



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Exportaciones y Diferenciales de Productividad a Nivel de Firma

Lady Johanna Ramos Piracoca

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas, Maestría en Ciencias Económicas
Bogotá, Colombia
2012

Exportaciones y Diferenciales de Productividad a Nivel de Firma

Lady Johanna Ramos Piracoca

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ciencias Económicas

Director:
Profesor Héctor William Cárdenas

Línea de Investigación

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas, Master en Ciencias Económicas
Bogotá D. C., Colombia
2012

A mis padres y mi amado Luco

Agradecimientos

Agradezco la invaluable colaboración del profesor Héctor Cárdenas, profesor de la Facultad de Ciencias Económicas, durante la elaboración de este documento, así como los comentarios de Gabriel Piraquive, director de la Dirección de Estudios Económicos del Departamento Nacional de Planeación, Manuel Ramírez y Jesús Otero profesores de la Universidad del Rosario, Hugo Ñopo, especialista líder en educación del Banco Interamericano de Desarrollo, y a los asistentes de los seminarios internos de la Dirección de Estudios Económicos de DNP. Cualquier error u omisión son entera responsabilidad de la autora.

Resumen

En este documento se estima la brecha de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras en Colombia para los años 2005-2008, verificando si dicho diferencial se atribuye a las disparidades en los niveles de eficiencia de las firmas antes de ingresar al mercado exportador (autoselección), o a los procesos de aprendizaje y flujos de conocimiento tecnológico asociados a la mayor exposición al mercado internacional (*learning by doing*). Empleando el método semiparamétrico de Levinsohn y Petrin (2003) para estimar un índice de productividad consistente, y la metodología de descomposición por *matching* desarrollada por Ñopo (2008) para el cálculo de la magnitud de la brecha y el porcentaje de ésta que puede atribuirse a las diferencias en las características observables de las firmas, se encuentra que durante el período las empresas exportadoras fueron en promedio 20% más productivas que las firmas no exportadoras, y además, que existe evidencia acerca del cumplimiento tanto de las hipótesis de autoselección como la de *learning by doing*.

Clasificación JEL: C14, C23, D21, D24, F14.

Palabras clave: productividad, exportaciones, métodos semiparamétricos, métodos no paramétricos, *matching*.

Abstract

This paper estimates the productivity gap between exporters and non-exporting firms in Colombia during 2005-2008, by checking if the productivity differential is attributed to dissimilarities in the efficiency levels of firms before entering the export market (self-selection), or learning processes and technological knowledge flows associated with the exposure to international market (*learning by doing*). Using the semiparametric method of Levinsohn and Petrin (2003) to estimate a consistent productivity index, and the *matching* decomposition method developed by Ñopo (2008) to calculate the magnitude of the gap and the percentage of this attributed to differences in observable characteristics of firms, it is found that during the period exporting firms were on average 20% more productive than non-exporting firms, as well as empirical evidence supporting both self-selection and *learning by doing* hypothesis.

JEL Classification: C14, C23, D21, D24, F14.

Keywords: productivity, exports, semiparametric and nonparametric methods, matching.

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Lista de figuras.....	XII
Lista de tablas	XIII
Introducción	15
1. Marco Teórico.....	19
2. Metodología	25
3. Datos y Estadísticas Descriptivas.....	35
4. Resultados.....	43
5. Conclusiones y recomendaciones.....	60
Bibliografía	64

Lista de ilustraciones

	Pág.
Figura 3-1: Distribución de características de las firmas exportadoras y no exportadoras	40
Figura 4-1: Descomposición de la brecha de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras, 2005-2008	53
Figura 4-2: Intervalos de confianza del componente no explicado, 2005-2008.....	54
Figura 4-3: Distribución del Componente no explicado por percentiles de productividad, 2005-2008.....	54

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1: Distribución de características de las firmas exportadoras y no exportadoras 2005-2008	39
Tabla 4-1: Estimación de la Función de Producción	44
Tabla 4-2: Distribución de la productividad de las firmas exportadoras y no exportadoras por características, 2005-2008	46
Tabla 4-3: Descomposición de la brecha de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras, 2005-2008.....	52
Tabla 4-4: Hipótesis de Autoselección: Descomposición de la brecha de productividad firmas que empiezan a exportar y no exportadoras	57
Tabla 4-5: Hipótesis de <i>learning by doing</i> : Descomposición de la brecha de productividad firmas que empiezan a exportar y no exportadoras	58

Introducción

Desde su aparición, el modelo de crecimiento de Solow (1957) ha sido el marco de referencia para estudiar los determinantes del desempeño económico en el largo plazo, así como para evaluar las consecuencias de los cambios en el contexto y las medidas de política sobre la dinámica del producto agregado. A partir de este trabajo y en desarrollos teóricos posteriores, los aumentos en la eficiencia se han calculado de manera residual, esto es, como la porción del crecimiento que no puede atribuirse al proceso de acumulación de factores productivos. Así, el residuo de Solow se convierte en una medida del progreso técnico y por tanto, en un indicador de la productividad total de los factores (PTF).

La estrecha relación entre la productividad y el crecimiento del producto ha motivado el desarrollo de un gran número de alternativas metodológicas que buscan obtener estimadores consistentes de esta variable. Si bien el enfoque de firma representativa ha sido ampliamente utilizado en la literatura, en los últimos años se ha popularizado el uso de métodos que aprovechan la mayor disponibilidad de información a nivel de firma. Dentro de las ventajas teóricas que se atribuyen al uso de información microeconómica se encuentran la posibilidad de capturar los efectos de la alta dispersión y heterogeneidad entre las firmas, la reasignación de recursos y cuotas de mercado desde las menos productivas hacia las más eficientes, así como los efectos de la entrada y salida del mercado (Bartelsman y Wolf, 2009).

Además de generar ganancias en términos estadísticos, centrar la atención en las causas que determinan la productividad de las firmas es útil en el diseño y formulación de políticas que beneficien su desempeño y con ello, la productividad agregada. Dentro de los factores a los que comúnmente se atribuye una mayor incidencia en el crecimiento de productividad se destacan la participación de las firmas en el mercado internacional, los mayores niveles educativos de los trabajadores, la inversión en ciencia y tecnología, y en

relación al contexto económico, infraestructura adecuada, la acumulación de capital físico y la fortaleza institucional (Isaksson y Ng, 2006).

Así mismo, existe relativo consenso respecto al papel de la apertura comercial, y específicamente, de la actividad exportadora, en la expansión de los niveles de productividad. Trabajos como los de Bernard y Jensen (1999), Isaksson y Ng (2006), Loko y Diouf (2009), Fernandes (2006) y Wagner (2005), para un amplio rango de países y empleando diferentes técnicas estadísticas, ofrecen evidencia en relación a que las firmas exportadoras son más productivas que las firmas no exportadoras. En particular, Bernard y Jensen (1999) plantean dos hipótesis alternativas, no necesariamente excluyentes, para explicar por qué las firmas exportadoras son más productivas que las no exportadoras. La primera de ellas es la hipótesis de autoselección, según la cual las firmas más productivas son las que van al mercado exportador. La segunda la hipótesis se conoce con el nombre de "*learning by doing*" o "learning by exporting", y plantea que el flujo de conocimiento adquirido en el mercado internacional ayuda a las firmas a incrementar sus niveles de eficiencia.

En Colombia, diversos autores han estudiado la relación entre la productividad de las firmas y la participación en el mercado exportador, y en términos más generales, entre ésta y el comercio internacional. En el estudio de Clerides, Lach y Tybout (1998) se busca establecer si las firmas exportadoras obtienen ganancias en términos de eficiencia por el hecho de ingresar como oferentes en el mercado internacional, encontrando que la evidencia empírica no sustenta el cumplimiento de la hipótesis de learning by exporting en el caso colombiano. En contraste, Fernandes e Isgut (2005) hallaron fuerte evidencia acerca del cumplimiento de la hipótesis de *learning by doing* en el caso de las firmas jóvenes (con menos años de haberse establecido en el mercado). Por su parte, autores como Medina, Meléndez y Seim (2002) y Echavarría et al. (2006), empleando diferentes metodologías econométricas, evalúan el impacto de las reformas de política adelantadas en los años noventa sobre la productividad. Si bien ambos estudios llegaron a diferentes conclusiones acerca de los beneficios de dichas reformas, coinciden al afirmar que las firmas más productivas son aquellas que tienen una mayor exposición al mercado internacional.

Este trabajo busca contribuir a esta literatura al determinar si las firmas exportadoras 1) son más productivas respecto a aquellas que destinan la totalidad de su producción al mercado interno, aun cuando se comparan con firmas no exportadoras con las mismas características observables, y 2) verificar si es posible atribuir al cumplimiento de las hipótesis de autoselección *y/o learning by doing* la existencia de dicho diferencial, empleando un algoritmo de descomposición que hasta el conocimiento de la autora, no se ha utilizado con este propósito. Específicamente, se implementa una estrategia empírica que consta de dos etapas. En la primera, se obtiene una estimación consistente del Índice de Productividad a nivel de firma en presencia de potenciales sesgos de simultaneidad y selección, con base en el método semiparamétrico de Levinsohn y Petrin (2003). En la segunda, se emplea el algoritmo de descomposición desarrollado por Ñopo (2008) para calcular la magnitud del diferencial de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras y establecer en qué medida la brecha se atribuye a las diferencias en características como la antigüedad, tamaño, acceso al mercado de crédito, sector económico y localización (variables correlacionadas con el nivel de productividad de las firmas), y a aquellas que permanecen no observables, así como para probar el cumplimiento de las hipótesis de autoselección *y learning by doing*.

Los resultados obtenidos se presentan a lo largo de seis secciones, siendo la primera de ellas esta introducción. En la segunda, se describe el marco teórico que sustenta los ejercicios estadísticos implementados, en relación a la estimación de una función de producción con parámetros insesgados y al vínculo existente entre la productividad y la participación de las firmas en el mercado exportador. En la sección III, se describe la metodología semiparamétrica de Levinsohn y Petrin (2003) empleada para estimar los parámetros de la función de producción de la que se obtiene un índice de productividad a nivel de firma, y la metodología de descomposición de Ñopo (2008) que permitirá estimar la magnitud de la brecha de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras, controlando por las características de las firmas que pudieran afectar sus niveles de eficiencia, así como verificar el cumplimiento de las hipótesis de autoselección *y learning by doing*. Los datos y las estadísticas descriptivas se presentan en el capítulo IV, mientras que los resultados de las estimaciones se registran en el capítulo V. Por último, en la sección VI se presentan las conclusiones.

1. Marco Teórico

1.1 Alternativas para obtener estimaciones consistentes de la productividad

Generalmente, en los estudios a nivel de firma, la productividad se calcula como la diferencia entre el producto observado y el estimado a partir de una forma funcional que representa la tecnología de producción. Sin embargo, el uso del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para estimar funciones de producción puede derivar en sesgos en la estimación de la productividad, que se originan en los problemas de simultaneidad y selección. El primero, hace referencia a la posible correlación entre los niveles de insumos y la productividad, ya que ésta, a pesar de no ser observada por el econométrista, es conocida por el empresario al momento de maximizar su beneficio, y por lo tanto, determina las decisiones de demanda de factores. Esta condición, originalmente reconocida por Marschak y Andrews (1944), introduciría un problema de endogeneidad que no es posible corregir usando MCO. Por su parte, el problema de autoselección se refiere a la relación de doble causalidad entre la permanencia en el mercado y la productividad.

Diversas metodologías han ofrecido soluciones que bajo supuestos específicos sobre el comportamiento del término de error, solucionan los problemas antes mencionados. Con respecto al sesgo por simultaneidad, de asumir que los choques de productividad que afectan las decisiones de demanda de insumos son un atributo específico de cada firma, invariantes en el tiempo, los estimadores de Efectos Fijos (EF) solucionarían dicho problema de endogeneidad. Adicionalmente, si se asume que dichos choques determinan también las decisiones de entrada o salida del mercado, EF eliminaría a su vez el sesgo de selección. No obstante, es poco factible que en la práctica se verifique el supuesto de invariabilidad del componente idiosincrático no observado, lo que explica el pobre desempeño de estos estimadores en comparación con los obtenidos por otras técnicas (Akerberg et al., 2007).

A diferencia del modelo de EF, instrumentar las variables independientes responsables de los problemas de endogeneidad podría garantizar que la estimación de los parámetros de función de producción cumplan con las propiedades de insesgamiento y consistencia, sin necesidad de asumir exogeneidad estricta de las variables independientes (Van Beveren, 2010). Blundell y Bond (1998) generalizan el método de estimación propuesto por Arellano y Bond (1991), y demuestran que, en el contexto de la estimación de una función de producción, el uso de las diferencias de los insumos como instrumentos en una ecuación en niveles, disminuye eficientemente el sesgo de los estimadores en presencia de series persistentes.

