

Diferenciales de productividad según orientación exportadora de las empresas: ¿se cumple la autoselección y el aprendizaje?

*Laura da Costa Ferré*¹

Mayo, 2008

RESUMEN

Este trabajo estudia la relación entre los diferenciales de productividad y la orientación exportadora de las empresas uruguayas de la industria manufacturera en el período 1997-2001, con el objetivo de investigar si en el país se cumplen los procesos de autoselección y aprendizaje por exportar. En primer lugar se elabora un panel a precios constantes con microdatos del INE para el período 1997-2001. Luego se estima econométricamente una función de producción con metodologías varias, entre ellas la de Levinsohn-Petrin, que corrige por los sesgos de simultaneidad y selección. En tercer lugar, se estudian los diferenciales de la productividad total de factores y de la productividad parcial del trabajo de los grupos de empresas entrantes, salientes y permanentes en el mercado exportador respecto a las no exportadoras. Se concluye que en la muestra utilizada las empresas exportadoras son notoriamente más productivas que sus pares con orientación doméstica. También se encuentra evidencia respecto a que las empresas que ingresan al mercado exportador eran más productivas que las no exportadoras antes de empezar a vender al exterior y que las exportadoras mejoran sus niveles de productividad al permanecer en el mercado exportador, lo que es consistente con las hipótesis de autoselección y de aprendizaje por exportar.

Palabras clave: Levinsohn-Petrin, productividad total de factores, exportadoras, empresas manufactureras, autoselección, aprendizaje por exportar.

¹ Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República, Uruguay. laura@decon.edu.uy
Agradezco los aportes realizados a este trabajo por Susana Picardo, Graciela San Román y Marcel Vaillant. Un especial agradecimiento a Carlos Casacuberta, por su apoyo en todo el proceso de la investigación.

1. INTRODUCCIÓN

Las empresas exportadoras son vistas como más eficientes y productivas que las no exportadoras, ya que tienen la posibilidad de aprender de los conocimientos y tecnología de los mercados mundiales y mejorar su competitividad a partir de la competencia con el exterior. En este sentido, la mayoría de los estudios realizados sobre el desempeño de las empresas según su orientación exportadora confirma la hipótesis de que las exportadoras son más productivas que las no exportadoras. Asimismo, recientemente se han desarrollado modelos teóricos² que obtienen resultados en esta dirección y que estudian las causas que puede tener este fenómeno.

Resulta interesante analizar la relación causal de los diferenciales de productividad entre exportadoras y no exportadoras, en el sentido de discernir si la mayor productividad de las exportadoras se adquiere luego de comenzar a vender al exterior o si el ingreso a los mercados exportadores es consecuencia de que estas empresas sean las más productivas.

Este trabajo estudia la relación que existe entre la productividad y la orientación exportadora de las empresas manufactureras uruguayas y en particular buscar confirmar que las empresas exportadoras cumplen con los patrones mundiales, es decir que son notoriamente más productivas que sus pares con orientación hacia el mercado interno.

Tras contrastar esta hipótesis, se analiza si las exportadoras son las más productivas también antes de comenzar a vender al exterior, lo que estaría indicando un proceso de “autoselección”, que implica que sólo las firmas que mejoran su desempeño y sus niveles de competitividad pueden afrontar los altos costos de entrada a los mercados exportadores y permanecer en ellos.

Por otro lado, también se investiga si las empresas exportadoras aumentan su productividad luego de ingresar al mercado exportador, al asimilar conocimiento de sus pares, beneficiarse con las economías de escala y con las transferencias de tecnología, lo que se conoce como un proceso de “aprendizaje por exportar”.

² Melitz (2003) y Bernard, Eaton, Jensen y Kortum (2003) entre otros.

Profundizar en este comportamiento de las empresas exportadoras es importante tanto para los investigadores como para los hacedores de política, pues es un tema de gran actualidad que no ha sido estudiado hasta el momento en Uruguay y puede resultar un insumo para la definición de políticas económicas a seguir respecto a este grupo de firmas.

Para realizar el análisis se estima la Función de Producción (en adelante FP) a partir de un micropanel de empresas industriales que cubre el período 1997-2001, y se predice la Productividad Total de Factores (en adelante PTF), con la cual se analizan grupos de empresas según su orientación exportadora –entrantes, salientes o permanentes en el mercado exportador– usando la metodología de Aw, Chung y Roberts (1998) y de Álvarez y López (2004).

En los años noventa, Uruguay vivió un proceso de apertura económica a partir de la creación del MERCOSUR que incentivó la inserción de las empresas en los mercados de exportación, al verse beneficiadas por una relación de precios relativos favorable respecto a la región, una rebaja de los aranceles y una serie de reformas de incentivo a las exportaciones aplicadas por el gobierno. En este contexto, las empresas se abocaron a reducir sus costos en aras de tornarse competitivas respecto a sus pares de la región e incrementaron sus niveles de productividad. Tras la devaluación del real en Brasil la situación se tornó desfavorable para la exportaciones uruguayas a la región y aumentaron las exigencias para las empresas exportadoras que querían seguir en el mercado, por lo que las empresas que siguieron exportando lo hicieron en base a una estricta política de reducción de costos y de aumento de productividad, so pena de desaparecer del mercado exportador.

En este escenario, es previsible que en los años noventa la productividad de las empresas exportadoras haya sido mayor que las de las no exportadoras. En el trabajo se encontró evidencia positiva al respecto de esta hipótesis tanto para la PTF como para la productividad del trabajo, que resultó robusta aún al controlar las estimaciones por capital extranjero y por tamaño de las empresas.

Sin embargo, en principio no resulta evidente la dirección de la causalidad de este proceso, es decir si las exportadoras eran las más productivas antes de comenzar a exportar o si lo empiezan a ser luego de comenzar a vender al exterior. El presente trabajo aporta a la academia al

encontrar evidencia de que en el período analizado se cumplen los dos procesos –autoselección y aprendizaje por exportar– en las empresas exportadoras uruguayas que integran la muestra utilizada.

Este es el primer trabajo empírico en Uruguay que utiliza los microdatos de empresas industriales del período 1997-2001 relevados por el Instituto Nacional de Estadística (en adelante INE) y también es la primera investigación realizada en el país sobre la relación entre la productividad de las empresas manufactureras uruguayas y su orientación exportadora con un enfoque econométrico de estimación de funciones de producción.

La investigación se estructura de la siguiente manera. El capítulo 2 hace una presentación del Marco Teórico, el capítulo 3 resume los antecedentes empíricos de la investigación, el capítulo 4 hace un análisis de los datos utilizados, el capítulo 5 describe los modelos utilizados y los métodos de estimación, el capítulo 6 brinda los resultados de las estimaciones de FP y de la relación entre productividad y orientación exportadora de las empresas y el capítulo 7 concluye.

2. MARCO TEÓRICO

El comercio internacional tradicionalmente era descrito en el análisis económico en base a diferentes versiones de dos modelos: el ricardiano y el de Heckser-Ohlin, los cuales presentan supuestos restrictivos que no representan el comportamiento diverso de las empresas dentro de un sector económico. Los supuestos más importantes son los retornos constantes a escala y la igualdad en la tecnología de las empresas. Consideran que las empresas son homogéneas y usan para el análisis una “firma representativa”. Estos modelos concluyen que todas las empresas de un sector con ventajas comparativas deben volcarse al mercado exportador.

En los últimos años han aparecido nuevos modelos de comercio internacional que incorporan la heterogeneidad de las firmas dentro de un mismo sector y otras características de los mercados que los acercan más al comportamiento real de las empresas. Estos modelos buscan explicar teóricamente los procesos de autoselección (*selfselection*) de las firmas en los mercados

de exportación y de aprendizaje por exportar (*learning by exporting*) observados en muchos análisis empíricos (en mayor medida el de autoselección).

El proceso de autoselección está dado por el hecho de que sólo las empresas más productivas son capaces de empezar a exportar y de mantenerse en el mercado, ya que son las que pueden afrontar los altos costos que conlleva la entrada a los mercados exportadores. Por este motivo, este grupo de firmas presenta mayores niveles de productividad en comparación con las no exportadoras. A su vez el proceso de aprendizaje por exportar implica que las empresas se vuelven más productivas tras ingresar al mercado exportador como resultado de un proceso de aprendizaje, mediante el cual adquieren nuevas tecnologías y conocimientos de su contacto con agentes internacionales.

Entre los modelos teóricos que se han construido para representar el comercio internacional a nivel de firma y que hacen hincapié en la hipótesis de autoselección resaltan los trabajos de Hopenhayn (1992), Melitz (2003), Bernard, Eaton, Jensen y Kortum (en adelante BEJK, 2003), López (2004) y Yeaple (2004). En tanto, para explicar el fenómeno de aprendizaje por exportar es importante la contribución teórica de Clerides, Lach y Tybout (1998).

