la inversión son negativos, mientras en otros son positivos²⁸. En el caso de Colombia, Arbeláez & Echavarría, 2001 mostraron una relación positiva entre el apalancamiento y la inversión en el caso de la industria.

- Políticas Tributarias

Otras variables que pueden incidir en el desempeño de la productividad son las relacionadas con las políticas tributarias. En particular, las exenciones y beneficios tributarios son factores que pueden incidir sobre el comportamiento de la productividad, en especial si se cree que estas medidas reducen las imperfecciones del mercado y promueven el desarrollo de algunos sectores. Si la carga tributaria disminuye se liberan recursos que las firmas pueden invertir en adquisición de tecnología.

Por el contrario, también existe evidencia sobre una relación negativa entre exenciones tributarias y crecimiento. El argumento principal es que los incentivos tributarios tienden a disminuir los incentivos para que las firmas sean más productivas pues estas ya ven disminuida su carga tributaria. Para Colombia, Medina, Meléndez, & Seim, 2002b analizan el impacto de las exenciones a nivel sectorial a través de una medida de beneficio tributario bajo la forma de una tasa de tributación efectiva²⁹ sobre los cambios en la productividad a nivel de firma, y no encuentran evidencia de que las exenciones mejoren la productividad.

- Otros

Varios de los resultados que se obtienen en la siguiente sección aparecen validados en la literatura. El impacto positivo del crecimiento o *Efecto Verdoorn* fue planteado originalmente por Kaldor, 1994 y aparece confirmado por otros trabajos para Colombia.

²⁷ Esto debería ser cierto para firmas más riesgosas y cuyas asimetrías de información sean más severas

²⁸ Gallego y Loayza, (2000), Devreux y Schiantarelli (1989) encuentran un efecto negativo del apalancamiento sobre la inversión al igual que Harris, Schiantarelli y Siregar (1994) y Jaramillo, Schiantarelli y Weiss (1996) quienes se enfocan en firmas pequeña. Por el contrario Harris, Schiantarelli y Siregar (1994) encuentran una relación positiva para firmas grandes y conglomerados.

²⁹ Ver detalles sobre la construcción de esta variable en Meléndez et al (2003)

Tybout,2000, por ejemplo, encuentra que las firmas grandes son más eficientes y muestran mayores márgenes de ganancia (*mark-ups*). Resultados similares se obtienen en Echavarría,1990, Chica,1996 y Villamil,1999 (la excepción es el trabajo de Pombo,1999). Puesto que las economías de escala estándar no resultaron significativas en los Cuadro 1 y 2 (el Test de Wald no permite rechazar la hipótesis de no economías de escala) Tybout,2000 tampoco encuentra evidencia de economías de escala inexploradas, por lo que la relación positiva entre PTF y la producción podría indicar otro tipo de ganancias de eficiencia).

La relación positiva entre inversión y PTF aparece confirmada en la literatura internacional, sugiriendo que el cambio técnico viene inmerso en la nueva maquinaria y equipo. El trabajo clásico a nivel internacional es el de De Long & Summers,1991. Fernández,2003 encuentra un resultado similar para la industria y Clavijo,2003 para el conjunto de la economía.

La literatura internacional tiende a mostrar que las firmas multinacionales son diferentes a las firmas locales: son más grandes, pagan mayores salarios, muestran mayores niveles de productividad, son más intensivas en capital y en la utilización de mano de obra calificada, reportan mayores utilidades y exportan más (Hanson,2001); solo algunos de estos efectos se encuentran para Colombia.³⁰

Sin embargo, la literatura internacional reciente no parece encontrar una mayor *dinámica* en productividad asociada a la inversión extranjera.³¹ Según Hanson,2001, estos resultados podrían ser explicados mediante una historia relativamente simple: las firmas multinacionales se concentran en sectores de alta productividad y, conjuntamente con las firmas locales ubicadas en esos sectores pierden competitividad relativa en el tiempo. Otra línea de argumentación, planteada por Borensztein, De Gregorio, & Lee,1999, encuentra una fuerte asociación positiva entre el acervo de capital humano y el efecto de la IED sobre el crecimiento. El efecto total puede ser incluso negativo si la inversión no está acompañada por el capital humano necesario para su implementación.³²

B. Descripción de la Información

Los datos sobre comercio tienen como fuente al DANE. Las exportaciones se obtuvieron de la EAM a nivel de firma, mientras que la variable M/Q se construyó a nivel CIU 4 dígitos y luego se asignaron dichos valores a las diferentes plantas en ese sector. Las deudas y los impuestos se construyeron a partir de la información de los estados financieros (balance y estado de resultados) construidos para las sociedades controladas por las Supersociedades y Supervalores. Dado que el estudio se concentra en el sector industrial, se calculó las variables Deuda/Activos Fijos e Imp/Utai para las firmas

³⁰ Echavarría,2004, por ejemplo, muestra que en Colombia las multinacionales exportan incluso menos que las firmas locales en los mismos sectores. Arbeláez & Echavarría,2001 encuentran que las firmas con alguna inversión extranjera directa dan cuenta de cerca de 45% de las ventas de la industria en Colombia.