Un método alternativo al uso del método System GMM de Blundell y Bond son los algoritmos de estimación semiparamétricos desarrollados por Olley y Pakes (1996) y Levinsohn y Petrin (2003). En el primero, se resuelve el problema de la simultaneidad al emplear la inversión como proxy de la productividad no observada, asumiendo que un choque positivo de productividad induciría a la firma a incrementar su nivel de inversión, o lo que es lo mismo, que la inversión es una función estrictamente monótona en la productividad. Así mismo, ofrecen una corrección al problema de selección, al incluir la probabilidad de supervivencia de la firma estimada en el mercado dentro del modelo.

Más recientemente, en el trabajo de Levinsohn y Petrin (2003), se demuestra que la demanda de insumos intermedios podría usarse como proxy de los choques de productividad no observados. Dado que la inversión sólo puede considerarse como proxy válida en caso de que las firmas tengan registros estrictamente positivos de esta variable en todos los momentos del tiempo (lo cual no es verificable dado los altos costos de ajuste asociados a las decisiones de inversión), el uso de la metodología de Olley y Pakes (OP) podría truncar la muestra de manera significativa y con ello, la estimación de los parámetros de la función de producción.

En contraste, Levinsohn y Petrin (LP) argumentan que los costos de ajuste de la demanda de materias primas son más bajos que los de la inversión, lo que le permite responder rápidamente a las realizaciones de un choque de productividad. Por lo tanto, al emplear el algoritmo de LP sería posible incluir un mayor número de información, pues las firmas suelen reportar con mayor frecuencia niveles estrictamente positivos de

consumo intermedio que de inversión, hecho que comprueban al examinar las encuestas empresariales de países como Chile, India, Turquía, Colombia, México e Indonesia (Petrin, Levinsohn y Poi, 2003).

1.2 El papel del comercio internacional como determinante de la productividad

Existe relativo consenso respecto al papel de la apertura comercial en la expansión de los niveles de la productividad. Isaksson y Ng (2006), usando datos de corte transversal y apoyados en el análisis de las experiencias de 15 países con diferentes grados de desarrollo, encuentran que los factores que tienen mayor incidencia en los niveles de productividad son el comercio internacional, la educación, la inversión en ciencia y tecnología, el desarrollo de la infraestructura, la acumulación de capital físico y la fortaleza institucional. Por su parte, Loko y Diouf (2009), aseguran que los determinantes del crecimiento de la productividad son la estabilidad macroeconómica, la calidad de la fuerza de trabajo, la fortaleza institucional, y la alta participación de la mujer con respecto al total de la fuerza laboral. Dichos autores coinciden al afirmar que la apertura comercial, en un contexto de políticas económicas adecuadas, mercados financieros eficientes, buena infraestructura y baja incertidumbre con respecto al marco legal, podría incrementar la productividad, gracias a la mayor habilidad adquirida por las firmas que participan en el mercado externo para beneficiarse de la difusión tecnológica.

Para Fernandes (2006), buena parte de la literatura se ha centrado en el papel de la apertura y la integración comercial sobre la productividad siguiendo el marco de las teorías de crecimiento endógeno. Estos estudios han mostrado que la actividad exportadora tiene efectos positivos sobre la PTF, si bien se ha reconocido la importancia de factores como la formación de capital humano y la capacitación técnica (Tan y Lopez-Acevedo, 2002), la inversión en Investigación y Desarrollo (Griliches, 1998; Aw, Roberts, & Xu; 2009), y la estabilidad en el ambiente de negocios (Dollar, 2005).

Muchos de los argumentos teóricos, técnicas empíricas y experiencias internacionales en relación al rol que desempeña las exportaciones en el crecimiento económico en general, y en la productividad en particular, son recogidos por Wagner (2005). El autor afirma que, a partir del trabajo seminal de Bernard y Jensen (1995) y la posterior publicación de una

serie de trabajos en la misma línea metodológica (1995, 1999, 2004), se cambió el énfasis de investigación de las relaciones causales entre exportaciones y crecimiento de la productividad, pasando del uso de datos agregados hacia la implementación de técnicas microeconómicas en la evaluación de las diferencias en el desempeño de las firmas exportadoras y no exportadoras en varias dimensiones. La magnitud y las causas del diferencial de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras, que se ha encontrado sistemáticamente en la mayor parte de estudios relacionados (Wagner, 2005), es uno de los muchos temas de esta nueva literatura, en la que se usa como fuente fundamental de información los datos de encuestas empresariales.

Existen dos hipótesis alternativas, no necesariamente excluyentes, que explican por qué las firmas exportadoras son más productivas que las no exportadoras (Bernard y Jensen, 1999). La primera de ellas es la hipótesis de autoselección. Según esta hipótesis, las firmas más productivas son las que van al mercado exportador. Ello se explica gracias a la existencia de costos asociados a la venta de bienes fuera del mercado doméstico, como los costos de transporte, distribución, mercadeo, capacitación del personal y otros costos de producción necesarios para adaptar el bien a las exigencias del consumidor externo, que se convierten en una barrera a la entrada que las firmas menos exitosas no pueden afrontar. Al mismo tiempo, las firmas más productivas pueden tener expectativas futuras de entrar en el mercado exportador, por lo que tienen incentivos para mejorar su desempeño y lograr así ser más competitivas en el mercado internacional. Por lo tanto, parte de los diferenciales de productividad se explicarían por las diferencias en productividad ex ante entre firmas. Además la segunda hipótesis es la de “*learning by doing*” o “*learning by exporting*”. Bajo esta hipótesis, el flujo de conocimiento de los compradores y competidores internacionales ayudaría a mejorar el desempeño de las firmas una vez entran al mercado exportador. De igual forma, las firmas que participan en el mercado internacional, al estar expuestas a una competencia más exigente, podrían mejorar más rápidamente con respecto a aquellas que venden sus productos en el mercado doméstico.

Con respecto a la evidencia empírica, Wagner (2005) resume los resultados obtenidos en diferentes trabajos para 33 países. Su muestra cubre países altamente industrializados (Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Alemania), países latinoamericanos (Chile, Colombia, México), países asiáticos (China, Corea, Indonesia, Taiwán), países en

transición (Estonia y Eslovenia), y países menos desarrollados como los de la región subsahariana. De este amplio rango de estudios emerge una conclusión general. Con muy pocas excepciones, se encuentra que las firmas exportadoras son más productivas que las que no exportan, y que este resultado se mantiene después de controlar por sus características observables. También se encuentra evidencia a favor de la hipótesis de autoselección: las futuras exportadoras tienden a ser más productivas que las no exportadoras. Con respecto a la hipótesis de *learning by doing*, el autor encontró evidencia mixta. Sólo en algunos estudios se encuentra que las firmas se hacen más productivas al exportar.

2. Metodología

A fin de determinar si las firmas exportadoras 1) son más productivas que las no exportadoras, y 2) verifican las hipótesis de autoselección y/o *learning by doing*, se implementa una estrategia empírica que consta de dos etapas. En la primera, se obtiene una estimación consistente del Índice de Productividad a nivel de firma con base en la estimación de una función de producción por el método semiparamétrico de Levinsohn y Petrin (2003). En la segunda, se emplea el algoritmo de descomposición desarrollado por Ñopo (2008) para calcular la magnitud del diferencial de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras y establecer en qué medida ésta se atribuye a las diferencias en características observables de las firmas que pueden afectar su nivel de productividad (antigüedad, tamaño, acceso al mercado de crédito, proporción de mujeres en el total de la fuerza laboral, zona y sector económico), así como para verificar el cumplimiento de las hipótesis mencionadas. Estas etapas se describen con mayor detalle a continuación.

2.1 Índice de Productividad a nivel de firma

2.1.1 Estimación de la función de producción

Como se mencionó en la sección anterior, obtener aproximaciones de una función de producción a nivel empírico supone enfrentar los problemas de simultaneidad y autoselección presentes en la estimación de los parámetros por el método de MCO, que sesgan a su vez las estimaciones del nivel de productividad de las firmas. En este trabajo se seguirá la metodología semiparamétrica propuesta por Levinsohn y Petrin (2003), que resuelve el problema de simultaneidad empleando el nivel de insumos intermedios como proxy de la productividad no observada.

Por simplicidad, se asume que la tecnología de producción tiene la forma de una función del tipo Cobb Douglas, tal y como se especifica en la Ecuación (2.1).

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_l l_{it} + \beta_k k_{it} + \beta_m m_{it} + \omega_{it} + \eta_{it} \quad (2.1)$$

donde y_{it} representa el logaritmo del ingreso bruto, l_{it} el logaritmo del total de empleados, k_{it} el logaritmo del stock de capital, y m_{it} el logaritmo del nivel de insumos intermedios. El término de error se descompone en dos elementos: ω_{it} , que representa un choque aleatorio de productividad; y η_{it} , que a diferencia de ω_{it} no está correlacionada con las decisiones de demanda de insumos.

De manera análoga a lo propuesto por Olley y Pakes (1996) (OP) con respecto a la inversión, Levinsohn y Petrin (2003) (LP) suponen que la demanda de insumos depende positivamente tanto de ω_{it} como del stock de capital:

$$m_{it} = m_{it}(k_{it}, \omega_{it}) \quad (2.2)$$

Al asumir que m_{it} es una función estrictamente monótona en ω_{it} , es posible expresar el choque de productividad en términos de variables observables: k_{it} y m_{it} .

$$m_{it}^{-1} = \omega_{it} = \omega_{it}(k_{it}, m_{it}) \quad (2.3)$$

Estos autores demuestran que la inversión, dados sus elevados costos de ajuste, responde a una menor velocidad ante choques de productividad que la demanda por materias primas, lo que conduce a que en la práctica sea menos factible verificar el cumplimiento de la condición de monotonía estricta en el caso de la inversión que en el de las materias primas. Por lo tanto, si el reporte de información respecto al empleo de materias primas en las bases de datos es superior al reporte del nivel de inversión de las firmas en cada momento del tiempo, resulta más adecuado aplicar el método LP que el método OP.

Lo anterior permite reescribir la Ecuación (2.1) como:

$$y_{it} = \beta_l l_{it} + \phi_{it}(k_{it}, m_{it}) + \eta_{it} \quad (2.4)$$

donde $\phi_{it}(k_{it}, m_{it}) = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_m m_{it} + \omega_{it}(k_{it}, m_{it})$.

La estrategia de estimación se lleva a cabo en dos etapas. En la primera, se aproxima la función $\phi_{it}(k_{it}, m_{it})$ a un polinomio de tercer orden en k_{it} y m_{it} , para luego estimar la

Ecuación (2.5) por mínimos cuadrados ordinarios, obteniendo así un estimador insesgado de β_l .

$$y_{it} = \delta_0 + \beta_l l_{it} + \sum_{j=0}^3 \sum_{l=0}^{3-j} \delta_{jl} k_t^l m_t^j + \eta_{it} \quad (2.5)$$

En la segunda etapa, se identifican los coeficientes β_k y β_m . Para ello, es necesario calcular el valor estimado de $\hat{\phi}_{it}$, tal y como se muestra en la Ecuación (2.6):

$$\begin{aligned} \hat{\phi}_{it} &= \hat{y}_{it} - \hat{\beta}_l l_{it} \\ &= \hat{\delta}_0 + \sum_{j=0}^3 \sum_{l=0}^{3-j} \hat{\delta}_{jl} k_t^l m_t^j - \hat{\beta}_l l_{it} \end{aligned} \quad (2.6)$$

A partir de $\hat{\phi}_{it}$, y para cualquier valor β_k^* y β_m^* , se calcula el valor predicho de ω_{it} :

$$\hat{\omega}_{it} = \hat{\phi}_{it} - \beta_k^* k_{it} - \beta_m^* m_{it} \quad (2.7)$$

Usando los valores obtenidos en (7), y asumiendo que la productividad sigue un proceso de Markov de la forma $\omega_{it} = E(\omega_{it}/\omega_{i,t-1}) + \xi_{it}$, se obtiene una aproximación no paramétrica consistente de $E(\omega_{it}/\omega_{i,t-1})$, con base en los valores predichos de la regresión:

$$\hat{\omega}_{it} = \gamma_0 + \gamma_{it} \omega_{i,t-1} + \gamma_0 \omega_{i,t-2} + \gamma_0 \omega_{i,t-3} + \epsilon_t \quad (2.8)$$

Dados $\hat{\beta}_l$, β_m^* , β_k^* y $E(\omega_{it}/\omega_{i,t-1})$, el residuo muestral de la función de producción sería:

$$\widehat{\mu}_{it} + \widehat{\xi}_{it} = y_{it} - \hat{\beta}_l l_{it} - \beta_k^* k_{it} - \beta_m^* m_{it} - E(\omega_{it}/\omega_{i,t-1})$$

LP muestran que si el stock de capital en el momento t está determinado por las decisiones de inversión en el período inmediatamente anterior y no por realizaciones de ω_t , y la demanda de insumos en dicho período no está correlacionada con choques de productividad contemporáneos, entonces, bajo ciertas condiciones de ortogonalidad entre

$\mu_{it} + \xi_{it}$ y el vector de instrumentos $Z_t \equiv (k_t, m_{t-1})^1$, los parámetros $\hat{\beta}_k$ y $\hat{\beta}_m$ que resuelven el siguiente problema de minimización son insesgados y consistentes:

$$\min_{\beta_k^* \beta_m^*} \sum_h [\sum_t (\eta_{it} + \xi_{it}) Z_{it}]^2 \quad (2.9)$$

Los parámetros estimados se obtienen con el Método Generalizado de Momentos. Los errores estándar se calculan a través de simulaciones *bootstrap*.