La mayoría de los trabajos coincide en considerar que las barreras al comercio son las que determinan que algunas firmas puedan entrar al mercado exportador³, en tanto otras sean frenadas y sólo puedan vender al mercado interno.

Así se define que las empresas entrantes y permanentes en el mercado exportador serán más productivas que las salientes –que salen a causa de su baja productividad– y la productividad de cada uno de los tres grupos analizados superará la productividad de las no exportadoras.

También se plantea que la autoselección de las empresas puede ser un proceso “consciente”⁴, ya que las empresas que quieren empezar a exportar realizan premeditadamente acciones para aumentar sus niveles de productividad y poder acceder a estos mercados. En estos modelos la productividad es endógena. Por último, se modeliza el proceso de “aprendizaje por exportar” de las firmas, mediante la condición de que la productividad actual de las empresas dependa de la experiencia exportadora anterior.

³ El trabajo de Hopenhayn es el único que no hace un análisis concreto del mercado exportador.

⁴ López (2004) y Yeaple (2004).

En Hopenhayn y Melitz las barreras a la entrada son representadas como costos fijos hundidos, en tanto para BEJK las barreras son costos variables de transporte de tipo *iceberg* (proporcionales al monto transportado). A continuación se describen las contribuciones teóricas más relevantes como marco de esta investigación.

Hopenhayn (1992) elabora un modelo estocástico dinámico que no es específico para el mercado exportador, aunque es relevante porque describe cómo firmas heterogéneas en sus niveles de productividad toman distintas decisiones sobre la entrada, la salida o la permanencia en un mercado. Se modela un mercado compuesto por un gran número de firmas tomadoras de precios que producen un bien homogéneo. Las firmas difieren en su eficiencia porque la producción de cada una de ellas depende de un shock de productividad aleatorio, que sigue un proceso de Markov independiente entre las firmas. Hopenhayn realiza el supuesto de que una firma con alta productividad en t tendrá mayor probabilidad de tener alta productividad en $t+1$.

El modelo predice las diferencias en la productividad promedio de las firmas entrantes, salientes y permanentes en el mercado. Hopenhayn demuestra que las firmas saldrán después de un período t si sus niveles de productividad son inferiores a un nivel mínimo que garantiza beneficios futuros positivos, porque esperarán bajos niveles de beneficios en el futuro, en tanto las firmas con productividad superior a ese mínimo permanecerán en el mercado.

El modelo permite también comparar la productividad de las firmas entrantes respecto a las de las permanentes, ya que Hopenhayn demuestra que la distribución de productividad de cualquier grupo de sobrevivientes dominará estocásticamente la distribución de productividad de las cohortes entrantes.

Melitz (2003) adapta el modelo de industria dinámico de Hopenhayn a una estructura de mercado de competencia monopolística en equilibrio general. Por ello, brinda una extensión al modelo de comercio de Krugman (1980) que incorpora los diferenciales de productividad a nivel de firma. Construye un modelo dinámico de industria con firmas heterogéneas, que busca analizar los efectos intra industriales del comercio internacional. Se aboca a explicar las diferentes productividades que exhiben las empresas de un mismo sector y llega a la conclusión de que las empresas exportadoras son las que presentan una mayor productividad. En este sentido, analiza el

impacto en las empresas de la apertura de los mercados y de la incorporación de países en el comercio internacional (por ejemplo a través de un bloque comercial).

El modelo indica que la industria se verá beneficiada con la apertura comercial, al haber un crecimiento de la productividad sectorial así como también una mejora del bienestar general. No obstante, dentro del sector las empresas se comportarán de distinta forma de acuerdo a su exposición al comercio. Las firmas más eficientes –las exportadoras–, serán las claras ganadoras, al incrementar su productividad y su nivel de renta. Las empresas orientadas al mercado interno, por su parte, serán perdedoras, mostrando caídas en su nivel de productividad y en su renta. También habrá un grupo de empresas, las menos productivas de todas, que saldrán del mercado.

Melitz explica este fenómeno como asociado a una “reubicación” de las empresas, donde el cierre de las menos productivas impulsa a las más productivas y genera una dinámica de mejora de eficiencia en el sector. Esta reubicación inducida por el comercio que favorece a las firmas más eficientes explica por qué la apertura genera ganancias en la productividad agregada sin que necesariamente mejore la eficiencia de las firmas individuales. Su hipótesis respecto a la relación entre productividad y orientación exportadora es que las empresas más productivas son las que exportan, o sea que se cumple un proceso de *autoselección* de las firmas.

Las firmas se dividen por su productividad en grupos que ganan y grupos que pierden beneficios. La exposición al comercio genera un tipo de evolución Darwiniana en la industria por la que: i) las firmas más eficientes prosperan y crecen (exportan e incrementan su participación de mercado y sus beneficios), ii) un grupo de firmas menos eficientes, aún exportan e incrementan su participación de mercado pero pierden beneficios, iii) otras empresas aún menos eficientes permanecen en la industria pero no exportan y tienen pérdidas de beneficios y de participación de mercado y por último, iv), las firmas menos eficientes de todas salen de la industria.

BEJK (2003) desarrollan un modelo que extiende la teoría ricardiana básica para adaptarla a varios países, a barreras geográficas y a competencia imperfecta. Luego analizan el poder explicativo del modelo en el caso de las plantas estadounidenses al estudiar el comercio bilateral entre ese país y sus 46 socios comerciales más importantes. En el trabajo se estudia el desempeño de las firmas exportadoras estadounidenses, encontrando que presentan los niveles

de productividad más altos, son un número reducido, tienen un ratio de exportaciones sobre ventas bajo y un tamaño mucho mayor (medido en número de trabajadores) al de las no exportadoras.

Para contemplar la heterogeneidad de las plantas el modelo introduce diferencias ricardianas en la eficiencia tecnológica entre productores y países. Además explica la coexistencia, incluso dentro de la misma industria, de exportadores y productores domésticos por medio de la introducción de costos de exportación de tipo "iceberg".⁵ Por otro lado, para que las diferencias en eficiencia tecnológica no sean completamente absorbidas por discrepancias en los precios de los productos (eliminando diferencias en la productividad medida entre plantas) se trabaja con una estructura de mercado de competencia imperfecta (a la *Bertrand*) con ratios de precio sobre costo marginal (*markups*) variables.

El modelo indica que las plantas más eficientes tendrán *markups* más altos y por lo tanto tendrán una mayor productividad. Las plantas más eficientes son también las que están en mejores condiciones para exportar, por lo cual serán las exportadoras. También explica por qué las plantas exportadoras tienden a ser más grandes que las plantas que sólo le venden al mercado doméstico. Estas empresas son más grandes porque le venden a más mercados y venden al mercado interno porque al ser las más eficientes tendrán los precios domésticos más bajos.

Por último, en el documento de Clerides, Lach y Tybout (1996) se construye un modelo que analiza el mecanismo por el cual las empresas domésticas deciden diversificarse mediante una apertura al mercado exportador. La decisión de entrada se basa en una comparación de los beneficios futuros esperados de las firmas, que dependen de su productividad actual y futura, teniendo en cuenta que existen costos fijos a la entrada.

El efecto de aprendizaje por exportar es incorporado al hacer que la productividad actual de la empresa dependa de la experiencia exportadora anterior⁶. Los autores realizan un análisis de simulaciones, a través del cuál obtienen resultados que acercan el fenómeno de interacción entre las fuerzas de autoselección y de aprendizaje por exportar.

⁵ Los costos de exportación a un destino dado son proporcionales a los costos de producción.

⁶ Idea de que si el mercado exportador genera ganancias en eficiencia, las firmas que empiezan a exportar deberían después de un tiempo exhibir un cambio en el crecimiento de su productividad.

En la presente investigación, se analizará el poder explicativo de estos modelos para el caso de la industria uruguaya, estudiando en particular los diferenciales de productividad de las empresas según sean entrantes, salientes o permanentes en el mercado exportador para poder investigar los procesos de *autoselección* y de *aprendizaje por exportar* modelizados en los desarrollos teóricos analizados en este capítulo.

3. ANTECEDENTES

La literatura económica sobre el comportamiento de las firmas en el mercado exportador según sus niveles de productividad es muy vasta y cubre a las empresas manufactureras de muchos países. El objeto de estudio es en la mayoría de los casos la relación causal entre la productividad y la orientación exportadora de las firmas, es decir saber si las firmas primero son las más productivas y por eso entran al mercado exportador o si se da la relación contraria, primero ingresan al mercado exportador y aprenden de su vínculo con otras empresas, con lo cual se vuelven más productivas.