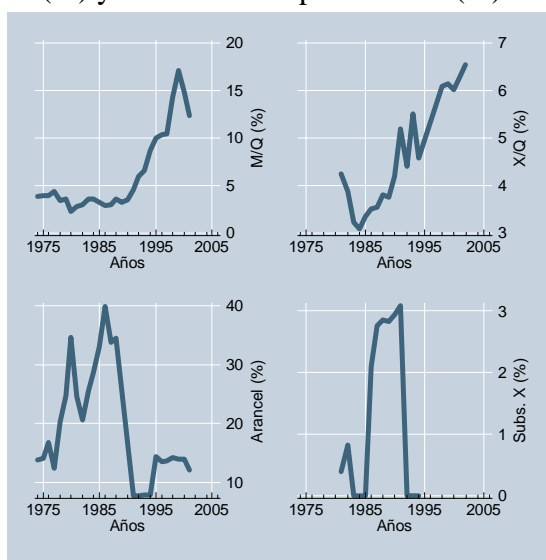
³¹ Ver Haddad & Harrison,1993 para Marruecos y de Aitken & Harrison,1999 para Venezuela, donde los autores solo encuentran un impacto positivo para las firmas con menos de 50 empleados. Ver también Tybout,2000.

³² Hanson,2001 revisa un conjunto de documentos con planteamientos similares.

pertenecientes a la industria manufacturera dentro de la base de datos. Se calculó luego la mediana para cada CIIU 2 dígitos y se anexó al panel de firmas de la EAM. Finalmente, la relación K/L se calculó a nivel de cada planta con base en la información descrita en la Sección II.B. El Gráfico 3 muestra la evolución de la variable M/Q y X/Q, el arancel a las importaciones y el subsidio a las exportaciones,³³ mientras que el Gráfico 4 muestra las variables K/L, Deuda/K y concentración – Herfindahl.

La relación M/Q creció desde niveles relativamente estables y cercanos al 5% en 1975-90 hasta 17% en 1999 y 12% en 2001. Lo contrario sucedió con los niveles arancelarios, los cuales se incrementaron fuertemente entre 1975 y 1985 (con un descenso importante entre 1980 y 1983), cayeron fuertemente desde 1988, y tuvieron un ligero repunte en la última parte de los 1990s.

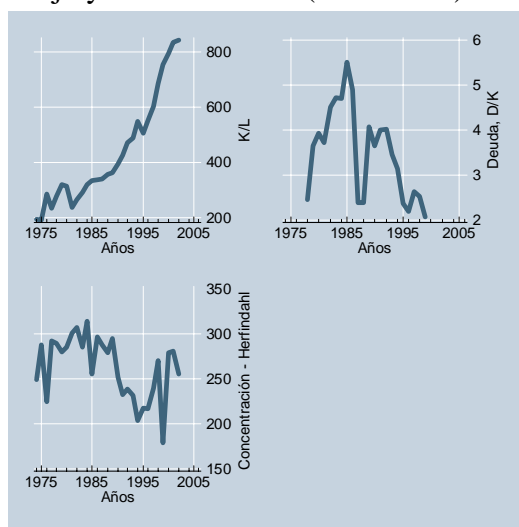
Gráfico 3
M/Q, X/Q, Arancel (%) y Subsidio a Exportaciones (%) en 1975-2002



El Gráfico 4 muestra la evolución de las variables K/L, D/K y Herfindahl (concentración). La relación K/L se ha incrementado paulatinamente en todo el período, la deuda de las empresas creció mucho entre 1978 y 1985 y ha tendido a caer a partir de entonces siendo hoy la más baja de todo el período. Finalmente, se observan niveles de concentración relativamente estables en 1975-85 decrecientes en 1985-95 y crecientes desde ese entonces. El nivel del índice de Herfindahl en 2002 es similar al de comienzos de los 1980s.

³³ En el caso de X/Q y del subsidio a las exportaciones se tomaron únicamente aquellas firmas para las cuales existen exportaciones en el respectivo año.

Gráfico 4
K/L, D/Activo Fijo y Concentración (Herfindahl) 1975-2002



El Cuadro 4 muestra las correlaciones entre las distintas variables. Solo se observa una correlación alta (0.63) entre los subsidios a las exportaciones y X/Q, con una correlación de 0.3 cuando se comparan M/Q y la concentración industrial. Se observa una correlación de -0.23 cuando se comparan la Deuda (D/K) y la Concentración. Las demás correlaciones son muy bajas.

Cuadro 4
Correlaciones entre las Variables

	Q	K/L	X/Q	M/Q	Arancel	Subsidios	Deuda	Concentración	Impuestos
Q	1.00								
K/L	0.30	1.00							
X/Q	0.19	0.06	1.00						
M/Q	0.03	0.01	0.05	1.00					
Arancel	0.04	0.05	0.04	0.19	1.00				
Subsidios	0.14	0.08	0.63	0.04	-0.00	1.00			
Deuda	-0.02	-0.05	-0.01	0.00	-0.12	-0.02	1.00		
Concentración	0.13	0.04	0.07	0.30	0.21	0.02	-0.23	1.00	
Impuestos	0.05	0.23	-0.10	0.05	0.24	-0.12	0.19	-0.02	1.00

Fuente: DANE, Superintendencia de Valores y de Sociedades y cálculos de los autores

K/L: relación capital/trabajo (calificado+ n calificado); Deuda: deuda/activos fijos; Impuestos: impuestos/utilidades antes de impuestos; M: importaciones; Q: producción; X: exportaciones; Concentración Índice de Herfindahl

C. Determinantes

Con base en la discusión de la literatura y en la información disponible se realizó un ejercicio empírico para analizar los determinantes de la productividad en la industria nacional. Se estimó una ecuación general a nivel de firma de la productividad multifactorial, y se incluyeron diferentes tipos de variables explicativas.