2.1.2 Cálculo del índice de productividad

A partir de la estimación de la función de producción, se construye un índice que permite medir el nivel de productividad asociado a cada firma. Al igual que en Pavcnik (2002), el índice de productividad se define como la diferencia entre las desviaciones del nivel de producción observado con respecto al estimado y las desviaciones entre el producto observado y estimado de una firma representativa, esto es:

$$pr_{it} = \exp([y_{it} - \hat{\beta}_l l_{it} - \hat{\beta}_k k_{it}] - [y_\tau - \hat{y}_\tau]) \quad (2.10)$$

donde $y_\tau = \bar{y}_{it}$ y $\hat{y}_\tau = \hat{\beta}_n \bar{n}_{it} + \hat{\beta}_k \bar{k}_{it}$. El nivel de producto de la firma representativa, así como sus demandas de insumos, corresponden a los valores promedios de y , k y m en cada uno de los sectores considerados. Ambas desviaciones representan componentes no explicados por las contribuciones de los factores al nivel de producto en cada momento del tiempo. Según Pavcnik (2002), estas transformaciones aseguran que el índice estimado cumpla con las propiedades deseables de transitividad e independencia con respecto a las unidades de medida.

¹ Las condiciones de momentos del algoritmo están dadas por $E[\eta_{it} + \xi_{it} | k_t] = 0$; $E[\eta_{it} + \xi_{it} | m_{t-1}] = 0$. Es posible añadir algunas condiciones de sobreidentificación adicionales que pueden usarse para mejorar la eficiencia de los estimadores: $E[\eta_{it} + \xi_{it} | l_{t-1}] = 0$; $E[\eta_{it} + \xi_{it} | m_{t-2}] = 0$; $E[\eta_{it} + \xi_{it} | k_{t-1}] = 0$, lo que implica que el vector Z_t sería de la forma: $Z_t \equiv (k_t, m_{t-1}, l_{t-1}, m_{t-2}, k_{t-1})$

2.2 Descomposición del índice de productividad

Una vez obtenido el índice de productividad a nivel de firma, se calcula la brecha de productividad entre las firmas exportadoras y aquellas que dirigen su producción al mercado interno, aplicando la metodología de descomposición desarrollada por Ñopo (2008) . Dicha metodología permite diferenciar el componente de la brecha atribuible a características observables que podrían estar relacionadas con los niveles de productividad de las firmas, y aquel que permanece inexplicado.

Originalmente, el método de Ñopo surge como una extensión no paramétrica de la metodología de descomposición propuesta por Blinder (1973) y Oaxaca (1973), empleada para identificar y cuantificar la contribución de las diferencias en términos de características socio-demográficas observables a la explicación de las brechas salariales entre géneros y grupos étnicos. Tanto en el contexto del análisis de los diferenciales de productividad como en el de los salarios, este algoritmo presenta varias ventajas respecto al enfoque paramétrico de Blinder-Oaxaca, dentro de las que cabe mencionar: 1) la comparación del índice únicamente dentro de los soportes comunes de la distribución de características observables de las firmas, eliminando con ello el error de especificación que se desprende de la comparación de plantas no comparables; 2) proveer información acerca de las diferencias de productividad no explicadas por observables en toda la distribución de características y no sólo acerca de su promedio; y 3) al tratarse de un enfoque no paramétrico, evitar asumir relaciones lineales entre las variables control y la brecha de productividad, así como el validar supuestos de un modelo de regresión.

El algoritmo de *matching* de descomposición de brechas de productividad se implementa en la misma forma secuencial que en el contexto de la descomposición de brechas salariales. Siguiendo a Ñopo (2008), es posible resumir el procedimiento como sigue:

- Seleccionar una firma no exportadora (sin remplazamiento) de la muestra.
- Seleccionar todas las firmas exportadoras que tengan las mismas características de la firma no exportadora seleccionada.
- Calcular la productividad promedio de todas las firmas exportadoras del paso anterior, lo que representaría la productividad de la firma exportadora sintética o

representativa, para luego compararla con el nivel de productividad de la firma no exportadora elegida inicialmente.

- Crear una submuestra de las firmas que contenga tanto las observaciones que conforman la firma sintética, como a la firma no exportadora elegida. Dicha submuestra contendría las observaciones para las que fue posible realizar el emparejamiento.
- Repetir el algoritmo hasta que se haya agotado toda la muestra de firmas no exportadoras.

Luego de implementar este procedimiento se obtienen tres submuestras: aquella conformada por todas las firmas que fue posible emparejar; aquella que contiene todas las firmas no exportadoras para las que no fue posible encontrar firmas exportadoras semejantes; y una tercera, que contiene todas las firmas exportadoras para las que no fue posible encontrar pares en la muestra de las firmas no exportadoras. Por construcción, la distribución empírica de las características de las firmas emparejadas es la misma, por lo que es posible atribuir todo el diferencial de productividad a aquellas características no observadas (o no consideradas) que hacen que los niveles de productividad de firmas con el mismo tamaño, antigüedad, acceso al crédito, sector económico y localización, pero que participan o no como oferentes en el mercado internacional, sean diferentes. En el caso de las brechas salariales entre hombres y mujeres, por ejemplo, dichas diferencias suelen atribuirse a la discriminación.

En línea con lo planteado por Blinder-Oaxaca para el caso de las brechas salariales, pero teniendo en cuenta los diferenciales de productividad en todos los soportes de la distribución de características, se emplea la metodología de Ñopo (2008) para dividir la brecha de productividad (Δ) en cuatro elementos

$$\Delta = (\Delta_X + \Delta_{NE} + \Delta_E) + \Delta_0$$

donde:

- Δ_X es la fracción de la brecha de productividad atribuida a las diferencias de características observables de las firmas exportadoras y no exportadoras en el soporte común.

- Δ_{NE} y Δ_E son las fracciones de la brecha que pueden ser explicadas por la existencia de firmas no exportadoras con combinaciones de características para las que ninguna exportadora es comparable y viceversa.
- Δ_0 es el componente que no puede ser explicado por las diferencias en las características observables de las firmas.

Así, los primeros tres componentes pueden ser atribuidos a la existencia de diferencias en las características observables de las firmas exportadoras y no exportadoras que hace que sus niveles de productividad sean disímiles, mientras Δ_0 , se debe a la existencia de características no observables por el econometrista que diferencian a las firmas exportadoras de las no exportadoras.

El uso de diferentes técnicas de emparejamiento o *matching* para examinar los efectos causales entre el empezar a exportar y el crecimiento de la productividad fueron empleados originalmente por Wagner (2002), y Girma, Greenaway y Keller (2003, 2004), y desde entonces, su implementación en trabajos empíricos se ha ido popularizando (Wagner, 2005). La idea que subyace al uso de estas técnicas es la siguiente: si se observa que las plantas que entran al mercado exportador son sustancialmente más productivas, y que su tasa de crecimiento es mayor que en el caso de aquellas que no lo hacen, ¿existiría entonces una relación causal entre los dos fenómenos? Para Wagner (2005), la respuesta obvia a esta pregunta es no. Si las firmas se autoseleccionan para empezar a exportar, y por lo tanto, son mejores antes de exportar que las que no exportaron, se esperaría que en promedio, sigan teniendo un mejor desempeño en el futuro aun cuando no exportaran. Sin embargo, dado que no se puede observar la situación contrafactual, esto es, no se conoce el nivel de productividad de las firmas que exportaron de no haberlo hecho, no es posible atribuir el incremento de la productividad a su cambio de estatus exportador de manera precisa.

La situación descrita es similar a los eventos que se analizan en las evaluaciones de impacto. Si los participantes, o población tratamiento, no son seleccionados aleatoriamente, el efecto del tratamiento no puede ser evaluado simplemente al comparar el comportamiento promedio del grupo tratado respecto al que no lo fue, ya que no se cuenta con la información de la situación contrafactual. Una alternativa sería construir un grupo de comparación de tal forma que cada unidad tratada sea lo más similar posible a

una unidad no tratada, en el momento previo al tratamiento. Ello garantizaría que las diferencias entre los dos grupos en términos de la variable *outcome* pudieran ser atribuidas al mismo (Wagner, 2005).

Es importante resaltar que, al emplear técnicas de emparejamiento con las que se facilita la comparación entre las unidades de análisis como las empleadas en este trabajo, se evita obtener conclusiones erróneas acerca de los diferenciales de productividad entre firmas. Así, por ejemplo, el uso de técnicas basadas en la estimación de relaciones lineales para las que no se construye un grupo control o de referencia adecuado, existe una alta probabilidad de incurrir en errores de especificación. La existencia de diferencias en los soportes de la distribución empírica de las características observables, que persiste al no restringir la comparación entre firmas con características comparables, hace necesario asumir que los estimadores lineales, esto es, los coeficientes que ponderan el diferencial de productividad entre firmas exportadoras y no exportadoras, son también válidos *fuera del soporte común*.

Dado lo anterior, y con el fin de verificar la validez de las hipótesis de autoselección y *learning by doing*, se hace uso de una técnica de Ñopo para comparar los índices de productividad entre firmas con las mismas características observables, antes y después de ingresar al mercado exportador, de la siguiente forma:

- **Hipótesis de autoselección:** El algoritmo consiste en descomponer la brecha de productividad en el momento $t - j$ entre las firmas que exportaron en t pero no lo hicieron en $t - j$, con respecto al nivel de productividad en $t - j$ de aquellas que no exportaron en los dos períodos, con $j = 1, 2$ y $t = 2008$
- **Hipótesis de *learning by doing*:** Se descompone la brecha de productividad en el momento t entre las firmas que exportaron en t pero no lo hicieron en $t - j$, con respecto al nivel de productividad en t de aquellas que no exportaron en los dos períodos, con $j = 1, 2$ y $t = 2008$.

3. Datos y Estadísticas Descriptivas

3.1 Construcción de la base de datos

Para llevar a cabo los ejercicios estadísticos descritos en la sección anterior se usaron datos de la Superintendencia de Sociedades y de las bases de Comercio Exterior del DANE a nivel de firma para el período 2005-2008². La base de datos de la Superintendencia de Sociedades (en adelante Supersociedades) se recolecta anualmente, y en ella se registra información tanto de los estados financieros, como datos de empleo, flujo de caja y obligaciones de las firmas con el sistema financiero.

Las bases de datos de comercio exterior son recopiladas por la DIAN para cada flujo de mercancías que entra o sale del país. La base de la DIAN la recoge el DANE y con ella se calculan las estadísticas de comercio exterior. A partir de ésta se obtiene el valor de las exportaciones FOB en dólares a nivel de firma. Tanto en la base de Comercio Exterior del DANE como de la Superintendencia de Sociedades, las empresas se identifican por medio de su Número de Identificación Tributaria (NIT), lo que permite hacer seguimiento de las mismas en el tiempo y compatibilizar la información proveniente de cada una de las fuentes.

² El criterio de inclusión en la base de datos de la Superintendencia de Sociedades ha cambiado a través del tiempo. Antes de 2006, la base incluía información para las firmas con un ingreso igual o superior a 20.000 o 30.000 salarios mínimos mensuales. A partir de dicho año, la base incluye firmas pequeñas siempre que al menos el 20% de la compañía perteneciera a una firma obligada a presentar información. Sin embargo, si la Superintendencia así lo decide, ciertas firmas que no cumplen este criterio también se verían obligadas a reportar información. Esto hace que las características de las firmas incluidas varíe en el tiempo y que haya intermitencia en los registros de una firma para diferentes años. (Eslava, Galindo, Hofstetter e Izquierdo, 2010).

De la base de datos de Supersociedades se obtienen las variables que se usan en el cálculo del índice de productividad, así como información acerca de algunas características de la firma. Para estimar la función de producción, se emplearon las variables *ingreso operacional* (proxy de la producción bruta), *total de empleados*, *materias primas*, e *inversión*, y *propiedad, planta y equipo* (estas últimas para realizar el cálculo del stock de capital)³. De igual forma, se obtuvo el *año de establecimiento* de la firma, *tamaño* (bajo dos definiciones: considerando el número de trabajadores, y conforme el nivel de activos), *obligaciones financieras*, la *ciudad* en la que opera la planta y el *CIIU a 4 dígitos*.