Para la gran mayoría de los estudios, las firmas exportadoras son mucho más productivas que las orientadas a los mercados domésticos, al tiempo que son las más grandes y las que presentan una mayor intensidad de capital. A su vez, la mayor parte de las investigaciones también coincide en encontrar fuerte evidencia empírica que apoya el mecanismo de *autoselección*⁷ y muy poca evidencia que avale la hipótesis de *aprendizaje por exportar*⁸ para explicar porqué las empresas exportadoras son las más productivas. Algunos estudios, como los de Bernard y Jensen (1999, 2001), Bernard y Wagner (1997), y Clerides, Lach y Tybout (1998), también investigan las características de las firmas que salen del mercado y encuentran que estas empresas son menos productivas después de salir de los mercados de exportación.

Las metodologías utilizadas son muy diversas y van desde un pool de corte transversal con datos de firmas (Aw y Hwang (1995) y Castellani (1995)) hasta el análisis no paramétrico de

⁷ Aw, Chung y Roberts (1998), Alvarez, R. y López, R. (2004), Bernard y Jensen (1999) y Clerides, Lach and Tybout (1998) entre muchos otros.

⁸ Castellani (2002), Kraay (1999) y Girma, S., et al. (2004) encuentran evidencia al respecto.

distribuciones de productividad (Delgado, Fariñas y Ruano (2002)). Sin embargo, la mayoría de los investigadores utiliza estimaciones de paneles de datos (Álvarez y López (2004), Bernard y Jensen (1999, 2001), Bernard y Wagner (1997) y Clerides, Lach y Tybout (1998), entre otros)⁹.

En Uruguay no se encuentran trabajos realizados con este objeto de estudio. Sin embargo, existen varias investigaciones que analizan la PTF de la industria uruguaya con microdatos para el período 1982-1995 desde diversos enfoques y otras que estudian el desempeño exportador de las empresas, tomando en cuenta en algunos casos su relación con la productividad¹⁰.

En tanto, otros investigadores han abordado el tema de desempeño exportador de las firmas y en algunos casos lo han relacionado con la productividad¹¹. Este es el caso del trabajo de Snoeck, Casacuberta, Domingo, Pastori y Pittaluga (2007), que hace una descripción estadística de la actividad exportadora a nivel de firma para el período 1981-2005 y también determina la relación entre las exportaciones y la productividad de las firmas. Para identificar éste último punto, utilizan los microdatos de industria del INE para el período 1988-1995 y realizan una estimación de intragrupos, encontrando que existe un premio por exportar de 13%.

4. DATOS

El panel de datos se elaboró con información de las empresas manufactureras uruguayas obtenidas a partir del Censo Económico 1997 (CE97) y de las Encuestas de Actividad Económica (EAE) relevadas por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para el período 1997-2001. Como fue mencionado antes éste estudio es uno de los primeros esfuerzos por analizar esta fuente de datos, que proporciona una riqueza considerable de información al seguir en el tiempo a una muestra muy importante de empresas¹². El período de tiempo seleccionado surge del análisis de

⁹ Ver cuadro del Anexo 1, con síntesis de resultados de las principales investigaciones sobre relación entre productividad y exportaciones.

¹⁰ Casacuberta, Fachola y Gandelman (2004), Tansini y Triunfo (1999), Llambí y López (1998), entre otros.

¹¹ Vaillant y Roche (1992), Vaillant y Cassoni (1993), Noya y Lorenzo (1998), Vaillant y Bittencourt (2001) y Snoeck, Casacuberta, Domingo, Pastori y Pittaluga (2007).

¹² Se sacaron las observaciones de ANCAP por tratarse de una empresa pública no representativa del sector industrial que afectaba los resultados de las variables del panel dado su importante peso en el total de la industria y la dispar evolución de su Valor Agregado Bruto en el período analizado.

las estadísticas a nivel de firma del INE, que llevó a detectar problemas en las bases que impiden crear un panel de más largo plazo que el de 1997-2001.

4.1. Medición del Capital

A los efectos de estimar la corriente de servicios del capital se parte del *stock* de capital, para lo cual se realiza el supuesto de que el flujo de servicios del capital es proporcional al *stock*. Sin embargo, para el análisis de la PTF lo deseable sería tener un indicador del flujo de capital utilizado en el período, que no necesariamente es comparable al *stock*. En este sentido, Hulten, C. (2000) indica que el flujo de servicios no es siempre proporcional al *stock* porque este último no se ajusta rápidamente a los ciclos de negocios, por lo que una PTF calculada usando datos de *stock* de capital fluctúa procíclicamente en relación a la tasa de utilización del capital. Estas fluctuaciones hacen contrapeso en el cálculo del residuo y dificultan la observación de cambios de tendencia.

No obstante, la estimación del flujo de capital es compleja y requiere de información que en la actualidad no existe en el país¹³. Este problema no es exclusivo de Uruguay, sino que las estimaciones de FP y de PTF realizadas por los trabajos que inspiraron esta investigación (Aw, Chung y Roberts (1998) para Taiwán y Corea del Sur, Álvarez y López (2004) para Chile y Blundell y Bond¹⁴ (1998) para Estados Unidos, entre otros) también utilizan el stock de capital como proxy del flujo de servicios de capital.

4.2. Deflatores

Se deflactó cada componente de las variables por un índice de precios (IP) específico. Ello llevó un trabajo de elaboración estadística considerable pues se construyeron dos deflatores y además fueron actualizados y llevados a CIU REV3 otros deflatores que no estaban disponibles previamente en esa nomenclatura.

¹³ Ver OCDE (2001)

¹⁴ *Stephen Bond* señaló que muchas de las investigaciones empíricas con Funciones de Producción utilizan el Stock de Capital como proxy del Servicio de Capital (ej: Clerides, Lach y Tybout (1996) y Bernard y Jensen (1999)).

El VBP fue deflactado por el IP al Productor¹⁵ a cuatro dígitos de la CIU REV3 elaborado por Picardo (2007); los 26 componentes del CI y los seis componentes del Stock de Capital por los deflactores ajustados a cada una de las variables¹⁶. Se elaboraron Índices de Precios de Materias Primas y Materiales y de Maquinaria y Equipo con metodología brindada por S. Picardo.

El CI a precios constantes del año 1997 se obtuvo a partir de la suma de los 26 componentes deflactados de esta variable, en tanto que el VAB a precios constantes de 1997 se obtuvo por el método de doble deflación, a partir de la diferencia entre el VBP a precios constantes y el CI a precios constantes.

4.3. Estadística Descriptiva

Se trabaja con un micropanel no balanceado de empresas del sector industrial que tiene un número de 4.100 observaciones en el período 1997-2001 y un total de 1.003 empresas manufactureras que aparecen al menos una vez en la muestra. De las 849 empresas que tienen actividad en 1997 siguen activas hasta el año 2001 un total de 611 empresas, al tiempo que de las 841 empresas presentes en el panel en el año 1998 en el último año del panel continúan estando 657 firmas. El detalle con las empresas por año se presenta en el cuadro 1. El número de empresas crece en el año 2001 a causa de que el INE aumentó el marco muestral ese año para compensar la muerte de empresas ocurrida desde el año 1997.

Cuadro 1: Empresas por año

Año	Empresas
1997	849
1998	841
1999	816
2000	764
2001	834

Fuente: INE

¹⁵ El IPP incluye la evolución de los precios internos de la producción y de los precios de las exportaciones, por lo cual se considera un índice más adecuado para deflactar la producción que el Índice de Precios Mayoristas.

¹⁶ Ver Anexo 3 del DT 07/08 dECON, FCS, UDELAR.

En el cuadro 2 se realiza un análisis de estadística descriptiva de las empresas de la muestra en el período 1997-2001 y se encuentra que aproximadamente 820 empresas tienen actividad manufacturera en promedio por año. Se define la variable binaria exportadora, que vale 1 si la empresa tuvo ventas al exterior en el año y 0 en caso contrario. También se define la variable intensidad exportadora, que vale 1 (intensidad exportadora baja) si la empresa exporta menos del 25% de sus ventas anuales, vale 2 (intensidad exportadora media) si exporta entre el 25% y el 75% de sus ventas anuales y vale 3 (intensidad exportadora alta) si exporta más del 75% de sus ventas anuales.