Se utilizó el Método de Momentos Generalizados (GMM) sugerido por Arellano & Bond, 1988, el cual permite usar variables dependientes rezagadas, controlar por efectos

individuales no observados y por endogeneidad de las variables explicativas. El método toma en cuenta la posibilidad de determinación simultánea y de causalidad inversa. Arellano & Bond, 1988 sugieren una prueba de correlación de primer y segundo orden para confirmar la validez de los instrumentos, y la prueba de Wald para detectar sobreidentificación en las restricciones. Al trabajar con primeras diferencias de las variables (como se hace en la parte central de este documento) se espera una alta correlación de primer orden por construcción, y solo la correlación de segundo orden indicará problemas de mala especificación. Arellano & Bover, 1995 proponen una metodología superior cuando el número de años es corto, pero por ser el número de años de este ejercicio superior a 8 se decidió trabajar con la primera alternativa.

Los Cuadro 5 y 7 presentan los principales hallazgos empíricos relacionados con el impacto de diferentes variables de política sobre el cambio técnico (PTF) en la industria colombiana. La diferencia entre los dos Cuadros reside en la definición de “apertura”: en un caso se trabaja con los aranceles y los subsidios a las exportaciones (variables de política), y en el otro con la relación entre las exportaciones y las importaciones con la producción (X/Q y M/Q), resultados *ex - post* de la política. Como variable independiente se utiliza la productividad total (PTF) que resulta de trabajar con el stock de capital K_{cu}^h . Los Cuadro 5). Los Cuadro A. 1 y A.2 del Apéndice reportan los resultados cuando se utiliza K_{cu} .

Las columnas (1), (3) y (5) de cada Cuadro muestran los valores de los coeficientes para especificaciones alternativas, y las columnas (2), (4) y (6) los coeficientes t y su nivel de significancia. Combinando en forma relativamente ecléctica los resultados de ambos Cuadros se observa una alta persistencia en PTF, y que el cambio técnico ha sido mayor en plantas con un alto nivel de crecimiento (o grandes), en empresas que invierten (o con alta relación K/L),³⁴ que muestran bajos niveles de deuda en el pasado y en sectores poco concentrados. El cambio técnico es mayor en empresas y sectores “abiertos” en el lado de las importaciones (alta relación M/Q o bajos aranceles) pero no se observa un impacto importante de X/Q y los subsidios a las exportaciones parecen incidir negativamente sobre la productividad. El resultado para los impuestos es contradictorio. La suma de los coeficientes significativos es positiva en uno de los Cuadros y negativo en el otro; además, en ambos Cuadros se presentan coeficientes positivos y negativos significativos (lo mismo sucede en los Cuadros del Apéndice cuando se utiliza K_{cu} en lugar de K_{cu}^h). La inversión extranjera no resulta significativa.³⁵ Se obtienen variables dummy positivas (y significativas) para Cali, y negativas para Barranquilla, y no se aparecen variables dummy significativas cuando se consideran los diferentes sectores ciu.

El número de plantas con que se trabaja en los dos Cuadros y en los Cuadros del Apéndice oscila entre 3,775 y 4,006, y el número de observaciones entre 10,548 y 17,032.

³⁴ Los coeficientes son significativos y de signo contrario para los rezagos 0 y 1, pero la suma de los dos es positiva en todos los casos en los Cuadro 5 y 5 (lo contrario sucede, sin embargo, cuando se utiliza K_{cu} en el Apéndice).

³⁵ La inversión extranjera no resulta significativa en ninguna de las regresiones de los Cuadro 5 y 6, y solo en una de las 6 regresiones de los Cuadro A. 1 y A-2, cuando no se incluye la producción en el lado derecho de la regresión.

Siempre resulta significativo al 1% el *Test de Wald* de significancia conjunta, y también resultan satisfactorios en general los resultados para los test de autocorrelación de primer y segundo orden. Bajos *p_values* para la autocorrelación de primer orden resultan por construcción, y altos *p values* para el test de autocorrelación de segundo orden indican que se puede rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación de segundo orden. Esto ocurre con menos fuerza en los Cuadros en que se trabaja con subsidios y aranceles que en los que se consideran las relaciones M/Q y X/Q.

Cuadro 5
Determinantes del Cambio Técnico en Industria (con M/Q y X/Q)