Con éstas, se construyeron las variables *antigüedad* (diferencia entre el año de establecimiento de la firma y el año de la encuesta), *tamaño* (según lo establecido en la Ley 905 de 2004⁴), *acceso al mercado de crédito* (siguiendo a Gatti y Love (2006), se construye una variable dicotómica que toma el valor de 1 si las firmas tienen obligaciones financieras y 0 en caso contrario), *proporción de mujeres en el total de trabajadores*, *zona* (que corresponde a una variable categórica que clasifica las firmas en ocho zonas: aglomeraciones como Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga, Aglomeraciones Medianas –de entre 1000 a 2000 firmas: Cartagena, Pereira, Itagüi, Manizales-, Aglomeraciones Pequeñas –entre 500 y 1000 firmas: Cúcuta, Yumbo, Ibagué, Palmira, Envigado, Santa Marta, Neiva, Villavicencio-; y Resto), y *sector económico* (usando el código CIIU a cuatro dígitos, se agruparon las firmas en las industrias Alimentos, bebidas y tabaco; Caucho, plásticos; Equipo de transporte, maquinaria y equipo; Explotación de minas y canteras; Metalurgia; Otras industrias; Productos agrícolas; Sustancias y productos químicos; Productos de la refinación de petróleo; Servicios y Textiles y confecciones). A partir de la base de datos de

³ El stock de capital se calculó con el método de inventario perpetuo y el valor inicial de acuerdo a lo propuesto por Harberger, 1969. Se usa la tasa de depreciación estimada por Perilla (2009), que equivale a 3.5%

⁴ Según la Ley 905 de 2004, se considera microempresa una firma con menos de 10 trabajadores, pequeña, firmas con entre 11 y 50 trabajadores, mediana, de 51 a 200 trabajadores, y grande, más de 200. Por activos, se consideran Grandes Empresas las firmas con activos totales superiores a treinta mil (30.000) Salarios Mínimos Mensuales Vigentes (SMMV); Medianas, empresas con activos totales por valor entre cinco mil uno (5.001) a treinta mil (30.000) SMMV; Pequeñas, entre quinientos uno (501) y menos de cinco mil (5.000) SMMV, y Microempresas, empresas con activos totales (excluida la vivienda) por valor inferior a quinientos (500) SMMV o, \$179.000.000.

exportaciones del DANE, se construye una variable dicotómica tal que es igual a 1 si la firma exporta y 0 en caso contrario. Todas las variables fueron deflactadas con el Índice de Precios al Productor año base 2005. Así, la base de datos consiste en un panel desbalanceado conformado por las plantas que reportan información a la Superintendencia de Sociedades, para las que se tienen registros de todas las variables empleadas en el análisis.

3.2 Estadísticas Descriptivas

La Tabla 3.1 y la Figura 3.1 muestran la distribución de las firmas exportadoras y no exportadoras entre 2005 y 2008, de acuerdo a algunas de sus características observables. En relación a la antigüedad de las firmas, se tiene que **las exportadoras son en su mayoría firmas que llevan más de 25 años en el mercado**, mientras que las firmas **no exportadoras tienen mayoritariamente menos de 8 años**. En ambos casos, la distribución entre firmas con 9 a 15 y 16 a 25 años es muy similar. Bajo la definición de tamaño de empresa por número de trabajadores, se encuentra que en promedio, sólo el 8% de las firmas exportadoras son microempresas, mientras que tan sólo el 6.5% de las no exportadoras son grandes empresas. En total, 63.5% de las firmas son micro o pequeñas empresas.

Se observa además que **las firmas exportadoras son más grandes que las firmas no exportadoras**, ya que en promedio, el 25% de éstas estaban constituidas por empresas de más de cien trabajadores. Por el contrario, alrededor del 70% de las firmas no exportadoras son pequeñas y medianas empresas (hasta 20 trabajadores).

Las firmas exportadoras acceden en mayor proporción al mercado de crédito. En todos los años, cerca del 60% de las firmas exportadoras tiene anualmente nuevas obligaciones financieras de corto o largo plazo, mientras que 10% menos de las no exportadoras las tienen. Sin embargo, en ambos casos la proporción de firmas que no acceden al mercado de crédito es alta (40% en el caso de las exportadoras, 50% en el caso de las no exportadoras), lo que reflejaría la baja profundización del sistema financiero. Respecto a su localización, tanto las firmas exportadoras como las no exportadoras se encuentran en las cinco principales ciudades: entre el 73% y el 78%, y el 72% y el 74% respectivamente. Ello muestra cómo estas ciudades concentran la mayor

parte de la actividad industrial del país, lo que está en línea con los hallazgos de Toro (2004) en cuanto a que en Colombia, el factor que más incide en la localización de las industrias son las economías de aglomeración.

Por último, la distribución de las firmas exportadoras y no exportadoras con respecto al sector económico muestra diferencias importantes. ***Alrededor del 70% de las firmas exportadoras pertenecen al sector manufacturero.*** Dentro de éste, se destacan las participaciones de los sectores Textiles y confecciones, Alimentos, Metalurgia, y Productos químicos y Otras industrias. Por su parte, las firmas no exportadoras se concentran en el sector servicios, tienen menores participaciones en los sectores manufactureros y mayor participación en el sector agrícola con respecto a las exportadoras.

Tabla 3-1: Distribución de características de las firmas exportadoras y no exportadoras 2005-2008

	2005		2006		2007		2008	
	Exportadora	No Exportadora	Exportadora	No Exportadora	Exportadora	No Exportadora	Exportadora	No Exportadora
Antigüedad								
Hasta 10 años	19.83	32.18	16.35	27.63	12.82	22.92	10.37	19.59
De 11 a 20 años	20.44	24.90	21.78	25.84	22.08	25.79	21.10	26.41
De 21 a 30 años	24.68	24.11	24.59	25.43	24.08	26.82	25.07	27.68
Más de 30 años	35.04	18.82	37.27	21.10	41.02	24.48	43.45	26.32
Tamaño								
Microempresa (1-10 trabajadores)	9.14	35.14	8.58	31.88	7.03	29.34	7.05	29.07
Pequeña empresa (11-50 trabajadores)	32.17	42.42	29.89	43.18	26.79	41.93	26.26	41.85
Mediana empresa (51-100 trabajadores)	35.75	17.58	36.08	19.05	36.58	20.99	37.76	21.37
Gran empresa (+ de 100 trabajadores)	22.94	4.86	25.45	5.88	29.60	7.74	28.93	7.71
Acceso al mercado de crédito								
No	41.31	47.35	39.85	46.87	38.53	46.55	37.05	47.06
Sí	60.06	52.13	60.15	53.13	61.47	53.45	62.95	52.94
Proporción de mujeres en el total de trabajadores								
Menos de 25%	9.00	8.25	8.39	8.01	7.79	7.68	7.11	8.11
26 a 50%	25.44	23.25	26.98	23.62	24.62	23.59	24.72	23.57
51 a 75%	34.10	37.35	32.27	38.43	34.04	37.86	35.57	36.89
Más de 75%	31.46	31.16	32.36	29.94	33.55	30.86	32.60	31.42
Zona								
Bogotá	53.93	45.58	54.39	45.98	50.22	45.07	51.57	44.35
Medellín	10.55	10.53	9.91	10.67	10.34	10.06	10.49	10.10
Cali	7.40	10.10	7.15	9.86	6.22	9.57	5.81	9.80
Barranquilla	4.33	4.90	3.77	5.01	4.11	4.44	3.79	4.85
Bucaramanga	1.41	3.07	1.38	3.05	1.62	3.10	1.96	3.18
Medianas	6.36	6.85	6.43	6.36	6.55	6.53	5.57	6.54
Pequeñas	5.65	7.01	5.29	7.01	5.68	7.02	6.34	7.21
Resto	10.36	11.96	11.68	12.06	15.26	14.21	14.46	13.97
Sector Económico								
Alimentos, bebidas y tabaco	8.90	6.28	8.67	6.70	9.15	6.88	9.01	6.33
Caucho, plásticos	6.83	2.22	6.91	2.03	7.03	1.89	6.76	1.76
Equipo de transporte, maquinaria y equipo	7.77	1.51	7.82	1.66	8.50	1.44	8.42	1.65
Explotación de minas y canteras	1.37	0.99	1.43	1.13	1.52	1.05	1.96	1.19
Metalurgia	8.76	3.70	8.91	3.53	9.52	3.24	8.65	3.25
Otras industrias	11.96	4.93	12.63	4.77	11.96	4.56	12.27	4.37
Productos agrícolas	5.42	7.05	6.05	7.18	3.90	9.47	4.39	10.01
Sustancias y productos químicos	8.43	2.04	7.72	2.26	8.71	2.05	8.89	2.14
Productos de la refinación de petróleo	0.33	0.18	0.43	0.17	0.43	0.25	0.47	0.25
Servicios	30.33	69.17	29.89	68.80	30.47	67.27	30.88	67.03
Textiles y confecciones	9.89	1.94	9.53	1.78	8.82	1.91	8.30	2.03
Total (%)	27.58	72.42	27.95	72.05	27.51	72.49	27.55	72.45
Total firmas exportadoras y no exportadoras	2123	5575	2098	5407	1848	4870	1687	4437
Total	7,698		7,505		6,718		6,124	

Nota: Usando la prueba Kolmogorov-Smirnov de igualdad de funciones de distribución entre firmas exportadoras y no exportadoras entre las categorías de cada variable, se concluye que todas, salvo en el caso de la variable "Participación de Mujeres en el total de trabajadores", son diferentes al nivel de confianza del 99% en los cuatro períodos. Para esta variable, se tuvo no rechazo de la hipótesis de igualdad de la distribución al 90% de confianza, para los años 2005, y 2007-2008.

Fuente: Cálculos propios con información de la Superintendencia de Sociedades (www.supersociedades.gov.co) y Exportaciones e Importaciones del DANE.

Figura 3-1: Distribución de características de las firmas exportadoras y no exportadoras

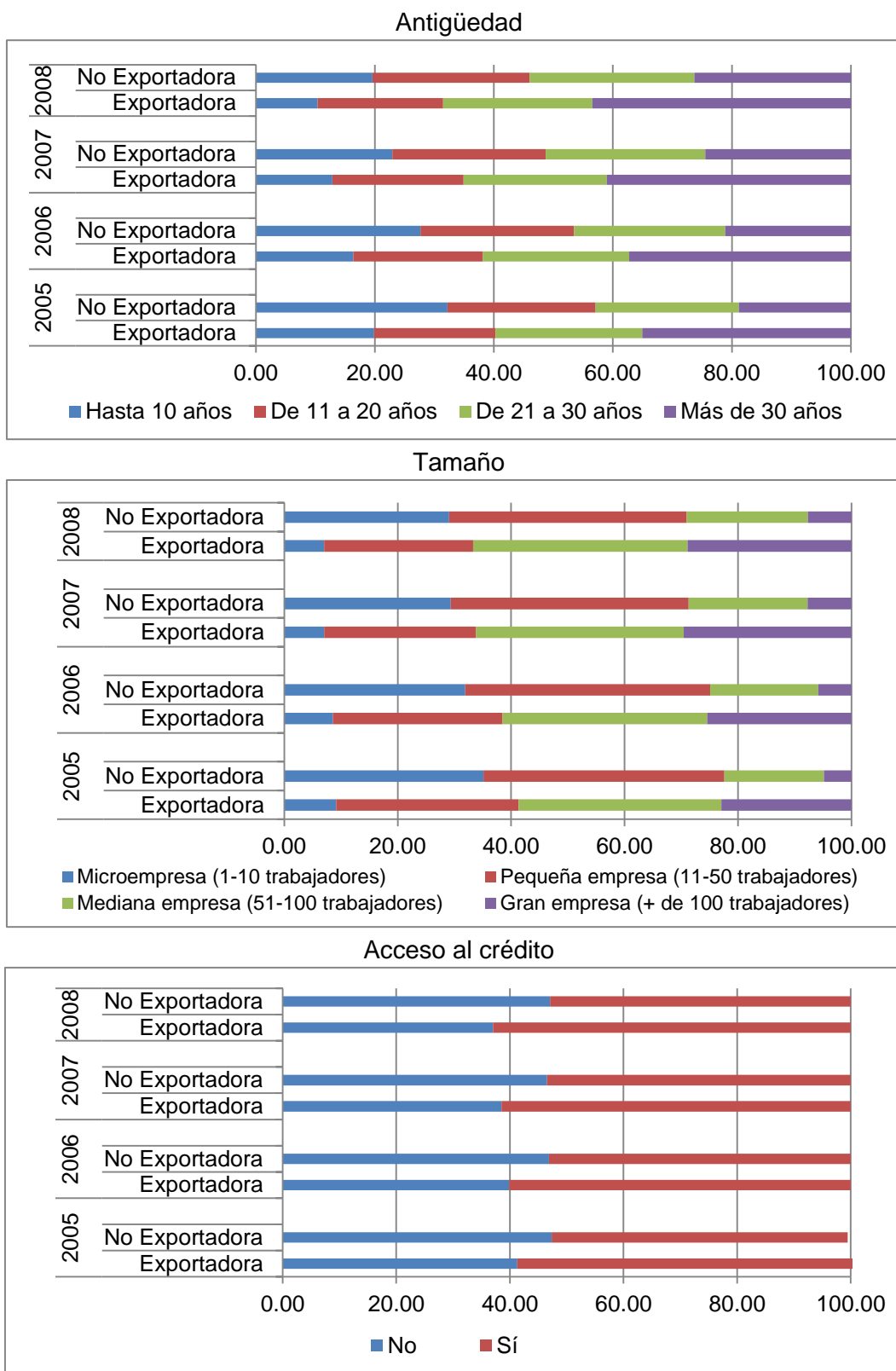
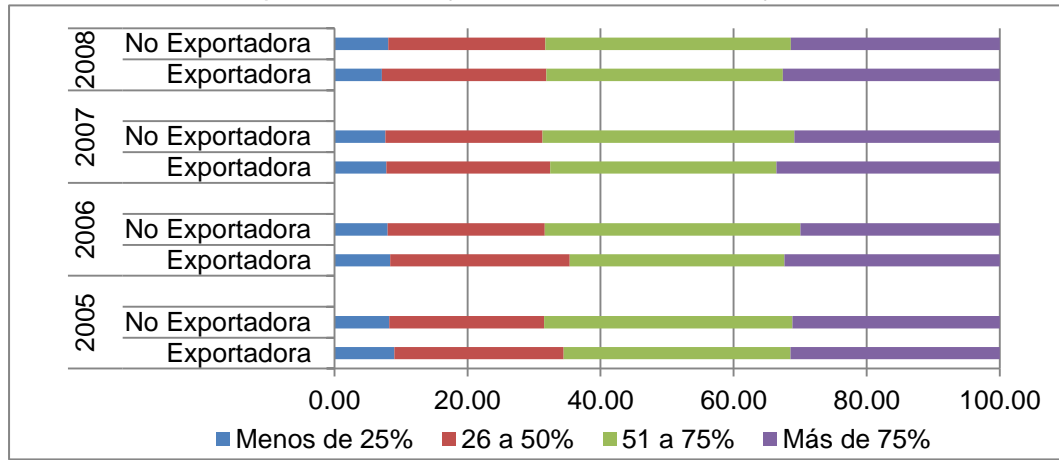
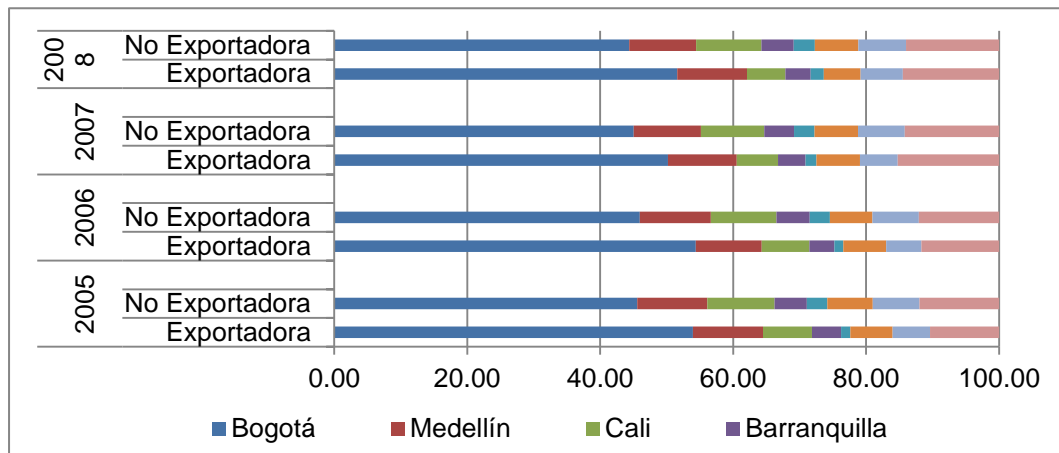