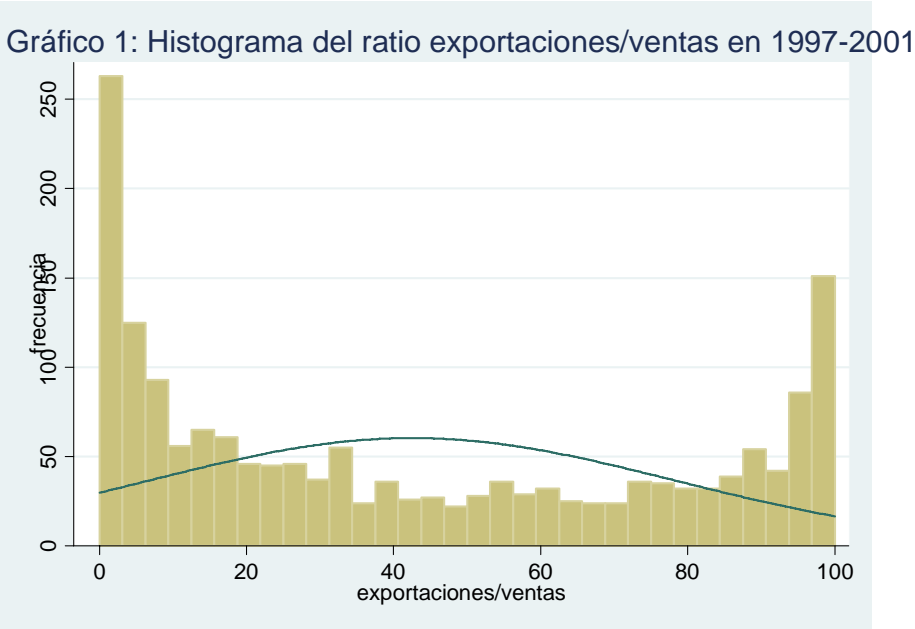
Por otro lado, se define la variable binaria capital extranjero, que vale 1 si la empresa tiene una participación de capitales extranjeros superior al 10% y vale 0 si la empresa no está constituida por capitales extranjeros. Por último, la variable tamaño vale 1 (pequeña) si la empresa emplea a menos de 50 trabajadores, vale 2 (mediana) si emplea entre 50 y 100 trabajadores y vale 3 (grande) si emplea a más de 100 trabajadores.

Cuadro 2: Estadística Descriptiva: promedio 1997-2001

	Número de empresas	Porcentaje
Total de Empresas	820	100,0
Orientación Exportadora		
-Exportadoras	348	42,5
Capitales Extranjeros	65	18,6
Capitales Nacionales	283	81,4
-No Exportadoras	472	57,5
Capitales Extranjeros	22	4,6
Capitales Nacionales	450	95,4
Intensidad Exportadora		
-Baja	152	43,7
-Media	102	29,2
-Alta	94	27,0
Propiedad		
-Capitales Extranjeros	86	10,5
-Capitales Domésticos	734	89,5
Tamaño según orientación exportadora		
-Exportadora Pequeña	120	34,6
-Exportadora Mediana	95	27,3
-Exportadora Grande	133	38,1
-No Exportadora Pequeña	357	75,7
-No Exportadora Mediana	80	16,9
-No Exportadora Grande	35	7,4

Del análisis del cuadro surge que el 42% de las empresas exportan en el período analizado, en tanto, un 56% de ese total tienen una intensidad exportadora medio-alta, o sea que exportan más del 25% de sus ventas totales. Las empresas exportadoras de esta muestra están compuestas en un 81% de capitales nacionales, aunque en comparación con las no exportadoras, la participación de capitales extranjeros es bastante más alta (19% respecto a 5% de las no exportadoras). Al analizar el tamaño de las exportadoras se ve que está distribuido casi uniformemente entre empresas pequeñas, medianas y grandes, siendo esta última categoría la que corresponde a un 38% de las firmas que venden al exterior. Por su parte, las empresas orientadas hacia el mercado doméstico son en su mayoría pequeñas y de propiedad nacional.

A efectos de tener una visión gráfica de la intensidad exportadora de las firmas de la muestra se presenta el gráfico 1, donde se observa lo polarizado de los datos, ya que existen dos grupos bien diferenciados de observaciones en el período, uno con muy bajo nivel de exportaciones sobre ventas y otro que muestra un nivel muy alto en el mismo.



En el cuadro 3 se presentan las observaciones clasificadas de acuerdo a las divisiones de la CIIU REV. 3 y especificando nivel de exportaciones y tamaño de cada división según su

orientación exportadora. A nivel internacional, los estudios comparativos sobre firmas encuentran que las exportadoras son en general más grandes que las no exportadoras, evidencia que se confirma en los datos de la industria uruguaya para este período, puesto que el tamaño de una firma exportadora promedio es de 112 trabajadores, al tiempo que el de una no exportadora asciende a 42 trabajadores. Este hecho se verifica para cada una de las divisiones de la industria, donde se aprecia que las empresas exportadoras son notoriamente más grandes que sus pares con orientación hacia el mercado interno.

Cuadro 3: Observaciones período 1997-2001 por divisiones según orientación exportadora

División CIU rev. 3	Descripción	Nº obs	Exportadoras			No Exportadoras Tamaño
			%	Tamaño	Exportaciones/ ventas	
Total		4.100	42,5	112	38,9	42
15	Alimentos y bebidas	1230	39,2	195	39,3	53
17	Productos textiles	344	67,7	103	62,8	28
18	Prendas de vestir y teñido de pieles	309	58,9	112	60,3	46
19	Curtiembres y fabricación de productos de cuero	130	54,6	106	72,8	27
20	Producción de madera y sus derivados (excepto muebles); productos de caña, mimbre y corcho	123	20,3	56	53,1	23
22	Encuadernación, impresión, edición y reproducción de grabados	258	25,6	91	18,0	54
24	Sustancias y productos químicos	448	48,4	72	29,8	40
25	Productos de caucho y plástico	193	44,6	99	25,8	48
26	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	156	33,3	190	22,5	39
28	Fabricación de productos metálicos, maquinarias y equipos	196	23,0	72	15,5	30
29	Construcción de maquinaria, excepto la eléctrica	121	32,2	66	38,6	30
31	Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos	95	44,2	90	21,5	32
33	Instrumentos médicos, ópticos y de precisión	75	33,3	70	42,2	30
34	Vehículos automotores y remolques	81	55,6	67	57,5	55
36	Muebles y manufacturas N.C.P.	138	30,4	92	28,3	22
resto	Otras industrias manufactureras	203	44,3	150	37,9	27

Fuente: INE

Por otro lado, si analizamos al sector exportador en el período, vemos que el ratio exportaciones/ventas fue de 39% para todas las observaciones, pero la industria del cuero, los productos textiles y las prendas de vestir se perciben como las de intensidad exportadora mas alta al sobrepasar con creces el promedio de las exportadoras manufactureras. Asimismo, la industria con menor peso de las exportaciones en las ventas totales en el período es una de las divisiones más intensivas en capital: la fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo, con un ratio de 15% en ese indicador.

De la sección de análisis descriptivo básico, se concluye que la muestra presenta un alto componente de empresas exportadoras, compuestas en casi un 20% de capitales extranjeros, que exportan en más de la mitad de los casos más del 25% de sus ventas totales y cuyo tamaño está distribuído casi uniformemente entre empresas pequeñas, medianas y grandes. En tanto las empresas no exportadoras de la muestra son en su mayoría empresas nacionales de tamaño pequeño. Por último, los sectores manufactureros con mayor intensidad exportadora en el período son los de las industrias del cuero, los productos textiles y la vestimenta, al tiempo que el sector que menos exporta es el más intensivo en capital. Todas estas características de la muestra nos ayudan a conocer a las empresas estudiadas, lo que contribuirá a explicar la evolución en el período que tuvieron las variables asociadas al proceso productivo descritas en el capítulo de Resultados.

5. MODELOS APLICADOS Y MÉTODOS DE ESTIMACIÓN

5.1. Función de Producción y Productividad Total de Factores

Se trabaja con una FP de tipo Cobb-Douglas y se define un modelo estático de la FP. Para simplificar el análisis se supone que las firmas se mueven en mercados competitivos y que la FP es homogénea para todas las firmas de la muestra. A los efectos de verificar que no haya una gran heterogeneidad entre la FP de las empresas de esta muestra que invalide el último supuesto de trabajo se realizaron estimaciones de la FP para agrupaciones de la CIIU REV3, no encontrándose diferencias significativas entre los parámetros estimados para cada agrupación respecto a la estimación promedio de la industria en el período. Con lo cual se estima la misma FP para todas las empresas de la muestra utilizada.