Variable Independiente: PTF para la función de producción con Kh_cu						
	Coef		Coef		Coef	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
PTF ₁	2.5E-01	(8.52)***	2.6E-01	(8.78)***	2.5E-01	(8.45)***
K/L	2.6E-05	(6.40)***	2.3E-05	(5.82)***	2.6E-05	(6.40)***
K/L ₁	-1.7E-05	-(4.66)***	-1.8E-05	-(4.64)***	-1.7E-05	-(4.64)***
K/L ₂	6.5E-07	(0.18)	1.5E-06	(0.40)	5.5E-07	(0.15)
X/Q	3.5E-04	(0.73)	3.6E-04	(0.77)	3.3E-04	(0.70)
X/Q ₁	-7.9E-06	-(0.02)	3.5E-06	(0.01)	-5.8E-05	-(0.14)
X/Q ₂	-7.1E-04	-(1.77)*	-6.5E-04	-(1.57)	-7.3E-04	-(1.82)*
M/Q	8.7E-05	(1.32)	8.4E-05	(1.26)	-1.8E-06	-(0.03)
M/Q ₁	1.6E-04	(1.87)*	1.6E-04	(1.83)*	1.6E-04	(1.89)*
M/Q ₂	4.4E-04	(4.74)***	4.5E-04	(4.75)***	3.9E-04	(4.22)***
Deuda	-3.0E-04	-(0.50)	-3.9E-04	-(0.64)	-3.6E-04	-(0.59)
Deuda ₁	-2.1E-03	-(2.76)***	-1.9E-03	-(2.49)***	-1.9E-03	-(2.50)***
Deuda ₂	-6.3E-04	-(0.83)	-6.7E-04	-(0.86)	-8.5E-04	-(1.11)
Impuestos	-4.9E-02	-(4.61)***	-5.1E-02	-(4.72)***	-5.5E-02	-(5.11)***
Impuestos ₁	3.1E-02	(2.75)***	3.0E-02	(2.67)***	2.6E-02	(2.30)***
Impuestos ₂	6.4E-03	(0.61)	5.2E-03	(0.49)	5.0E-03	(0.47)
Q	7.9E-08	(5.97)***			7.8E-08	(6.08)***
Q ₁	-1.1E-08	-(0.78)			-1.1E-08	-(0.79)
Q ₂	-8.7E-09	-(0.62)			-8.7E-09	-(0.64)
Dummy inversión extranjera	-4.9E-04	-(0.27)	1.7E-03	(1.00)	-6.0E-04	-(0.33)
Concentración-Herfindahl					-5.8E-05	-(6.15)***
Concentración-Herfindahl ₁					7.7E-06	(0.83)
Concentración-Herfindahl ₂					-2.6E-06	-(0.25)
Dummies sector y área metropolitana	X		X		X	
Plantas	3979		3979		3979	
Observaciones	17032		17032		17032	
Test de Wald	386.23		265.63		453.29	
Ho: no autocorrelación orden 1 (p value)	0.00		0.00		0.00	
Ho: no autocorrelación orden 2 (p value)	0.41		0.56		0.52	

Kh_cu: stock de capital corregido por año inicial - harberger y por capacidad utilizada; PTF: productividad multifactorial; K/L relación capital/trabajo (calificado+ n calificado); Deuda: deuda/activos fijos; Impuestos: impuestos/utilidades antes de impuestos; M: importaciones; Q: producción; X: exportaciones

***, **, *: coeficiente significativo al 1%, 5% y 10% respectivamente

Fuente: DANE, Echavarría, 2005 y cálculos de los autores

Metodología: Arellano & Bond (1998)

Cuadro 6
Determinantes del Cambio Técnico en Industria (con aranceles a las importaciones y subsidios a las exportaciones)