Figura 3-2: (Continuación)

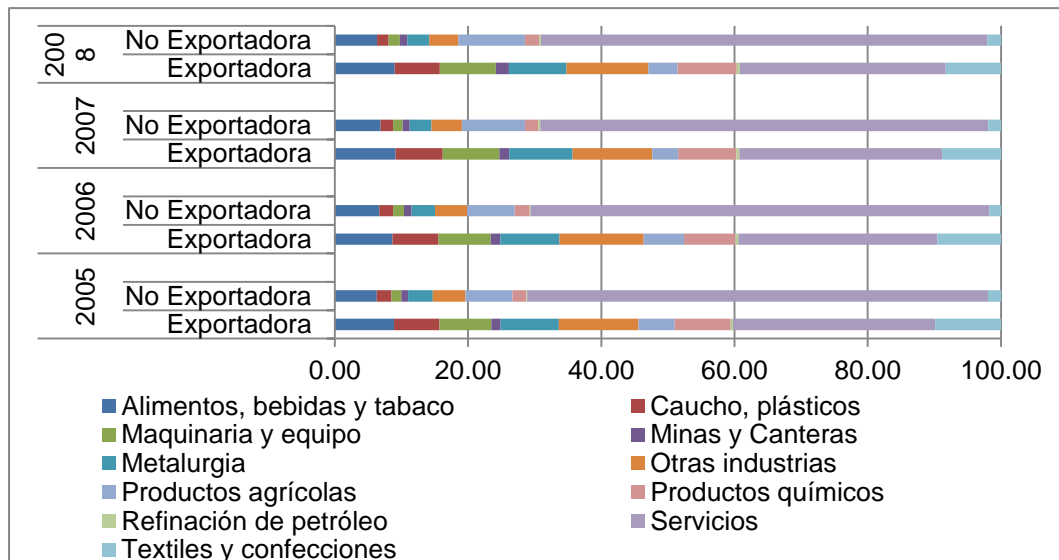
Proporción de mujeres en el total de trabajadores



Zona



Sector económico



Fuente: Cálculos propios con información de la Superintendencia de Sociedades y Exportaciones e Importaciones del DANE.

4. Resultados

4.1 Función de Producción

La Tabla 4.1 contiene los resultados de la estimación de los parámetros de la función de producción a partir de la metodología de Levinsohn y Petrin (2003) (columna 2). Todos los coeficientes son estadísticamente significativos a un nivel de confianza de 99% y los resultados del Test de Wald sugieren que a un nivel de significancia del 5%, no se rechaza la hipótesis nula de rendimientos constantes a escala.

Además adicionalmente, y con el ánimo de mostrar la consistencia de los parámetros empleando el método de LP, la Tabla 4.1 reporta los resultados obtenidos por MCO y Efectos Fijos (columnas 3 y 4). Se tiene que los valores de los coeficientes asociados a los insumos materias primas y trabajo estimados por el algoritmo semiparamétrico de Levinsohn y Petrin, son menores que los calculados por las metodologías adicionales consideradas, mientras que el coeficiente del stock de capital es significativamente mayor. El sesgo positivo encontrado en el caso de los parámetros que representan la elasticidad del producto al trabajo y el consumo intermedio se debe a que la elección de los niveles de insumos está positivamente correlacionada con los choques de productividad no observados, lo que se traduce en una sobreestimación del valor de estos parámetros bajo especificaciones que ignoren el problema de simultaneidad.

En el caso del stock de capital, Levinsohn y Petrin (2003) muestran que la dirección del sesgo dependerá del grado de correlación entre éste y el choque de productividad no observado. Si se tiene que el capital está positivamente relacionado con el beneficio, las firmas que tienen mayores niveles de capital se verían afectadas en menor proporción por un choque de productividad negativo, lo que se traduciría en una subestimación del

parámetro asociado al capital. Dado que la elasticidad del producto al capital estimada por LP es mayor que por MCO y Efectos Fijos, se estaría eliminando el sesgo negativo presente en la estimación del parámetro bajo éstos últimos métodos.

Una vez calculado el índice de productividad de cada firma, corrigiendo el residual de la función de producción según lo propuesto por Pavcnik (2002), es posible examinar su distribución condicional en cada una de las características observables consideradas para el período 2005 a 2008, de acuerdo a su estatus exportador. La Tabla 4.2 contiene la distribución del índice de la productividad, normalizado por la productividad promedio de las firmas no exportadoras, lo que implica que la productividad media de dichas firmas es igual a 100 en cada año.

En todo el período, la productividad promedio de las firmas exportadoras es superior al registrado por las firmas no exportadoras. Dicho diferencial es mayor en los primeros años de la muestra, para luego representar cerca de 16% en el año 2008. Como se mencionó en la sección II, un gran número de trabajos empíricos encuentran evidencia similar, para países con diferentes grados de desarrollo. Generalmente, la brecha de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras suele atribuirse a los procesos de aprendizaje a los que se exponen las plantas cuando comercian sus productos en el exterior (*learning by doing*), o bien al proceso de mejoramiento de las capacidades tecnológicas y organizativas de la firma que se adelantan buscado incursionar con mayor probabilidad de éxito en el mercado internacional (*autoselección*).

Tabla 4-1: Estimación de la Función de Producción

Variable dependiente: q	Levinsohn y Petrin	MCO	EF
l_t	0.4142***	0.4528***	0.4554***
	(0.0062)	(0.0066)	(0.0072)
m_t	0.2601**	0.372***	0.3743***
	(0.1173)	(0.0044)	(0.0048)
k_t	0.2081***	0.1359***	0.1437***
	(0.056)	(0.0039)	(0.0044)
Número de Firmas	7698		7698
Número de Observaciones	28045	28045	28045
Test de Wald (p-valor)	0.057	0.000	0.000

Fuente: Cálculos propios con información de la Superintendencia de Sociedades y Exportaciones e Importaciones del DANE.
Errores estándar entre paréntesis

En el caso de las firmas no exportadoras, la distribución de la productividad según la antigüedad en el mercado muestra la forma de U invertida, esto es, las firmas no exportadoras con 9 a 15 años de antigüedad son las más productivas, mientras que las que llevan más de 25 años de establecidas tienen en promedio, los más bajos niveles de productividad. Fernandes (2006), quien encuentra el mismo patrón para el caso de Bangladesh, argumenta que la forma de U invertida de la productividad en relación al ciclo de vida de las firmas se debe a que las firmas entran al mercado con ciertos niveles de productividad, y para mantenerse en el mercado, deben incrementar su eficiencia y equipararla al nivel promedio, hasta alcanzar un máximo.

Tabla 4-2: Distribución de la productividad de las firmas exportadoras y no exportadoras por características, 2005-2008

	2005		2006		2007		2008	
	Exportadora	No Exportadora	Exportadora	No Exportadora	Exportadora	No Exportadora	Exportadora	No Exportadora
	(Base: productividad promedio de las firmas no exportadoras para cada año = 100)							
Total	125	100	120	100	119	100	116	100
Antigüedad								
Hasta 10 años	221+	113	183	108	212	115	198+	109
De 11 a 20 años	125+	111	137+++	118	147	113	134+	116
De 21 a 30 años	81+	85	85+	88	82	89	97++	94
Más de 30 años	101+	82	106+++	83	97	85	98+	83
Tamaño								
Microempresa (1-10 trabajadores)	250+	101	205+	99	262+	96	224	96
Pequeña empresa (11-50 trabajadores)	145+	99	152+	97	139+	102	138	102
Mediana empresa (51-100 trabajadores)	89+	101	88+	108	93	101	91	101
Gran empresa (+ de 100 trabajadores)	102+	100	100+	99	100++	104	101	104
Acceso al mercado de crédito								
No	136+	94	128+	97	127	97	118	99
Sí	117+	106	115++	102	114++	103	115++	101
Proporción de mujeres en el total de trabajadores								
Menos de 25%	100	84	78	86	87++	80	88+	73
26 a 50%	104	95	102	99	119+	102	104+	100
51 a 75%	144	109	143	112	142+	111	139++	108
Más de 75%	127	98	124	88	103+	90	106	98
Zona								
Bogotá	116+	96	120++	96	115++	97	116+++	101
Medellín	115+	102	106++	107	132++	108	124+	89
Cali	189+	87	132	84	157+++	90	137+++	73
Barranquilla	115++	89	127+	91	127	90	110	101
Bucaramanga	580	114	230+++	100	199	105	180+	113
Medianas	109	123	117++	120	98	112	108+	120
Pequeñas	121	101	178++	100	125	100	115	110
Resto	87+	111	88	114	103	106	98	107
Sector Económico								
Alimentos, bebidas y tabaco	87	82	80+	82	86+	82	98	90
Caucho, plásticos	64	50	63+++	52	65++	49	62	52
Equipo de transporte, maquinaria y equipo	65	58	67+++	62	70+	77	71	41
Explotación de minas y canteras	307	191	236	156	223+++	183	212+	340
Metalurgia	204+	54	100	74	100+++	70	90+	62
Otras industrias	79++	49	79+++	49	68	51	67+	55
Productos agrícolas	55+	40	53	44	53+	41	52+	43
Sustancias y productos químicos	108+++	67	104	65	102+	66	99+++	71
Productos de la refinación de petróleo	184	168	184++	136	180+	195	176	224
Servicios	189	117	212+	116	203+	118	189+	115
Textiles y confecciones	59	49	64+	53	69	39	75++	47
Total firmas	2123	5575	2098	5407	1848	4870	1687	4437
	7,698		7,505		6,718		6,124	

Nota: + en el nombre de la categoría indica que las diferencias salariales entre hombres y mujeres son estadísticamente diferentes al nivel de 99% en todos los períodos

+ Medias son estadísticamente diferentes al nivel del 99%

++Medias son estadísticamente diferentes al nivel del 95%

+++Medias son estadísticamente diferentes al nivel del 90%

Fuente: Cálculos propios con información de Supersociedades y Exportaciones e Importaciones del DANE.