La función está definida por la expresión $Q = AL^{\beta_L}K^{\beta_K}$ y en logaritmos se presenta como:

$$(1) \quad q = \log A + \beta_L l + \beta_K k$$

Donde q es el logaritmo del valor agregado, l es el logaritmo del empleo, k es el logaritmo del stock de capital, β_L representa la elasticidad trabajo del producto, β_K la elasticidad capital del producto y $\log A = a + \zeta$, siendo a el componente común de la PTF para todas las empresas de la economía y ζ el componente idiosincrático de la FP asociado a la PTF.

Los estimadores de las funciones de producción basados en el modelo (1) están generalmente sesgados y son inconsistentes, debido a los problemas de endogeneidad y de selección de la muestra.

El problema de endogeneidad (o simultaneidad) presente en la estimación de la FP deriva de que la productividad al ser conocida por el productor podría afectar potencialmente su elección en cuanto a los factores de producción a contratar. Por su parte, el sesgo de selección deriva de que en un panel de datos, al perder observaciones con determinadas características de la muestra (muertes y otros) se introduce un sesgo por pérdida de aleatoriedad.

Por este motivo, se supone que ζ tiene dos componentes, un shock u que no está correlacionado con la elección de los factores de producción y otro componente η que representa los determinantes de la productividad de la firma que están potencialmente correlacionados con los factores de producción trabajo (l) y capital (k).

Tal correlación entre el término de error y las variables explicativas determina que la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios de (1) lleve a estimadores sesgados de los parámetros y, por consiguiente, de la PTF. El sesgo se espera que sea positivo, ya que se estaría en el caso de una variable omitida en la estimación que hace que los coeficientes estimados estén sobrevaluados.

La nueva especificación de la FP es la siguiente:

$$(2) \quad q = a + \beta_L l + \beta_K k + \eta + u$$

Trabajamos con un panel de datos, por lo que la estimación de la FP para cualquier empresa del panel en un momento del tiempo t se escribe como:

$$(3) \quad q_{it} = a_t + \beta_{L_t} l_{it} + \beta_{K_t} k_{it} + \eta_{it} + u_{it}$$

Se realizó el test de Chow para comprobar que no haya un cambio estructural en el período que impida trabajar con un panel único para 1997-2001 y no se rechazó la hipótesis de ausencia de cambio estructural. Por este motivo, podemos suponer que $\beta_{L_t} = \beta_{L_{t+s}}$ y $\beta_{K_t} = \beta_{K_{t+s}} \quad \forall s$, con lo cual (3) es igual a:

(4) $q_{it} = a_t + \beta_L l_{it} + \beta_K k_{it} + \eta_{it} + u_{it}$ y la $ptf_{it} = \varepsilon_{it} = \eta_{it} + u_{it}$, es aproximada a través de la diferencia entre la producción y los factores de producción que la determinan., por lo que:

$$(5) \quad ptf_{it} = q_{it} - a_t - \beta_L l_{it} - \beta_K k_{it}$$

Se estima la FP por cuatro métodos econométricos usualmente utilizados en este tipo de análisis: MCO que utiliza un pool de datos de corte transversal y los métodos Efectos Fijos, Método Generalizado de Momentos y Levinsohn – Petrin para paneles de datos.

Primero se utiliza MCO en un pool de corte transversal, para lo cual se supone exogeneidad estricta de los regresores, es decir $COV(\varepsilon_{it}, l_{it}) = COV(\varepsilon_{it}, k_{it}) = 0$ para cualquier $t \in \{1, \dots, T\}$. En la medida que hay evidencia que indica que los supuestos no se satisfacen en paneles de datos, esta estimación presenta los problemas de sesgo explicitados anteriormente.

En segundo lugar se usa el estimador de paneles Intra Grupos (o de Efectos Fijos), el cual supone que los shocks de productividad de la firma η_{it} no varían en el tiempo, por lo que $\eta_{it} = \eta_i$. De esta forma, $COV(\eta_i, l_{it}) \neq 0$ y $COV(\eta_i, k_{it}) \neq 0$ aunque $COV(u_{it}, l_{it}) = 0$

y $COV(u_{it}, k_{it}) = 0$. Entonces para eliminar los efectos individuales permanentes en las observaciones se realizan T-1 ecuaciones en diferencia. Este estimador no corrige por los sesgos de selección y endogeneidad entre los regresores y la PTF mencionados anteriormente pues sólo remueve el parámetro η_i al suponer que es constante en el tiempo.

Para economías en permanente cambio y que transitan por procesos de apertura económica, como la uruguaya en los 90, suponer que la productividad es fija en el período no resulta verosímil, por lo que se espera que al estimar por este método los coeficientes estén sesgados. Para Pavnik (2002), los coeficientes estimados están subvaluados, lo que se explica porque el estimador por Efectos Fijos recae en la variación intertemporal dentro de las plantas y por lo tanto sobredimensiona cualquier error de medida que pueda existir en las estimaciones. Como se sabe que un error de medida genera un sesgo de atenuación, entonces podemos esperar que $\hat{\beta}_L^{EF} < \beta_L$ y el mismo razonamiento vale para $\hat{\beta}_K^{EF}$, por lo que $\hat{\beta}_K^{EF} < \beta_K$.

En tercer lugar, se estima la FP por el Método Generalizado de Momentos (MGM) en un sistema de ecuaciones (*system GMM*) que corrige el problema de la endogeneidad pero no el sesgo de selección, por lo que los estimadores estén posiblemente sesgados¹⁷. Por último se utiliza la metodología basada en técnicas semiparamétricas de Levinsonh – Petrin (LP)¹⁸, la que corrige las estimaciones por ambos sesgos siendo la más adecuada para estimar la PTF. Se comparan los coeficientes estimados por los cuatro métodos, analizando su significación y coherencia, pero se utiliza para la estimación de la PTF el método de LP.

5.2. Modelos de la relación entre productividad y orientación exportadora

- *Relación entre productividad de exportadoras y de no exportadoras*

$$(6) \log y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 ex_{it} + \alpha_2 capext_{it} + \alpha_3 mediana_{it} + \alpha_4 grande_{it} + d_t + \varepsilon_{it}$$

¹⁷ El sesgo será mayor cuantas más empresas salgan de la muestra.

¹⁸ Desarrollo de la metodología en Anexo 3.

$\log y_{it}$ representa el logaritmo de la productividad de la firma i en el período expresado en dos indicadores: el logaritmo de la PTF y el logaritmo de la productividad del trabajo. ex_{it} es una variable binaria que vale 1 si la empresa exporta y 0 en caso contrario. Se controla por capital extranjero, tamaño de la empresa y año¹⁹.

Con este modelo se analiza si existe un “premio por exportar” para las empresas exportadoras, representado por un nivel más alto de productividad respecto a las no exportadoras ($\alpha_1 > 0$). Esta ecuación se estima para todas las firmas de la muestra. Se incluyen variables categóricas por tamaño y presencia de capitales extranjeros para comparar empresas dentro de grupos comunes, ya que de no ser así se podría estar asociando erróneamente una mayor productividad a las empresas exportadoras aunque esta variable estuviera siendo influenciada por el tamaño de la firma o porque la misma sea parte de una empresa transnacional.

Se espera que el tamaño de las firmas y la participación de capital extranjero tengan una relación positiva y significativa con la productividad de las firmas.

- *Relación entre productividad de exportadoras y no exportadoras según intensidad en las exportaciones*

$$(7) \log y_{it} = \delta_0 + \sum_{j=1}^3 \delta_j X_{it}^j + \delta_4 capext_{it} + \delta_5 mediana_{it} + \delta_6 grande_{it} + d_t + \varepsilon_{it}$$

X_{it}^j : son variables binarias que reflejan la intensidad exportadora de la empresa. La intensidad exportadora es baja si la empresa exporta menos del 25% de las ventas, es media si exporta entre el 25% y el 75% de las ventas y es alta si exporta más del 75% de las ventas.

Con este modelo se quiere evaluar si los diferenciales de productividad son una función creciente del ratio de exportaciones sobre ventas totales de las empresas o si estos diferenciales reflejan el efecto de pertenecer al mercado exportador independientemente del grado de exposición a los mercados externos. Si las empresas, luego de ingresar al mercado exportador, se benefician con economías de escala o adquisición de nuevas tecnologías que promueven un

¹⁹ Detalle de las variables creadas en Anexo 2.

aprendizaje por exportar, sería esperable que estos beneficios fueran mayores a mayor exposición al mercado exportador de las firmas.

- *Relación entre productividad de exportadoras y no exportadoras según patrones de transición*²⁰.

Se analiza la diferencia porcentual en la productividad de distintos grupos de empresas para investigar si existe un proceso de autoselección de firmas en el mercado exportador y si se puede hablar de un proceso de aprendizaje de las empresas luego de entrar al mercado exportador²¹.