Variable Independiente: PTF para la función de producción con Kh_cu	Coef		t		Coef		t		Coef		t	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	PTF₋₁	2.2E-01	(5.26)***	2.2E-01	(5.39)***	2.2E-01	(5.24)***	2.2E-01	(5.24)***	2.2E-01	(5.24)***	2.2E-01
K/L	3.6E-05	(7.18)***	3.3E-05	(6.65)***	3.6E-05	(7.22)***	3.6E-05	(7.22)***	3.6E-05	(7.22)***	3.6E-05	(7.22)***
K/L ₋₁	-1.6E-05	-(3.28)***	-1.5E-05	-(3.03)***	-1.7E-05	-(3.34)***	-1.7E-05	-(3.34)***	-1.7E-05	-(3.34)***	-1.7E-05	-(3.34)***
K/L ₋₂	-2.8E-07	-(0.06)	-1.2E-07	-(0.03)	-1.1E-07	-(0.02)	-1.1E-07	-(0.02)	-1.1E-07	-(0.02)	-1.1E-07	-(0.02)
Subsidios a X	-2.8E-03	-(1.35)	-2.8E-03	-(1.34)	-2.9E-03	-(1.39)	-2.9E-03	-(1.39)	-2.9E-03	-(1.39)	-2.9E-03	-(1.39)
Subsidios a X ₋₁	-4.5E-03	-(2.48)***	-5.1E-03	-(2.84)***	-4.5E-03	-(2.47)***	-4.5E-03	-(2.47)***	-4.5E-03	-(2.47)***	-4.5E-03	-(2.47)***
Subsidios a X ₋₂	-8.6E-05	-(0.05)	-9.1E-04	-(0.53)	-1.1E-04	-(0.06)	-1.1E-04	-(0.06)	-1.1E-04	-(0.06)	-1.1E-04	-(0.06)
Arancel	2.2E-06	(0.20)	2.9E-06	(0.27)	1.1E-05	(0.96)	1.1E-05	(0.96)	1.1E-05	(0.96)	1.1E-05	(0.96)
Arancel ₋₁	3.8E-05	(1.31)	3.4E-05	(1.16)	5.0E-05	(1.73)	5.0E-05	(1.73)	5.0E-05	(1.73)	5.0E-05	(1.73)
Arancel ₋₂	-2.0E-04	-(3.06)***	-2.1E-04	-(3.13)***	-1.8E-04	-(2.65)***	-1.8E-04	-(2.65)***	-1.8E-04	-(2.65)***	-1.8E-04	-(2.65)***
Deuda	1.3E-03	(1.50)	1.0E-03	(1.22)	5.3E-04	(0.59)	5.3E-04	(0.59)	5.3E-04	(0.59)	5.3E-04	(0.59)
Deuda ₋₁	-4.5E-03	-(5.18)***	-4.3E-03	-(4.92)***	-4.2E-03	-(4.73)***	-4.2E-03	-(4.73)***	-4.2E-03	-(4.73)***	-4.2E-03	-(4.73)***
Deuda ₋₂	1.8E-03	(1.85)*	1.8E-03	(1.88)*	1.6E-03	(1.63)*	1.6E-03	(1.63)*	1.6E-03	(1.63)*	1.6E-03	(1.63)*
Impuestos	-3.6E-02	-(2.53)***	-3.9E-02	-(2.71)***	-4.6E-02	-(3.12)***	-4.6E-02	-(3.12)***	-4.6E-02	-(3.12)***	-4.6E-02	-(3.12)***
Impuestos ₋₁	6.1E-02	(4.65)***	6.1E-02	(4.61)***	5.1E-02	(3.59)***	5.1E-02	(3.59)***	5.1E-02	(3.59)***	5.1E-02	(3.59)***
Impuestos ₋₂	2.4E-02	(1.93)**	2.2E-02	(1.78)*	2.2E-02	(1.69)*	2.2E-02	(1.69)*	2.2E-02	(1.69)*	2.2E-02	(1.69)*
Q	8.9E-08	(4.62)***			8.9E-08	(4.65)***			8.9E-08	(4.65)***		
Q ₋₁	1.8E-09	(0.10)			5.8E-10	(0.03)			5.8E-10	(0.03)		
Q ₋₂	-2.0E-08	-(0.84)			-2.0E-08	-(0.84)			-2.0E-08	-(0.84)		
Dummy inversión extranjera	2.0E-03	(0.55)	3.8E-03	(1.10)	1.9E-03	(0.51)	1.9E-03	(0.51)	1.9E-03	(0.51)	1.9E-03	(0.51)
Concentración-Herfindahl					-6.6E-05	-(5.46)***			-6.6E-05	-(5.46)***		
Concentración-Herfindahl ₋₁					7.4E-06	(0.58)			7.4E-06	(0.58)		
Concentración-Herfindahl ₋₂					-1.0E-05	-(0.72)			-1.0E-05	-(0.72)		
Dummies sector y área metropolitana	X		X		X		X		X		X	
Plantas	3813		3813		3813		3813		3813		3813	
Observaciones	10798		10798		10798		10798		10798		10798	
Test de Wald	390.49		308.10		465.28		465.28		465.28		465.28	
Ho: no autocorrelación orden 1 (p value)	0		0:00		0.00		0.00		0.00		0.00	
Ho: no autocorrelación orden 2 (p value)	0.04		0.05		0.05		0.05		0.05		0.05	

Kh_cu: stock de capital corregido por año inicial - harberger y por capacidad utilizada; PTF: productividad multifactorial; K/L: relación capital/trabajo (calificado+ n calificado); Deuda: deuda/activos fijos; Impuestos: impuestos/utilidades antes de impuestos; M: importaciones; Q: producción; X: exportaciones

***, **, *: coeficiente significativo al 1%, 5% y 10% respectivamente

Fuente: DANE, Echavarría, 2005 y cálculos de los autores

Metodología: Arellano & Bond (1998)

V. Conclusiones

La productividad multifactorial creció en Colombia en los 1980s y en los 1990s cuando se miden adecuadamente los factores e insumos y cuando se trabaja con metodologías econométricas adecuadas. Creció más en los 1990s que en los 1980s, en buena parte gracias al impacto de las reformas económicas adoptadas a comienzo de la década, y su evolución favorable ha estado asociada con la apertura “hacia dentro” (i.e. altas importaciones y bajos aranceles y para-aranceles) más que con las mayores exportaciones y subsidios a las exportaciones. Se encuentra una relación negativa entre productividad e impuesto a las utilidades, una conclusión importante hoy, cuando la Administración Uribe se embarca en programas de exenciones sustanciales al sector real de la economía.

En Colombia innovan más las plantas que crecen (o grandes), aquellas con alta inversión (o con alta relación capital-trabajo), con bajos niveles de deuda, y aquellas que operan en sectores poco concentrados. La inversión extranjera no ha sido un factor importante en la innovación de las empresas.

VI. Bibliografía

Aghion, P., M. Angeletos, A. Banerjee & K. Manova, (2004), "Volatility and Growth: The Role of Financial Development", (*mimeo*), Harvard University, Department of Economics.

Aitken, B. & A. Harrison, (1999) "Do Domestic Firms Benefit from Direct Foreign Investment? Evidence from Venezuela", *American Economic Review*, v.89-3, pp.605-618.

Arbeláez, M. A. & J. J. Echavarría, (2001) "Crédito, Liberalización Financiera e Inversión en el Sector Manufacturero Colombiano", *Coyuntura Económica*, v.31-3-4, pp.73-104.

Arellano, M. & S. Bond, (1988), "Dynamic Panel Data Estimation Using Dpd. -a Guide for Users", *Working Paper 88/15*, Institute for Fiscal Studies.

Arellano, M. & O. Bover, (1995) "Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-Components Models", *Journal of Econometrics*, v.68, pp.29-51.