Por el contrario, la productividad de las firmas exportadoras muestran el patrón inverso: las firmas nuevas (menos de 8 años en el mercado) son más productivas que aquellas para las que la diferencia entre su año de establecimiento y el año de referencia es de 9 a 15 años, pero las firmas con más de 25 años en el mercado son más productivas que aquellas que llevan entre 16 y 25. Para Brouwer, Kok y Fris (2005), la mayor productividad de las firmas nuevas puede explicarse a partir de las teorías de ciclo de vida del producto, esto es, si las firmas exportadoras entran al mercado con productos más novedosos, enfrentan menor competencia y alcanzan altos márgenes de ganancia. Sin embargo, estos beneficios disminuirían en la medida en que la competencia se agudice, por lo que la productividad crecería a un ritmo menor.

Con respecto al tamaño se observa que las firmas no exportadoras más grandes tienden a ser a su vez más productivas, si bien las diferencias entre categorías no son significativas. Por el contrario, se observa una relación inversa en el caso de las firmas exportadoras. Fernandes (2006) argumenta que las ineficiencias asociadas a los problemas de coordinación, administración, y supervisión podrían afectar el desempeño de las grandes firmas. Al igual que en el caso de Fernandes (2006), estos resultados estarían en línea con lo encontrado por Tybout (2000), respecto a que en el caso de los países en desarrollo, no existe evidencia de que el tamaño represente una fuerte desventaja para las firmas en términos de productividad⁵.

El patrón de productividad de acuerdo a la probabilidad de la firma de tener acceso al crédito varía de acuerdo al estatus exportador. Las firmas no exportadoras que tienen acceso al crédito son más productivas, mientras que las firmas exportadoras, aun cuando son más productivas que las firmas no exportadoras independientemente de si éstas tienen o no acceso al crédito, parecen ser más productivas en caso de no tener acceso al crédito. Ello podría deberse a que la medida de acceso al crédito empleada en este

⁵ Sin embargo, estos resultados deben ser interpretados con precaución, pues como lo muestra la Tabla 3.1 el número de firmas pequeñas en la muestra es significativamente menor al de las firmas grandes. Tal y como lo afirma Fernandes (2006), las firmas pequeñas incluidas en la muestra pueden ser particularmente más eficientes dado que han sobrevivido y son parte de los mismos sectores a los que pertenecen las grandes industrias.

trabajo no refleja fuentes de financiación alternativas comúnmente utilizadas por las firmas exportadoras, como lo son los canales de crédito establecidos con sus compradores y/o filiales en el exterior.

En cuanto a la distribución de la productividad de acuerdo a la participación de las mujeres en el total de la fuerza laboral de la firma, se tiene que tanto para las firmas exportadoras como no exportadoras, los niveles de productividad se incrementan con el aumento en dicha participación. Esto puede atribuirse a que en Colombia, las mujeres que participan en mercado laboral alcanzan, en promedio, mayores niveles de educación que los hombres (Hoyos, Ñopo y Peña, 2010), lo que afectaría positivamente los niveles de productividad.

La distribución de la productividad dada la localización de las firmas exportadoras y no exportadoras muestra también patrones interesantes. Las firmas exportadoras que se localizan en las grandes ciudades y grandes conglomerados son más productivas con respecto a aquellas que se ubican en ciudades con un menor número de plantas. Esto se debe a que las firmas pueden beneficiarse de externalidades relacionados con la concentración de la oferta de materias primas y bienes intermedios, trabajadores especializados en labores específicas y de la mayor probabilidad de intercambiar y diseminar conocimiento (*spillover effects*) (Martin, 2008). Por su parte, las firmas no exportadoras que se encuentran ubicadas en ciudades con un menor número de firmas tienen mayores niveles de productividad que aquellas que se ubican en ciudades con una mayor concentración de plantas.

Por último, tanto las firmas exportadoras como las no exportadoras que pertenecen a los sectores manufactureros y de servicios son más productivas, aunque en todos los casos, la productividad de las firmas exportadoras es significativamente mayor que el de las firmas no exportadoras.

4.2 Descomposición del Índice de Productividad a Nivel de Firma

En esta sección se describen los resultados de la descomposición por *matching* de la brecha de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras con el fin de determinar si 1) las firmas exportadoras son más productivas que las no exportadoras, identificando qué porcentaje de dichas diferencias se debe a las diferencias en las características observables de las firmas y 2) verificar el cumplimiento de las hipótesis de autoselección y *learning by doing*.

4.2.1 Brecha de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras

La Tabla 4.3 contiene los resultados de los ejercicios de descomposición de la brecha de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras durante el período 2005-2008, controlando por algunas de las características observables de la firma. En este caso, se calculó el diferencial entre las firmas que exportaron en el año t con respecto a aquellas que no lo hicieron en el mismo período, incluyendo *una a una* las variables control, tratando así de evitar posibles problemas de endogeneidad.

Dicha Tabla consta de cuatro paneles, cada uno de los cuales contiene los resultados del ejercicio para un año de la muestra. En la segunda fila de cada panel, se encuentra el valor calculado de la brecha de productividad (Δ). La primera columna permite identificar el orden en que las variables control fueron consideradas en los ejercicios de descomposición. Las columnas 2 a 5 contienen, respectivamente, los valores del componente **no explicado** por las diferencias en las características observables de las firmas dentro del soporte común (Δ_0); el componente de la brecha de productividad atribuido a la existencia de ciertas combinaciones de características de las firmas exportadoras que no son posible encontrar en las firmas no exportadoras (Δ_E); el componente atribuido a la existencia de combinaciones de características de las no exportadoras que no son posible encontrar en las exportadoras (Δ_{NE}); y el componente de la brecha **explicado** por las diferencias en las características observables de las firmas dentro del soporte común (Δ_X). Las columnas 6 y 7 contienen los valores del

soporte común (CS⁶) de la muestra de firmas exportadoras y no exportadoras. La última fila de cada panel contiene los resultados de la descomposición luego de considerar *todas las variables control simultáneamente*.

Los resultados de la descomposición muestran que las firmas exportadoras fueron en promedio 20% más productivas que las no exportadoras. Dicha diferencia fue especialmente alta en los primeros años de la muestra: en 2005, las firmas exportadoras fueron, en promedio, 25% más productivas que las firmas no exportadoras, mientras que en 2008, dicha diferencia fue del orden del 16%. Se observa que ninguna de las características observables consideradas disminuye el componente Δ_0 de manera significativa, y por el contrario éste es en todos los casos superior a la brecha observada. Esto implica que, si las firmas no exportadoras tuvieran la misma distribución de características de las firmas exportadoras (fueran más antiguas, grandes, tuvieran más acceso al mercado de crédito, se localizaran en grandes aglomerados, y se concentraran en los sectores manufactureros), la brecha observada sería incluso mayor. Las mayores disminuciones se obtienen cuando se incluyen las variables *acceso al crédito* y *proporción de mujeres* en el total de la fuerza laboral, mientras que las variables para las que se tiene el mayor aumento de Δ_0 son *tamaño* y *sector económico*.

Que el componente Δ_0 sea predominante en las descomposiciones, para todos los años y especificaciones consideradas, implica que las diferencias de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras no se deben a las diferencias en características observables incluidas en el análisis, sino a características que aunque no observadas, afectan su nivel de eficiencia. Dicho componente no observado podría estar relacionado con los procesos de aprendizaje y flujo de conocimiento tecnológico al que se exponen las firmas exportadoras, provenientes tanto de sus competidoras como de sus compradores, del adelanto de mejoras previas a la incursión en el mercado externo que las hizo más productivas, o a los diferenciales en lo que se conoce como *entrepreneurial skills*, esto es, en el personal de las plantas exportadoras podrían observarse con mayor

⁶ El soporte común de las firmas exportadoras, CSE, (y no exportadoras, CSNE), es el porcentaje de firmas exportadoras (no exportadoras) que fue posible emparejar con firmas no exportadoras (exportadoras) con las mismas características observables.

probabilidad características como emprendimiento, innovación, creatividad y menor aversión al riesgo que aquellos que lideran firmas no exportadoras.

Cuando se agregan todas las variables simultáneamente, se tiene que Δ_0 es superior a la brecha observada. Sin embargo, bajo ésta especificación se obtiene una magnitud negativa de Δ_E , y una magnitud positiva de Δ_{NE} . Esto tiene dos importantes implicaciones. Por un lado, no es posible asociar una mayor productividad a la existencia de firmas exportadoras con una combinación de características que no pueda observarse en el conjunto de firmas no exportadoras, es decir, la productividad de las firmas exportadoras fuera del soporte común no incrementa la diferencia de la productividad. Lo contrario ocurre en el caso de las no exportadoras: a la productividad de las firmas cuya combinación de características no es posible encontrar en las exportadoras, se debe parte de la brecha de productividad observada, pues estas combinaciones de características están asociadas a menores niveles de productividad.

La Figura 4.1 muestra la evolución de los resultados de la brecha de productividad cuando se incluyen en la descomposición todas las características de las firmas que pueden estar asociadas con sus niveles de productividad. Esto hace posible observar cómo el componente que captura el hecho de que existan firmas no exportadoras cuyas características no pueden ser observadas en las firmas exportadoras es, después de Δ_0 , el componente más importante para explicar la brecha de productividad de las firmas exportadoras respecto a las no exportadoras.

Tabla 4-3: Descomposición de la brecha de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras, 2005-2008

2005							
		Delta=24.6%					
		Delta 0	Delta E	Delta NE	Delta X	CSE	CSNE
Características Observables	Antigüedad	40.61%	0.00%	0.00%	-16.02%	100.00%	100.00%
	Tamaño	69.86%	0.00%	0.00%	-45.27%	100.00%	100.00%
	Acceso al crédito	25.93%	0.00%	0.00%	-1.34%	100.00%	100.00%
	Proporción de mujeres	26.01%	0.00%	0.00%	-1.41%	100.00%	100.00%
	Zona	33.81%	0.00%	0.00%	-9.21%	100.00%	100.00%
	Sector económico	60.73%	0.00%	0.00%	-36.13%	100.00%	100.00%
Todas las variables		102.35%	-18.31%	10.19%	-69.64%	53.65%	52.30%

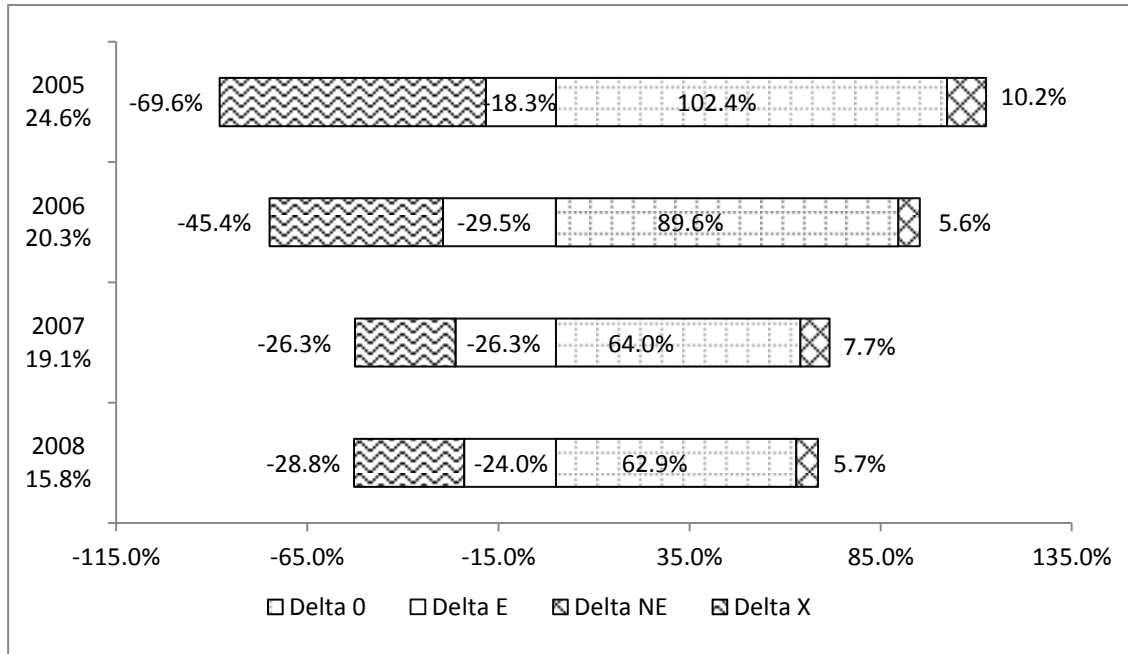
2006							
		Delta=20.29%					
		Delta 0	Delta E	Delta NE	Delta X	CSE	CSNE
Características Observables	Antigüedad	30.17%	0.00%	0.00%	-9.88%	100.00%	100.00%
	Tamaño	53.75%	0.00%	0.00%	-33.47%	100.00%	100.00%
	Acceso al crédito	21.21%	0.00%	0.00%	-0.93%	100.00%	100.00%
	Proporción de mujeres	22.39%	0.00%	0.00%	-2.11%	100.00%	100.00%
	Zona	23.34%	0.00%	0.00%	-3.06%	100.00%	100.00%
	Sector económico	71.41%	0.00%	0.00%	-51.12%	100.00%	100.00%
Todas las variables		89.61%	-29.49%	5.59%	-45.43%	54.96%	51.47%