De cumplirse el proceso de autoselección el grupo de firmas que ingresa al mercado exportador y el grupo de las que permanecen en él tendrán mayores niveles de productividad que el de las no exportadoras. Por otro lado si entre las empresas manufactureras uruguayas existe un proceso de “aprendizaje por exportar”, la productividad de las exportadoras se incrementará a lo largo del tiempo.

A efectos de estudiar estas hipótesis se definen cuatro grupos de plantas según su actividad exportadora en un período de tiempo, considerando dos años cualesquiera: t – s (año inicial) y t (año final).

- Grupo 1: *No exportadoras*: no exporta en t-s, ni en t
- Grupo 2: Exportadoras que *entran*: no exporta en t-s, exporta en t
- Grupo 3: Exportadoras que *salen*: exporta en t-s, no exporta en t
- Grupo 4: Exportadoras que *permanecen*: exporta en t-s y en t

Si la autoselección es importante, en el año t-s la productividad del grupo de firmas entrantes (grupo 2) debería superar a la de las firmas no exportadoras (grupo 1). La comparación con la productividad del año t mostrará si las diferencias iniciales se estrecharon, ampliaron o mantuvieron incambiadas luego que el grupo 2 adquiriera cierta experiencia en el mercado exportador. En el caso de cumplirse la hipótesis de aprendizaje por exportar las diferencias deberían aumentar.

²⁰ Metodología basada en los trabajos de Aw, Chung y Roberts (1998) y Álvarez y López (2004).

²¹ Las definiciones de estos conceptos se presentan en el capítulo Marco Teórico.

Para estudiar si los diferenciales de productividad persisten luego de que un grupo de firmas se va del mercado exportador, se compara la productividad de los años t-s y t de los grupos 3 y 4, o sea las firmas que pertenecían al mercado exportador en t-s y luego siguieron distintos caminos. Si la *autoselección* es importante entonces la salida del mercado debería estar concentrada en aquellas firmas con más baja productividad en t-s. En tanto, si exportar trae beneficios adicionales entonces se debería observar un aumento de los diferenciales de PTF entre el grupo que permanece y el que se va del mercado exportador en el período.

Por otro lado, para observar si los exportadores siguen distintos patrones de productividad en el tiempo respecto a los no exportadores se compara la PTF en los años t-s y t de los grupos 1 y 4 (no exportadoras y permanentes respectivamente). Si el mercado exportador marca una diferencia en la acumulación de conocimiento a lo largo del tiempo esto se reflejará en un aumento de la divergencia en la productividad de estos dos grupos entre t-s y t.

A efectos de refinar el análisis comparativo, se podría analizar a los nuevos productores de ambos grupos, que se entiende serían los más beneficiados en la asimilación de aprendizaje por exportar, en ambos períodos de tiempo t-s y t. Lamentablemente, este análisis no podrá realizarse para el caso de la industria uruguaya, ya que los datos con los que se cuenta no brindan información acerca de la edad de las empresas.

- Modelo de productividad y orientación exportadora según patrones de transición:

Se realizan dos versiones del modelo: una que diferencia la productividad de los grupos de firmas exportadoras entrantes, salientes y permanentes en el año t (año final) y otra que diferencia la productividad de entrantes, salientes y permanentes en el año t-s (año inicial), siendo el grupo de comparación las no exportadoras.

Modelo para el año final de la comparación:

$$(8) \log y_{i,t} = \phi_0 + \phi_1 ent_{it}^s + \phi_2 sale_{it}^s + \phi_3 perm_{it}^s + \phi_4 capext_{it} + \phi_5 mediana_{it} + \phi_6 grande_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$s = 1, \dots, 4$$

Modelo para el año inicial de la comparación:

$$(9) \log y_{i,t-s} = \gamma_0 + \gamma_1 ent_{it}^s + \gamma_2 sale_{it}^s + \gamma_3 perm_{it}^s + \gamma_4 capext_{it} + \gamma_5 mediana_{it} + \gamma_6 grande_{it} + \varepsilon_{it}$$

$s = 1, \dots, 4$

- ent^s : variable que vale 1 si la empresa no exportó en t-s y exporta en t y 0 en caso contrario.
- $sale^s$: variable que vale 1 si la empresa exportó en t-s y no exporta en t y 0 en caso contrario.
- $perm^s$: variable que vale 1 si la empresa exportó en t-s y exporta en t y 0 en caso contrario.

En tanto, los coeficientes representan la diferencia porcentual de la productividad de las empresas en t y t-s de los grupos de empresas según orientación exportadora: 1) ϕ_1 y γ_1 entrantes versus no exportadoras, 2) ϕ_2 y γ_2 salientes versus no exportadoras y 3) ϕ_3 y γ_3 permanentes versus no exportadoras.

Se usan dos años para definir el status exportador (t-s y t) y se tienen 5 años de observaciones (97-01), por lo cual se estiman cuatro versiones de las ecuaciones. Estas versiones definen los patrones de transición de las firmas.

Los patrones de transición son:

1. combinación de años t-1 y t (97-98, 98-99, 99-00, 00-01): transición 1 año.
2. combinación de años t-2 y t (97-99, 98-00, 99-01): transición 2 años.
3. combinación de años t-3 y t (97-00, 98-01): transición 3 años.
4. combinación de años t-4 y t (97-01): transición 4 años.

Para tener evidencia de autoselección debería pasar lo siguiente con los grupos en t-s:

- la productividad de las entrantes debería superar a las de las no exportadoras $\gamma_1 > 0$

- la productividad de las permanentes debería ser mayor que la de las salientes y la productividad de estos grupos debería superar a la de las no exportadoras $\gamma_3 > \gamma_2 > 0$

Para tener evidencia de aprendizaje por exportar debería pasar lo siguiente con los grupos en el período (t-s, t):

- la diferencia de la productividad de las entrantes respecto a las no exportadoras debería aumentar $\phi_1 - \gamma_1 > 0$
- la brecha entre la productividad de las firmas permanentes y de las no exportadoras debería incrementarse $\phi_3 - \gamma_3 > 0$
- los diferenciales de productividad entre el grupo que permanece y el saliente deberían aumentar $\phi_3 - \phi_2 > \gamma_3 - \gamma_2$

Los modelos presentados para establecer la relación entre productividad y orientación exportadora se estiman por MCO en un pool de corte transversal tanto para el período 97-01 como para la comparación entre los años t-s y t. Se utiliza esta metodología porque lo que se estima es la influencia de la orientación exportadora en la productividad de las empresas y se controla por tamaño de la empresa y por capitales extranjeros, variables que desaparecerían de usar un estimador Intra Grupos (por ser parte de los efectos fijos).

De esta forma, la opción más adecuada para realizar estas estimaciones es hacer MCO. Se estiman dos ecuaciones por cada modelo, una que tiene como variable dependiente el logaritmo de la PTF estimada por el método LP²² y otra que tiene el logaritmo de la Productividad del Trabajo. En el caso del modelo de productividad y orientación exportadora según patrones de transición, se estiman las dos versiones del modelo según los cuatro patrones de transición definidos, con la variable dependiente PTF por un lado y con la variable dependiente productividad del trabajo por el otro. De este modo, se trabaja con un total de 20 estimaciones de estos modelos.

²² Se estiman las mismas relaciones con la PTF del método MGM para comprobar la robustez de los resultados y no se observan diferencias significativas, las salidas no son reportadas.

6. RESULTADOS

6.1. Estimaciones de la Función de Producción²³

Los resultados de estimar la FP por MCO, EF, MGM y LP se presentan en el cuadro 4. Los coeficientes de los parámetros estimados resultan estadísticamente significativos para las cuatro metodologías aplicadas con errores estándar robustos a heteroscedasticidad y a correlación serial²⁴.

Cuadro 4: Estimaciones de la FP según Factor Trabajo

	Factor trabajo con lhsobreros				Factor trabajo con lpersonalocup			
	MCO	EF	MGM	LP	MCO	EF	MGM	LP
Lhsobreros	0.602*** (0,034)	0.216*** (0,035)	0.073 (0,182)	0.540*** (0,034)				
Lpersonalocup					0.876*** (0,037)	0.409*** (0,072)	0.358*** (0,076)	0.846*** (0,037)
Lcapital_cte	0.354*** (0,023)	0.090*** (0,03)	0.465*** (0,087)	0.136*** (0,039)	0.274*** (0,02)	0.096*** (0,03)	0.491*** (0,167)	0.127*** (0,05)
Observaciones	3634	3634	3629	3578	3843	3843	3838	3771
R cuadrado	0,69	0,11			0,73	0,12		
Nº de empresas		927	926			972	971	

Notas: Errores estándar robustos a heteroscedasticidad y a correlación serial entre paréntesis

*- *** coeficiente significativo al 1%; **coeficiente significativo al 5%; *coeficiente significativo al 10%*

-Incluye término constante y variables binarias por año no reportadas.