Beck, T., R. Levine & N. Loayza, (2000) "Finance and the Sources of Growth", *Journal of Financial Economics*, v.58-1-2, pp.261-300.

Borensztein, E., J. De Gregorio & J.-W. Lee, (1999) "How Does Foreign Investment Affect Economic Growth", *Journal of International Economics*, v.45-1, pp.115-135.

Butler, I. & G. Sánchez, (2002), "Market institutions, labor market dynamics, growth and productivity in Argentina", (*mimeo*).

Cárdenas, M., (2002), "Economic growth in Colombia. A Reversal of Fortune?", *Center for International Development (CID) Working Paper*.

Chenery, H., (1986) "Growth and Transformation", H. Chenery, J. D. Lewis, J. De Melo, & S. Robinson, *Industrialization and Growth*, Oxford University Press., pp.13-36.

Chica, R., (1996), "Crecimiento de la Productividad y Cambio Técnico en la Industria Manufacturera Colombiana: 1974-1994", (*mimeo*), DNP, COLCIENCIAS, FONADE.

Clavijo, S., (1990) "Productividad Laboral, Multifactorial y la Tasa de Cambio Real en Colombia", *Ensayos sobre Política Económica*, v.17, pp.

-----, (2003) "Crecimiento, Productividad y la Nueva Economía", *Borradores de Economía*, v.228, Banco de la Republica

Clerides, S., S. Lach & J. Tybout, (1998) "Is Learning by Exporting Important? Micro-Dynamic Evidence from Colombia, México and Morocco", *Quarterly Journal of Economics*, v.113-3, pp.903-947.

De Gregorio, J. & J. W. Lee, (2001), "Economic Growth in Latin America: Sources and Prospects", Paper presented for the Global Development Network.

De Gregorio, J., (1996) "Borrowing Constraints, Human Capital Accumulation and Growth", *Journal of Monetary Economics*, v.37, pp.49-71.

De Long, B. & L. Summers, (1991) "Equipment Investment and Economic

Growth", *Quarterly Journal of Economics*, v.106-2, pp.445-502.

Easterly, W. & R. Levine, (2002) "It's not factor accumulation: stylized facts and growth models", *Working Paper*, v.164, Banco Central de Chile

Echavarría, J. J., (2004) "Exportaciones, Productividad y Tasa de Cambio en Colombia durante los 80s y 90s. Análisis de Panel Data", *Coyuntura Económica*, pp.

-----, (2005), "Los Determinantes del Cambio Técnico en la Industria Colombiana", (*mimeo*).

-----, (1990) "Cambio Técnico, Inversión, y Reestructuración Industrial en Colombia", *Coyuntura Económica*, v.2, pp.55-78.

Echavarría, J. J. & M. Villamizar, (2005) "El Proceso Colombiano de Desindustrialización", *Borradores de Economía*

Edwards, S., (1998) "Openness, Productivity and Growth: What Do We Really Know?", *Economic Journal*, v.108-447, pp.383-398.

Eslava, M.et.al, (2004) "The Effect of Structural Reforms on Productivity and Profitability Enhancing Reallocation:Evidence from Colombia", *NBER Working Paper 10367*

Fernández, A. M., (2003) "Trade Policy, Trade Volumes and Plant-Level Productivity in Colombian Manufacturing Industries", *The World Bank, Policy Research Paper Series*, v.3064, The World Bank

González, J., (2004), "(mimeo)".

Griliches, Z. & J. Mairesse, (1998) "Production Functions: The Search for Identification", S. Strom, *Econometrics and Economic Theory in the Twentieth Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, Cambridge University Press, pp.169-203.

Haddad, M. & A. Harrison, (1993) "Are there Positive Spillovers from Direct Foreign Investment?", *Journal of Development Economics*, v.42, pp.51-74.

Hanson, G., (2001) "Should Countries Promote Foreign Direct Investment?", *G-24 Discussion Paper*, v.9

Harberger, A. C., (1969) "La Tasa de Rendimiento de Capital en Colombia", *Revista de Planeacion y Desarrollo*, v.3, pp.13-42.

Hicks, J. R., (1969) *A Theory of Economic History*, Oxford University Press.

Iscan, T., (1998) "Trade Liberalisation and Productivity: A Panel Study of the Mexican Manufacturing Industry", *Journal of Development Studies*, v.34-5, pp.123-148.

Jaramillo, F. & F. Schiantarelli, (1997), "Access to Long Term Debt and Effects on Firm Performance: Lessons from Ecuador", *Policy Research Working Paper 1275*, World Bank.

Kaldor, N., (1994) "Verdoorn's Law--The Externalities Hypothesis and Economic Growth in the U.K.: Discussion", J. E. King, *Economic Growth in Theory and Practice: A Kaldorian Perspective*, Aldershot, pp.442-445.

Keller, W. & S. Yeaple, (2002), "Multinational Enterprises, International Trade and

Productivity Growth: Firm Level Evidence from the United States", (*mimeo*).

Levine, R., (2004) "Finance and Growth: Theory and Evidence", *NBER Working Paper*, v.10766

Levinsohn, J. & A. Petrin, (2000) "When Industries Become More Productive, Do Firms? Investigating Productivity Dynamics", *NBER Working Paper*, v.6893

Loayza, N., P. Fajnzylber & C. Calderón, (2002), "Economic Growth in Latin America and the Caribbean. Stylized Facts, Explanations and Forecasts", World Bank.