2007							
		Delta=19.09%					
		Delta 0	Delta E	Delta NE	Delta X	CSE	CSNE
Características Observables	Antigüedad	32.15%	0.00%	0.00%	-13.05%	100.00%	100.00%
	Tamaño	62.32%	0.00%	0.00%	-43.23%	100.00%	100.00%
	Acceso al crédito	20.08%	0.00%	0.00%	-0.99%	100.00%	100.00%
	Proporción de mujeres	20.45%	0.00%	0.00%	-1.36%	100.00%	100.00%
	Zona	22.00%	0.00%	0.00%	-2.91%	100.00%	100.00%
	Sector económico	62.22%	0.00%	0.00%	-43.13%	100.00%	100.00%
Todas las variables		63.95%	-26.25%	7.67%	-26.27%	53.19%	48.93%

2008							
		Delta=15.77%					
		Delta 0	Delta E	Delta NE	Delta X	CSE	CSNE
Características Observables	Antigüedad	26.96%	0.00%	0.00%	-11.20%	100.00%	100.00%
	Tamaño	50.17%	0.00%	0.00%	-34.40%	100.00%	100.00%
	Acceso al crédito	16.08%	0.00%	0.00%	-0.31%	100.00%	100.00%
	Proporción de mujeres	16.05%	0.00%	0.00%	-0.28%	100.00%	100.00%
	Zona	17.33%	0.00%	0.00%	-1.56%	100.00%	100.00%
	Sector económico	53.06%	0.00%	0.00%	-37.30%	100.00%	100.00%
Todas las variables		62.88%	-24.02%	5.70%	-28.79%	52.99%	45.77%

Fuente: Cálculos propios con información de Supersociedades y Exportaciones e Importaciones del DANE.

Figura 4-1: Descomposición de la brecha de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras, 2005-2008

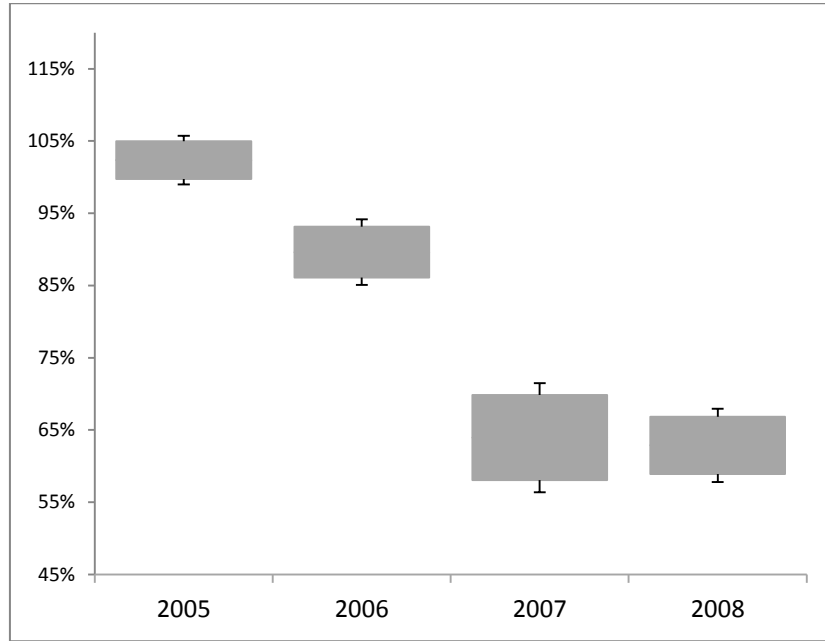


Fuente: Cálculos propios con información de Supersociedades y Exportaciones e Importaciones del DANE.

En la Figura 4.2 se presentan los intervalos de confianza del componente no explicado al 90% (extremos superior e inferior de cada caja) y 95% de confianza (extremos superior e inferior de los bigotes de cada gráfico.) Se observa una disminución estadísticamente significativa del componente no explicado entre 2005 y 2006, mientras que en 2007 y 2008, dado que existen coincidencias en los rangos de variación de Δ_0 , la magnitud del componente en 2007 no difiere estadísticamente al calculado para 2008.

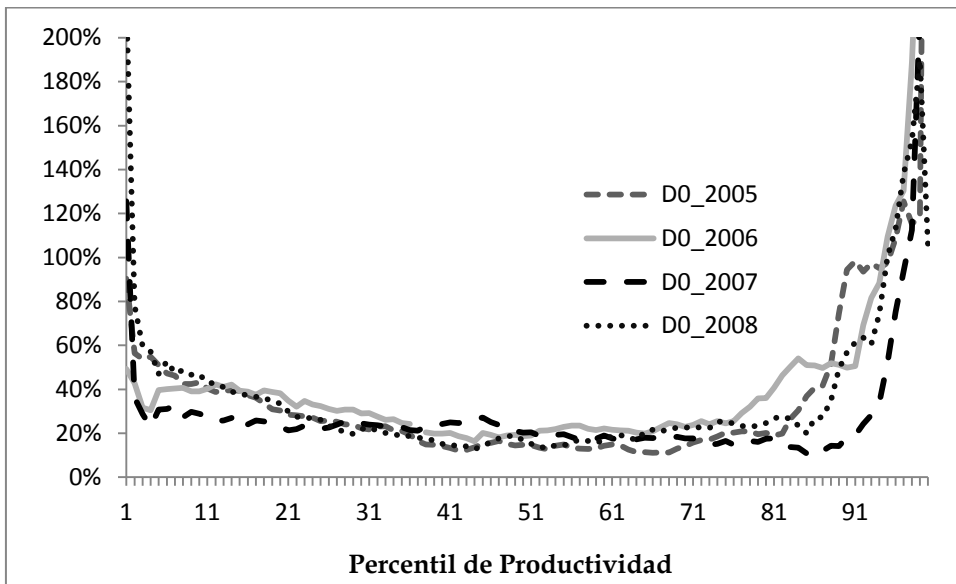
Por último, se observa que la distribución del componente no explicado a lo largo de la distribución de la productividad de las firmas exhibe en cada año la forma de U, es decir, en las colas de la distribución presentan valores elevados de Δ_0 , siendo más elevado en los últimos percentiles de productividad. Ello indica que las diferencias en productividad, atribuidas a las características no observables adquieren mayor relevancia en la parte alta de la distribución (mayores niveles de productividad), si bien a lo largo de la misma, Δ_0 es siempre superior al valor de la brecha calculada (Ver Figura 4.3).

Figura 4-2: Intervalos de confianza del componente no explicado, 2005-2008



Fuente: Cálculos propios con información de Supersociedades y Exportaciones e Importaciones del DANE

Figura 4-3: Distribución del Componente no explicado por percentiles de productividad, 2005-2008



Fuente: Cálculos propios con información de Supersociedades y Exportaciones e Importaciones del DANE

4.2.2 Hipótesis de autoselección y *learning by doing*

Las diferencias observadas en los niveles de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras pueden deberse a las ganancias relacionadas con los procesos de aprendizaje y flujo de conocimiento tecnológico, o a que las firmas más productivas son las que terminan vendiendo sus productos en el mercado externo. Sin embargo, como lo mencionan Wagner (2005) y Fernandes (2006), dichas hipótesis no son necesariamente excluyentes.

Para probar la hipótesis de autoselección se emplea la metodología de descomposición de Ñopo, comparando la productividad de firmas con las mismas características observables, **antes** de ingresar al mercado exportador, con respecto a aquellas que no ingresan. El ejercicio consiste en descomponer la brecha de productividad en $t - j$ de las firmas que exportaron en t pero no lo hicieron en $t - j$ (Tabla 4.4, panel a) con respecto al nivel de aquellas que no exportaron en los dos períodos, para $j = 1, 2$ y $t = 2008$. La idea que subyace el ejercicio es que, ante la imposibilidad de observar el escenario contrafactual (la productividad en t de las firmas exportadoras de no haber exportado), se construye un grupo de comparación de tal forma que cada unidad tratada (exportadora) sea lo más similar posible a una unidad no tratada (no exportadora), en el **momento previo** al tratamiento (empezar a exportar) (Ver sección 3). Ello garantizaría que las diferencias en los niveles de productividad puedan ser atribuidas al hecho de entrar a competir en el mercado externo.

Los resultados de este ejercicio, registrados en la Tabla 4.4, sugieren el cumplimiento de la hipótesis de *autoselección*: las firmas que exportaron en 2008 y no en períodos anteriores, eran en promedio 5% más productivas que aquellas que no exportaron en ninguno de los dos períodos, **antes** de empezar a exportar. Se observa que Δ_0 es mayor que la brecha calculada, lo que implica que si las firmas que no exportaron en ningún período tuvieran la misma distribución de características que las que empezaron a exportar en 2008, la brecha sería incluso mayor. También se encuentra que el componente Δ_{NE} es positivo, lo que implica que la productividad de las firmas con características que no pueden ser observadas en las firmas que exportaron en 2008 es baja, lo que incrementa la brecha promedio.

De manera análoga, se implementa el algoritmo de descomposición para probar la hipótesis de *learning by doing*. Para ello, se comparan los niveles de productividad en 2008 de las firmas que exportaron ese año con respecto a aquellas que no lo hicieron en ningún período. La Tabla 4.5 muestra que las firmas que empiezan a exportar y no exportaron en 2006 tienen una *prima exportadora* de productividad⁷ de 5% con respecto a las que no exportaron en ningún período, y de 2% en el caso de las firmas que exportaron en 2008 y no en 2007 con respecto a aquellas que no lo hicieron en ninguno de los dos años. En este último ejercicio, el componente Δ_0 es negativo, mientras que el componente Δ_{NE} es predominante. Por lo tanto, son los niveles de productividad de las firmas con combinaciones de características observables que no pueden observarse en las firmas exportadoras, las que explican el diferencial de productividad.

⁷ Para probar ésta hipótesis, Bernard y Jensen (1995, 1999) proponen calcular la denominada *prima exportadora*, que se define como la diferencia porcentual de productividad entre las firmas exportadoras y las no exportadoras. Por su parte, para probar la validez de la hipótesis de autoselección, los autores proponen estimar las diferencias en productividad de las firmas antes de entrar en el mercado exportador. Si las firmas más productivas se convierten en exportadoras, se espera que existan diferencias significativas entre las futuras exportadoras y las no exportadoras, períodos antes de que las primeras empiecen a exportar.

Tabla 4-4: Hipótesis de Autoselección: Descomposición de la brecha de productividad firmas que empiezan a exportar y no exportadoras

2006						
	$\Delta=5.06\%$					
	Δ_0	Δ_E	Δ_{NE}	Δ_X	CSE	CSNE
Antigüedad	7.72%	0.00%	0.00%	-2.66%	100.00%	100.00%
Tamaño	2.75%	0.00%	0.00%	2.31%	100.00%	100.00%
Acceso al crédito	5.52%	0.00%	0.00%	-0.47%	100.00%	100.00%
Proporción de mujeres	3.73%	0.00%	0.00%	1.33%	100.00%	100.00%
Zona	2.27%	0.00%	0.00%	2.79%	100.00%	100.00%
Sector económico	6.31%	0.00%	-0.11%	-1.14%	100.00%	99.71%
Todas las variables	11.56%	-1.01%	18.81%	-24.30%	65.89%	20.69%
2007						
	$\Delta=4.95\%$					
	Δ_0	Δ_E	Δ_{NE}	Δ_X	CSE	CSNE
Antigüedad	6.93%	0.00%	0.00%	-1.98%	100.00%	100.00%
Tamaño	1.85%	0.00%	0.00%	3.10%	100.00%	100.00%
Acceso al crédito	5.82%	0.00%	0.00%	-0.87%	100.00%	100.00%
Proporción de mujeres	6.17%	0.00%	0.00%	-1.22%	100.00%	100.00%
Zona	3.90%	0.00%	0.00%	1.05%	100.00%	100.00%
Sector económico	6.64%	0.00%	0.00%	-1.69%	100.00%	100.00%
Todas las variables	5.64%	-6.41%	16.67%	-10.95%	64.25%	18.89%

Fuente: Cálculos propios con información de Supersociedades y Exportaciones e Importaciones DANE.