-La variable dependiente es el logaritmo del VAB y para el método LP la variable proxy de los shocks de productividad es el logaritmo de la energía eléctrica.

En concordancia con la teoría y la evidencia empírica²⁵ sobre el tema, los coeficientes de la FP asociados al factor trabajo estimados por MCO son los mayores de los cuatro métodos analizados para cada una de las dos especificaciones de la FP, en tanto los coeficientes asociados al factor capital también son los mayores excepto al compararlos con los de MGM. Se estima que estos coeficientes están sesgados positivamente, ya que el sesgo surge de la correlación entre el término de error y las variables explicativas de la FP y se entiende que será positivo porque representa el caso de una variable omitida en la estimación que hace que los coeficientes

²³ La FP también se estimó por los cuatro métodos usando Obreros y Empleados como Factor Trabajo, los coeficientes no difirieron significativamente de los presentados en el Cuadro 4.

²⁴ Excepto el coeficiente de productividad del trabajo para la estimación por MGM con Hs. Obreros.

²⁵ Ver Blundell y Bond (1998), Levinsonh y Petrin (2003) y Pavnik (2001) entre otros.

estimados estén sobrevaluados. En particular, para la estimación con personal ocupado como factor trabajo la elasticidad trabajo del producto es de 0,876 y la elasticidad capital del producto asciende a 0,274.

Los coeficientes estimados por el estimador de EF, en tanto, están también sesgados, pero en este caso el sesgo es negativo, lo cual se asocia a la sobredimensión de errores de medida de las variables que genera un sesgo de atenuación. En este sentido, el coeficiente de la FP asociado al trabajo asciende a 0,409, un nivel mucho menor al obtenido por el método MCO, al tiempo que el coeficiente asociado al capital se ubica 0,096 y resulta ser el menor nivel observado en las cuatro estimaciones. Estos resultados son los esperados cuando se estima la FP utilizando estas metodologías y se entiende que los coeficientes de la mejor estimación de la FP se ubicarán entre los coeficientes de estos métodos, por lo tanto $0,409 < \hat{\beta}_l^{optimo} < 0,876$ y $0,096 < \hat{\beta}_k^{optimo} < 0,274$.

Por su parte, la elasticidad trabajo del producto estimada por MGM no resulta significativa al tiempo que la elasticidad capital del producto presenta un sesgo positivo importante (asciende a 0,491 en la especificación con personal ocupado) lo cual también está acorde a lo que predice la literatura sobre el tema y deriva del sesgo por selección de la muestra que se presenta en este tipo de estimaciones.

Por lo tanto, los coeficientes estimados por el método LP que corrigen por los sesgos de selección y de endogeneidad y se ubican entre los coeficiente estimados por MCO y por EF, parecen ser los más ajustados a los verdaderos parámetros de la FP.

En la estimación de LP con personal ocupado como factor trabajo los coeficientes evidencian una situación de retornos constantes a escala en la industria uruguaya, ya que la elasticidad trabajo del producto asciende a 0,85 y la elasticidad capital del producto a 0,13. Asimismo, el análisis estadístico a partir del Test de Wald no permite rechazar la hipótesis nula de rendimientos constantes a escala (p value de 0,62). Entonces, es previsible que si se duplica la cantidad de los factores trabajo y capital se obtendrá el doble de producción.

Este resultado coincide al obtenido por Casacuberta, Fachola y Gandelman (2004), quienes verificaron que la industria en el período 1982-1996 presentaba retornos constantes a

escala al realizar las estimaciones con la metodología de LP utilizando las variables obreros y empleados como factor trabajo.

Por otro lado, al estimar la FP con las horas trabajadas como el componente del factor trabajo se verifica una situación de retornos decrecientes a escala, ya que la elasticidad trabajo es de 0,54 y la elasticidad capital de 0,14, lo que implica que al duplicar la cantidad de cada uno de los factores se obtendrá menos del doble de producción. Esto puede significar la falta de algún factor de producción en la estimación de FP²⁶. Queda pendiente para futuras investigaciones ahondar en esta hipótesis.

Para evaluar la consistencia del método Levinsohn-Petrin se realizó un test basado en estimar la FP con el logaritmo del consumo de combustible en lugar del logaritmo de la energía eléctrica como proxy de los shocks de productividad y los coeficientes resultaron significativos y similares a los de la estimación original. De este modo, se comprobó que la energía eléctrica es un buen estimador de los shocks de la productividad no observados por el investigador.

6.2. Indicadores agregados de productividad

Los indicadores agregados por año que se analizan en esta sección son la Productividad Parcial del Trabajo, la Productividad Parcial del Capital y la PTF que surge de la predicción realizada a partir de la estimación de la FP de LP²⁷. Para mostrar la evolución de estas variables en el período considerado, se construyeron índices promedio con base 1997.

Hay que destacar que estos indicadores son agregaciones de los microdatos de encuestas para el período 1997-2001 que ponderan de manera diferente a la realizada por el INE a las empresas de la muestra y no consideran a las empresas que mueren en el período²⁸ y por ende no son comparables con la información de las macrovariables del INE. Las diferencias más importantes radican en que el INE utiliza expansores para representar el universo de la industria, trabaja con todos los microdatos (incluyendo la empresa pública ANCAP que mostró una gran

²⁶ Si tenemos el doble de todos los factores de producción menos el de uno, no podremos duplicar la producción.

²⁷ PTFLP: productividad total de factores con factor trabajo personal ocupado.

²⁸ En este sentido, el INE utiliza ponderadores fijos del año 1988 para calcular el VAB y el Índice de Volumen Físico, por lo que si en una rama con una alta ponderación en el VAB de la industria en el año 1988 mueren muchas empresas en los años posteriores, su contribución al VAB caerá abruptamente y como los ponderadores se mantienen fijos esta caída afectará la evolución del VAB total de la industria manufacturera.

caída de su VAB en el período considerado) y utiliza otros ponderadores para llegar a sus resultados²⁹.

La consecuencia de no usar los expansores del INE para la agregación determina que la evolución de los indicadores agregados a partir de los microdatos corresponda en gran medida a la evolución de las empresas más grandes de la muestra, ya que estas al ser de inclusión forzosa están sobre representadas en los micro datos. Por este motivo, se entiende que los indicadores agregados de los microdatos no presentarán la misma evolución que las macrovariables del INE, ya que los primeros estarán representando la evolución del grupo de empresas más grandes y con mayor volumen de ventas de la industria manufacturera.

Por otro lado, para hacer comparables los resultados de las productividades parciales con los de la PTF no se consideraron en el cálculo de estos indicadores agregados las firmas con VAB negativo³⁰, porque estas no son tenidas en cuenta en las estimaciones de la PTF. A continuación se presentan los índices agregados que se construyeron.

La productividades parciales y la PTF son construidas como promedios ponderados de las productividades a nivel de firma, siguiendo la metodología aplicada por Casacuberta, Fachola y Gandelman (2004), que es la que se utiliza tradicionalmente en la literatura³¹.

Se definen las variables anuales como E (nivel de empleo), p^E (productividad del trabajo), K (capital) y p^K (productividad del capital). Los ponderadores de la productividad del trabajo corresponden a la participación de la firma i en el total de empleo del año $\phi_{it}^E = E_{it} / E_t$. De esta forma la productividad del trabajo agregada es igual a $p_t^E = \sum_i \phi_{it}^E p_{it}^E$. Por su parte, los ponderadores de la productividad del capital corresponden a la participación de la firma i en el total de capital del año: $\phi_{it}^K = K_{it} / K_t$, por lo que la productividad del capital agregada es igual a

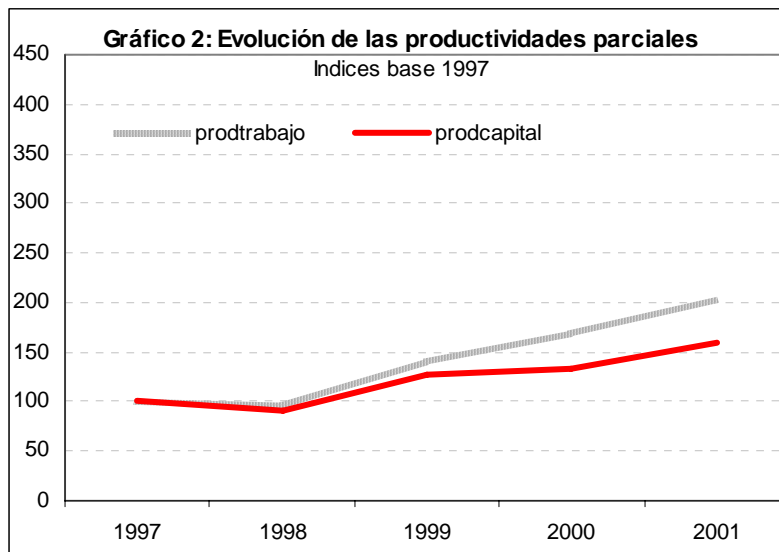
²⁹ Por ejemplo, el Índice de Volumen Físico de la Industria Manufacturera (que se compara con los indicadores de producción) utiliza como ponderadores de las empresas dentro de cada rama los datos de personal ocupado de 1988 y como ponderadores por rama el VAB de 1988.