Medina, P., M. Melendez & K. Seim, (2002a), "Productivity Dynamics of the Colombian Manufacturing Sector", (*mimeo*), A Report to the Interamerican Development Bank under the program "Market Institutions, Labor Market Dynamics, Growth and Productivity: An Analysis of Latin America and the Caribbean", CEDE, Universidad de los Andes.

-----, (2002b), "Productivity Dynamics of the Colombian Manufacturing Sector", CEDE, Universidad de los Andes.

Muendler, M. A., (2002), "Trade, Technology and Productivity: A Study of Brazilian Manufactures, 1986-1998", (*mimeo*).

Mulligan, C. & X. Sala-i-Martin, (2004) "Measuring Aggregate Human Capital", *NBER Working Paper Series*, v.5016

Nucci, F., A. F. Pozzolo & F. Schivardi, (2005), "Is Firm's Productivity Related to Its Financial Structure? Evidence from Microeconomic Data",

Olley, S. & A. Pakes, (1996) "The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry", *Econometrica*, v.64, pp.1263-1297.

Pavcnik, N., (2001) "Trade Liberalization, Exit and Productivity Improvements: Evidence from Chilean Plants", *Review of Economic Studies*, v.69-1, pp.245-276.

Pombo, C., (1999) "Productividad Industrial en Colombia: Una Aplicación de Números Índices", *Revista de Economía de la Universidad del Rosario*, pp.

Rajan, R. G. & L. Zingales, (1998) "Financial Dependence and Growth", *American Economic Review*, v.88, pp.559-586.

Rioja, F. K. & N. T. Valev, (2004) "Finance and the Sources of Growth at Various Stages of Economic Development", *Economic Inquiry*, v.42, pp.27-40.

Rosales, M. F., (2004) "La Productividad y sus Determinantes: El Caso de la Industria Manufacturera Bogotana", *Tesis de Maestría en Economía*, Universidad de Los Andes

Rousseau, P. L. & P. Wachtel, (2002) "Inflation Thresholds and the Finance-Growth Nexus", *Journal of International Money and Finance*, v.21, pp.277-293.

Sachs, J. & A. M. Warner, (1995) "Economic Reform and the Process of Global Integration", *Brookings Papers on Economic Activity*, v.1, pp.1-62.

Senhadji, A., (1999) "Sources of Economic Growth: An Extensive Growth Accounting Exercise", *International Monetary Fund Working Paper*, v.WP/99/77

Sjoholm, F., (1997) "Exports, Imports and Productivity: Results from Indonesian Establishment Data", (*mimeo*), pp.

Solow, R., (1956) "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, v.70, pp.65-94.

Syverson, C. W., (2005) "Market Structure and Productivity", *Ph:D Thesis*, University of Maryland.

Tybout, J., (2000) "Manufacturing Firms in Developing Countries: How Well Do They Do, and Why?", *Journal of Economic Literature*, v.38-1, pp.11-44.

Villamil, J., (1999), "Análisis de los Determinantes de la Productividad y el Cambio Técnico. Aplicación al Caso de la Industria Colombiana", (*mimeo*), Universidad Nacional de Colombia.

Wacziarg, R., (2001) "Measuring the Dynamic Gains from Growth", *The World Bank Economic Review*, v.15, pp.393-430.

VII. Apéndice

Cuadro A. 1
Determinantes del Cambio Técnico en Industria (con M/Q y X/Q)

Variable Independiente: PTF para la función de producción con K _{cu}						
	Coef	t	Coef	t	Coef	t
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
PTF₁	3.6E-01	(16.91)***	3.5E-01	(16.66)***	3.6E-01	(16.76)***
K/L	3.6E-04	(3.33)***	2.2E-04	(2.02)***	3.6E-04	(3.36)***
K/L₁	-4.8E-04	-(4.73)***	-4.1E-04	-(3.92)***	-4.8E-04	-(4.74)***
K/L₂	5.2E-05	(0.58)	1.0E-04	(1.07)	5.3E-05	(0.60)
X/Q	8.3E-04	(0.08)	7.8E-04	(0.07)	3.3E-04	(0.03)
X/Q₁	7.0E-05	(0.01)	-1.3E-03	-(0.13)	-1.2E-03	-(0.12)
X/Q₂	-2.2E-03	-(0.21)	-1.5E-03	-(0.14)	-3.2E-03	-(0.31)
M/Q	3.5E-03	(1.80)*	2.3E-03	(1.13)	1.0E-03	(0.53)
M/Q₁	7.0E-03	(3.01)***	7.5E-03	(3.17)***	6.9E-03	(2.98)***
M/Q₂	1.1E-02	(4.51)***	1.1E-02	(4.58)***	9.4E-03	(3.83)***
Deuda	1.1E-02	(0.69)	1.3E-02	(0.79)	1.0E-02	(0.67)
Deuda₁	-3.1E-02	-(1.77)*	-3.3E-02	-(1.85)*	-2.7E-02	-(1.50)
Deuda₂	-1.1E-02	-(0.63)	-7.7E-03	-(0.42)	-1.8E-02	-(1.02)
Impuestos	-1.0E+00	-(4.74)***	-1.0E+00	-(4.75)***	-1.2E+00	-(5.39)***
Impuestos₁	8.0E-01	(3.18)***	7.7E-01	(3.03)***	6.8E-01	(2.67)***
Impuestos₂	6.6E-02	(0.28)	4.8E-02	(0.20)	4.6E-02	(0.19)
Q	2.7E-06	(3.20)***			2.7E-06	(3.23)***
Q₁	-1.4E-06	-(3.05)***			-1.4E-06	-(3.02)***
Q₂	-1.3E-07	-(1.12)			-1.4E-07	-(1.22)
Dummy inversión extranjera	-6.2E-02	-(1.31)	2.9E-02	(0.66)	-6.5E-02	-(1.36)
Concentración-Herfindahl					-1.6E-03	-(6.75)***
Concentración-Herfindahl₁					1.3E-04	(0.52)
Concentración-Herfindahl₂					-1.8E-05	-(0.07)
Dummys sector y área metropolitana	X		X		X	
Plantas	4006		4006		4,006	
Observaciones	16970		16970		17032	
Test de Wald	575.01		462.11		453.29	
Ho: no autocorrelación orden 1 (p value)	0.00		0.00		0.00	
Ho: no autocorrelación orden 2 (p value)	0.09		0.16		0.52	