Tabla 4-5: Hipótesis de *learning by doing*: Descomposición de la brecha de productividad firmas que empiezan a exportar y no exportadoras

2008							
		Delta=4.82%					
		Delta 0	Delta E	Delta NE	Delta X	CSE	CSNE
Características Observables	Antigüedad	5.48%	0.00%	0.00%	-0.66%	100.00%	100.00%
	Tamaño	4.01%	0.00%	0.00%	0.81%	100.00%	100.00%
	Acceso al crédito	5.50%	0.00%	0.00%	-0.69%	100.00%	100.00%
	Proporción de mujeres	5.29%	0.00%	0.00%	-0.48%	100.00%	100.00%
	Zona	5.83%	0.00%	0.00%	-1.02%	100.00%	100.00%
	Sector económico	8.43%	0.00%	-0.02%	-3.59%	100.00%	99.71%
Todas las variables		3.26%	-8.72%	18.24%	-7.96%	62.62%	20.91%

2008							
		Delta=1.80%					
		Delta 0	Delta E	Delta NE	Delta X	CSE	CSNE
Características Observables	Antigüedad	5.55%	0.00%	0.00%	-3.75%	100.00%	100.00%
	Tamaño	-2.05%	0.00%	0.00%	3.85%	100.00%	100.00%
	Acceso al crédito	1.14%	0.00%	0.00%	0.66%	100.00%	100.00%
	Proporción de mujeres	1.46%	0.00%	0.00%	0.34%	100.00%	100.00%
	Zona	4.04%	0.00%	0.00%	-2.25%	100.00%	100.00%
	Sector económico	6.32%	0.00%	0.00%	-4.52%	100.00%	100.00%
Todas las variables		-4.26%	-7.95%	11.22%	2.79%	64.80%	20.35%

Fuente: Cálculos propios con información de Supersociedades y Exportaciones e Importaciones del DANE.

5. Conclusiones y recomendaciones

En este trabajo se estimó la brecha de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras en Colombia durante el período 2005-2008, verificando si dicho diferencial se explica por la mayor productividad de las firmas exportadoras aun antes de vender sus productos en el mercado externo o porque éstas, al enfrentar procesos de aprendizaje y mayores flujos de conocimiento tecnológico provenientes tanto de sus competidoras como de los compradores externos, mejoran sus niveles de eficiencia con la exposición al mercado internacional.

Para asegurar que el índice de productividad estimado, objeto fundamental del estudio, proviniera de estimaciones de una función de producción con parámetros insesgados, se empleó la metodología semiparamétrica propuesta por Levinsohn y Petrin (2003), que minimiza el sesgo de simultaneidad al usar la demanda de insumos intermedios como proxy de la productividad no observada. Los resultados obtenidos muestran que las estimaciones de los parámetros de la función de producción disminuyen eficientemente los sesgos de los parámetros en relación a los obtenidos por MCO y Efectos Fijos. Adicionalmente, no se encontró evidencia estadística para rechazar la hipótesis de rendimientos constantes a escala.

Una vez se obtuvo un estimador consistente de la productividad a nivel de firma, se empleó la metodología de descomposición de Ñopo (2008) para calcular el diferencial de productividad entre las firmas exportadoras y no exportadoras, así como determinar si la brecha se debía a las diferencias en la distribución de sus características observadas. Se encuentra que en promedio, las firmas exportadoras son 20% más productivas que las firmas no exportadoras, y que en todos los años, el componente no observado, Δ_0 , es mayor a la brecha calculada. Por lo tanto, si la distribución de características de las

firmas no exportadoras fuera igual a la de las exportadoras, la brecha calculada sería incluso mayor. Por su parte, se tiene que al incluir todas las variables control en el ejercicio de descomposición, el componente Δ_{NE} es positivo, mientras que el componente Δ_E es negativo. Ello implica que los niveles de productividad de las firmas no exportadoras cuya combinación de características no es posible observar en las firmas exportadoras, aumentan el diferencial a favor de las firmas exportadoras, mientras que las características de las firmas exportadoras fuera del soporte común no están necesariamente ligadas a mayores niveles de productividad.

Así mismo, se emplea la misma metodología para comparar los niveles de productividad de las firmas que empezaron a exportar en relación a aquellas que nunca exportaron, antes y después de que las primeras incursionaran en el mercado externo. Los resultados sugieren el cumplimiento de la hipótesis de autoselección: las firmas que exportaron en 2008 y no lo hicieron en períodos anteriores fueron en promedio, **antes** de empezar a exportar, 5% más productivas que aquellas que no exportaron en ninguno de los dos períodos. De igual forma, se obtiene evidencia del cumplimiento de la hipótesis de *learning by doing*: las firmas que empiezan a exportar en 2008 y no exportaron en 2006 tienen una prima exportadora de productividad de 5% respecto a las que no exportaron en ningún período, y de 2% en el caso de las firmas que exportaron en 2008 y no en 2007 sobre la productividad de las no exportadoras.

Los resultados encontrados por esta metodología y para el caso colombiano están en línea con lo expuesto por Wagner (2005) y Fernandes (2006) acerca de la existencia de un diferencial positivo entre las firmas exportadoras y no exportadoras en términos de productividad, y a que las hipótesis que explican la existencia de este diferencial (autoselección y *learning by doing*) no son necesariamente excluyentes. A partir de éstos resultados es posible formular algunas recomendaciones de política: dado que las firmas se autoseleccionan para exportar, es necesario diseñar medidas económicas e institucionales que les permitan aumentar sus niveles de eficiencia y con ello, incursionar de manera exitosa en la actividad exportadora. De esta manera, podrían beneficiarse en mayor grado de los flujos de conocimiento y difusión tecnológica derivada de la mayor exposición en el mercado internacional.

Este trabajo constituye entonces un paso hacia nuevas opciones de acercamiento y verificación de hipótesis relacionadas con los beneficios del comercio internacional sobre los niveles de productividad. Sin embargo, es importante señalar que los resultados obtenidos corresponden a un horizonte de análisis relativamente corto, determinado por la escasa disponibilidad de datos, lo que podría limitar su alcance e interpretación. Por lo tanto, y con el fin de proveer de mayor solidez a la evidencia empírica encontrada, sería deseable ampliar el periodo de estudio y examinar el grado de robustez del trabajo tras la inclusión de una mayor cantidad de información, que permita determinar cuál ha sido la dinámica del diferencial de productividad en el tiempo y los factores que lo determinan.

Bibliografía

- Akerberg, D., Caves, K., & Frazer, G. (2006). Structural Identification of Production Functions.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991, Abril). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2).
- Arnold, J. (2005). Productivity Estimation at the Plant Level: A Practical Guide. *Mimeo, Bocconi University*.
- Aw, B. Y., Chung, S., & Roberts, M. J. (2000). Productivity and Turnover in the Export Market: Micro-level Evidence from the Republic of Korea and Taiwan (China). *The World Bank Economic Review*, 14(1), 65-90.
- Aw, B., Roberts, M., & Xu, D. (2009). R&D Investment, Exporting, and Productivity Dynamics. *National Bureau of Economic Research WP 14670*, 35.
- Bartelsman, E., & Wolf, Z. (2009). Forecasting aggregate productivity using information from firm-level data.
- Bernard, A. B., & Jensen, J. B. (199, Mayo). Exporting and Productivity. *NBER Working Paper Series*(7135).
- Bernard, A. B., & Jensen, J. B. (2004). Exporting and Productivity in the US.
- Bernard, A. B., Jensen, J. B., & Lawrence, R. Z. (1995). Exporters, Jobs, and Wages in U.S. Manufacturing: 1976-1987. *Brookings Papers on Economic Activity. Microeconomics 1995*, 67-119.

- Blinder, A. S. (1973). Wage Discrimination: Reduced Form and Structural Estimates. *The Journal of Human Resources*, 8(4), 436-455.
- Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87, 115-143.
- Brouwer, P., de Kok, J., & Fris, P. (2005). Can firm age account for productivity differences? *SCALES-paper series*, 1-49.
- Clerides, S., Lach, S., & Tybout, J. (1998). Is learning by exporting important? Micro-dynamic evidence from Colombia, Mexico and Morocco. *The Quarterly Journal of Economics*, 903-947.
- Dollar, D., Hallward-Driemeier, M., & Mengistae, T. (2005, Octubre). Investment Climate and Firm Performance in Developing Economies. *Economic Development and Cultural Change*, 54(1), 1-31.
- Eaton, J., Eslava, M., Kugler, M., & James, T. (2007). Export Dynamics in Colombia: Firm-Level Evidence. *Borradores de Economía*(446), 29.
- Echavarría, J. J., Arbeláez, M. A., & Rosales, M. F. (2006). La Productividad y sus Determinantes: El Caso de la Industria Colombiana. *Borradores de Economía* 3073.
- Eslava, M., Galindo, A., Hofstetter, M., & Izquierdo, A. (2010, Septiembre). Scarring recessions and credit constraints: Evidence from Colombian firm dynamics. *Serie Documentos CEDE*(27). Universidad de los Andes.
- Fernandes, A. M. (2006). Firm Productivity in Bangladesh Manufacturing Industries. *Policy Research Working Paper Series* 3988.
- Fernandes, A., & Isgut, A. (2005, Marzo). Learning-by-doing, Learning-by-exporting, and productivity: Evidence from Colombia. *World Bank Policy Research Working Paper No. 3544*.
- Gatti, R., & Love, I. (2006, Mayo). Does access to credit improve productivity? Evidence from Bulgarian firms. *World Bank Policy Research Working Paper No. 3921*.

- Girma, S., Greenaway, D., & Kneller, R. (2004). Does Exporting Increase Productivity? A Microeconometric Analysis of Matched Firms. *Review of International Economics*, 12(5), 855-866.
- Girma, S., Greenaway, D., & Kneller, R. (2003). Export market exit and performance dynamics: a causality analysis of matched firms. *Economics Letters*, 181-187.
- Griliches, Z. (1998). *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*. Chicago: University of Chicago Press.
- Harberger, A. C. (1969). La Tasa de Rendimiento de Capital en Colombia. *Revista de Planeación y Desarrollo*, 3, 13-42.
- Isaksson, A., & Ng, T. H. (2006). Determinants of Productivity: Cross-Country Analysis and Country Case Studies. *Research and Statistics Branch UNIDO Working Paper*, 01/2006.
- Kandilov, I. T., & Liu, X. (2011). Do Exports Raise Productivity? Plant-level Evidence from the Colombian Agri-food Industries. *Presentation at the Agricultural and Applied Economics Association's 2011 AAEA & NAREA Joint Annual Meeting, Julio 24-26 2011*.
- Levinsohn, J., & Petrin, A. (2003). Estimating production functions using input to control for unobservables. *Review of Economic Studies*, 70(2), 317-341.
- Loko, B., & Diouf, M. A. (2009). Revisiting the Determinants of Productivity Growth: What's New? *IMF Working Paper* 09/225.
- Lopez-Acevedo, G., & Tan, H. (2003). Mexico: In-Firm Training for the Knowledge Economy. *World Bank Policy Research Working Paper No. 2957*.
- Marschak, J., & William H. Andrews, J. (1944). Random Simultaneous Equations and the Theory of Production. *Econometrica*, 12, 143-205.
- Martin, P., Mayer, T., & Mayneris, F. (2008). Spatial concentration and firm-level productivity in finance. *Centre for Economic Policy Research Discussion Paper Series* 6858.

- Medina, P., Melendez, M., & Seim, K. (2003). Productivity Dynamics of the Colombian Manufacturing Sector. *Documentos CEDE* 3390.
- Ñopo, H. (2004). *Matching* as a Tool to Decompose Wage Gaps. *IZA DP No. 981*.
- Oaxaca, R. (1973). Male-Female Wage Differentials in Urban Labor Markets. *International Economic Review*, 14(3), 693-709.
- Olley, G., & Pakes, A. (2006, Nov.). The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. *Econometrica*, 64(6), 1269-1297.
- Pavcnik, N. (2000). Trade Liberalization, Exit, and Productivity Improvements: Evidence from Chilean Plants. *NBER Working Papers* 7852.
- Perilla Jiménez, J. (2009). Descomposición sectorial y dinámica del impacto de los precios del petróleo sobre el Crecimiento Económico en Colombia. *Archivos de Economía*(357).
- Petrin, A., Levinsohn, J., & Poi, B. P. (2004, Junio). Production function estimation in Stata using inputs to control for unobservables. *Stata Journal*, 113-123.
- Solow, R. M. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, 59(3), 312-320.
- Tan, H., & Lopez-Acevedo, G. (2003). Mexico In-Firm Training for the Knowledge Economy. *Policy Research Working Paper* 2957.
- Toro González, D. (2004, Nov.). Localización de la industria manufacturera en Colombia 1990-1999. *Economía y Región*, (2).
- Van Beveren, I. (2010). Total Factor Productivity estimation: A practical review. *Journal of Economic Surveys*, 38.
- Wagner, J. (2002). The causal effects of exports on firm size and labor productivity: First evidence from *matching* approach. *Economics Letters*, 77(2), 287-292.
- Wagner, J. (2005). Exports and Productivity: A Survey of the Evidence from Firm Level Data. *University of Lüneburg Working Paper Series* 4.