K_{cu}: stock de capital corregido por capacidad utilizada; PTF: productividad multifactorial; K/L: relación capital/trabajo (calificado+ n calificado); Deuda: deuda/activos fijos; Impuestos: impuestos/utilidades antes de relación capital/trabajo (calificado+ n calificado); Deuda: deuda/activos fijos; Impuestos: impuestos/utilidades antes de

***, **, *: coeficiente significativo al 1%, 5% y 10% respectivamente
Fuente: DANE, Echavarría, 2005 y cálculos de los autores
Metodología: Arellano & Bond (1998)

Cuadro A. 2
Determinantes del Cambio Técnico en Industria (con aranceles a las importaciones y subsidios a las exportaciones)

Variable Independiente: PTF para la función de producción con K _{cu}						
	Coef		Coef		Coef	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
PTF ₁	3.2E-01	(11.25)***	3.1E-01	(10.74)***	3.3E-01	(11.29)***
K/L	6.1E-04	(4.01)***	4.6E-04	(2.98)***	6.1E-04	(4.06)***
K/L ₁	-4.9E-04	-(3.33)***	-4.2E-04	-(2.83)***	-4.9E-04	-(3.35)***
K/L ₂	-4.4E-05	-(0.2)	-2.1E-05	-(0.15)	-3.4E-05	-(0.25)
Subsidios a X	-6.4E-02	-(1.20)	4.6E-04	(2.98)***	-6.6E-02	-(1.24)
Subsidios a X ₁	-1.7E-01	-(3.20)***	-4.2E-04	-(2.83)***	-1.8E-01	-(3.24)***
Subsidios a X ₂	5.1E-02	(0.91)	-2.1E-05	-(0.15)	4.6E-02	(0.81)
Arancel	1.0E-05	(0.04)	1.3E-05	(0.05)	3.4E-04	(1.25)
Arancel ₁	9.9E-04	(1.26)	1.0E-03	(1.24)	1.3E-03	(1.69)
Arancel ₂	-8.1E-03	-(5.01)***	-8.6E-03	-(5.24)***	-7.2E-03	-(4.40)***
Deuda	5.2E-02	(2.24)***	5.5E-02	(2.33)***	4.4E-02	(1.80)*
Deuda ₁	-1.0E-01	-(4.79)***	-1.1E-01	-(5.04)***	-9.1E-02	-(4.19)***
Deuda ₂	4.6E-02	(1.71)*	4.7E-02	(1.68)*	3.8E-02	(1.38)
Impuestos	-1.1E+00	-(3.51)***	-1.2E+00	-(3.64)***	-1.3E+00	-(3.97)***
Impuestos ₁	1.2E+00	(3.84)***	1.1E+00	(3.69)***	1.0E+00	(3.17)***
Impuestos ₂	2.2E-01	(0.75)	1.4E-01	(0.47)	2.9E-01	(0.98)
Q	4.3E-06	(3.15)***			4.3E-06	(3.20)***
Q ₁	-1.8E-06	-(2.31)***			-1.8E-06	-(2.33)***
Q ₂	3.8E-08	(0.13)			5.6E-08	(0.19)
Dummy inversión extranjera	1.5E-02	(0.17)	1.9E-01	(2.26)**	1.2E-02	(0.14)
Concentración-Herfindahl					-1.7E-03	-(5.53)***
Concentración-Herfindahl ₁					2.6E-04	(0.77)
Concentración-Herfindahl ₂					2.8E-04	(0.77)
Dummys sector y área metropolitana	X		X		X	
Plantas	3,775		3775		3775	
Observaciones	10548		10548		10548	
Test de Wald	501.38		406.32		589.87	
Ho: no autocorrelación orden 1 (p value)	0.00		0:00		0.00	
Ho: no autocorrelación orden 2 (p value)	0.01		0:07		0.01	

K_{cu}: stock de capital corregido por capacidad utilizada; PTF: productividad multifactorial; K/L:

relación capital/trabajo (calificado+ n calificado); Deuda: deuda/activos fijos; Impuestos: impuestos/utilidades antes de

***, **, *: coeficiente significativo al 1%, 5% y 10% respectivamente

Fuente: DANE, Echavarría, 2005 y cálculos de los autores

Metodología: Arellano & Bond (1998)