³⁰ Se estima que la influencia de estas observaciones en los resultados es mínima, ya que representan alrededor del 3% de la muestra y en su mayoría son empresas pequeñas.

³¹ Según lo indican Levinsohn y Petrin (2003c)

$p_t^K = \sum_i \phi_{it}^K p_{it}^K$. Los índices de la productividad parcial del trabajo y del capital se presentan en el gráfico 2.

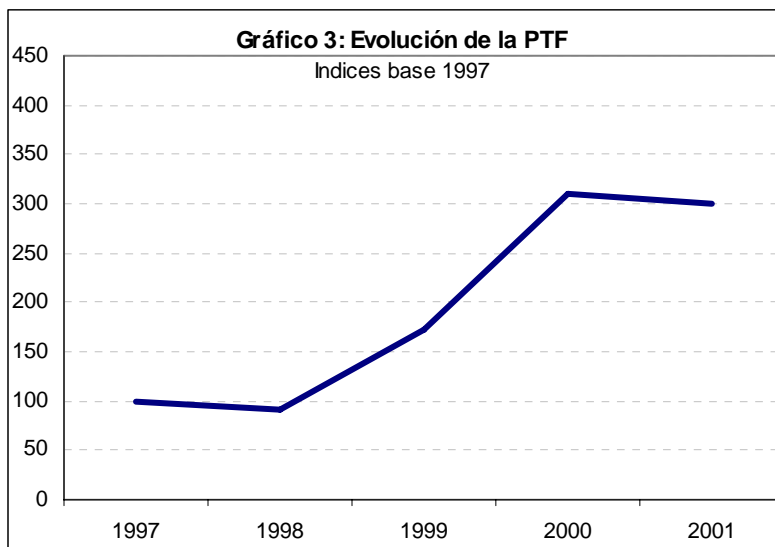
En el gráfico 2 se ve cómo las productividades parciales marcan una tendencia ascendente, aunque la productividad del trabajo se despegaba de la productividad del capital a partir del año 2000. Este resultado se explica por la suba en el VAB de las empresas de la muestra en el período, sumado a la caída del personal ocupado y a la estabilidad del capital durante los años.



Por su parte, la PTF agregada es un promedio ponderado de las PTF a nivel de firma, cuyos ponderadores son la participación de la firma i en el total de producto del año

$$\phi_{it}^{VAB} = VAB_{it} / VAB_t. \text{ Entonces, la PTF agregada es igual a } ptf_t = \sum_i \phi_{it}^{VAB} ptf_{it}.$$

En el gráfico 3 se analiza la PTF con personal ocupado como factor trabajo, la que muestra una clara tendencia ascendente en el período, con un nivel de crecimiento anual de 39% en promedio. Como se definió en el capítulo del Marco Teórico, las variaciones de la PTF se asocian con el cambio tecnológico no incorporado en los factores de producción, por lo que en el período analizado encontramos evidencia consistente con una mejora tecnológica importante en las empresas del micropanel.



Una explicación para el incremento de la productividad en el período puede radicar en el hecho de que el proceso de apertura económica iniciado en los años 90 y profundizado a mediados de la década llevó a que muchas empresas comenzaran en esos años a esforzarse por mejorar su eficiencia, incrementando sus niveles de productividad en aras de hacerse competitivas.³²

De esta forma, las empresas industriales y en particular las exportadoras, comenzaron un proceso de reconversión que las llevó a aumentar sus niveles de productividad para permanecer en el mercado. Esta situación se hizo más aguda en 1999 tras la devaluación del real en Brasil, que generó un aumento en la competitividad de las empresas brasileñas y una pérdida en la de sus pares uruguayas.

La fuerte competencia que enfrentaron las empresas uruguayas en el período y en particular que sufrieron las exportadoras, aumentó las exigencias de eficiencia necesarias a efectos de seguir siendo rentables y permanecer en el mercado. Esta situación podría contribuir a explicar la alta productividad observada en las empresas exportadoras de esta muestra en el período, que fueron las sobrevivientes de este proceso.

³² La apertura económica es vista en la literatura como beneficiosa para la mejora en la productividad de las empresas. En este sentido, Wacziarg (2001) señala que la apertura puede beneficiar a la productividad a través de la mejora en la calidad y variedad de los insumos, la difusión de conocimiento, los efectos de aprendizaje y el aumento del tamaño de los mercados.

6.3. Diferenciales de productividad según orientación exportadora

A efectos de explorar los patrones sistemáticos en la productividad de las manufacturas, se estimaron una variedad de regresiones para las firmas en el período y en comparaciones de pares de años, con diferentes medidas de la productividad como variable dependiente y un conjunto de variables binarias que controlaron por año, tamaño de las empresas y existencia de capitales extranjeros.

Se reportan las regresiones que utilizan como variable dependiente la productividad del trabajo y la PTF con personal ocupado como factor trabajo³³. No obstante, se estimaron las relaciones entre la PTF con horas de obreros como factor trabajo y los resultados no variaron significativamente de los obtenidos con estas especificaciones.

6.3.1. Diferenciales de productividad entre exportadoras y no exportadoras

- Análisis básico

En primer lugar se realizó un ejercicio básico para determinar si la productividad de las empresas exportadoras uruguayas supera a la de las no exportadoras en el período 1997-2001, tal cual demuestra la evidencia empírica sobre el tema, cuyos resultados se describen en el cuadro 5.

Se estimó la relación simple entre la productividad de exportadoras y no exportadoras controlando solamente por año y se encontró que los diferenciales en la PTF y en la productividad del trabajo son de 61,5% y 70,7% respectivamente. Al controlar por año, tamaño de la empresa y capital extranjero los diferenciales de productividad caen a 41,4% y 51,4% respectivamente. No obstante, son estadísticamente significativos al 99% en todas las estimaciones y marcan un premio por exportar muy alto.

En los resultados observados se verifica que las empresas que tienen capitales extranjeros son mucho más productivas que las nacionales (67% según la PTF y 79% según la productividad laboral) con coeficientes significativos estadísticamente. Respecto al tamaño de las firmas, no está claro que las más grandes sean las más productivas, sino que las que aparecen con el diferencial

³³ Por un problema de espacio se trabaja sólo con una versión de la PTF, la que utiliza el personal ocupado como factor trabajo, ya que se entiende es la más apropiada porque presenta el mayor número de observaciones con dato.

más alto de productividad son las empresas de tamaño medio. No obstante, los coeficientes que marcan los diferenciales de productividad de estos grupos de empresas respecto a las no exportadoras son todos positivos y significativos al 99%.

Cuadro 5: Diferenciales de Productividad 1997-2001

	Productividad Total de Factores			Productividad del Trabajo		
	1	2	3	1	2	3
exportadora	0.615*** (0.054)	0.485*** (0.061)	0.414*** (0.058)	0.707*** (0.057)	0.596*** (0.064)	0.514*** (0.061)
mediana		0.327*** (0.058)	0.305*** (0.056)		0.300*** (0.062)	0.275*** (0.060)
grande		0.327*** (0.076)	0.262*** (0.072)		0.262*** (0.081)	0.187** (0.076)
capextranj			0.675*** (0.097)			0.789*** (0.102)
Observaciones	3838	3838	3838	3997	3997	3997
R cuadrado	0.12	0.15	0.18	0.13	0.15	0.19

Notas:

-Errores estándar robustos a heteroscedasticidad y a correlación serial entre paréntesis

- *** coeficiente significativo al 1%; **coeficiente significativo al 5%; *coeficiente significativo al 10%

-Incluye término constante y variables binarias por año no reportadas.

- Análisis según intensidad exportadora

En segundo lugar se analizaron los diferenciales en la productividad de las empresas según la intensidad exportadora de las mismas, definiendo tres categorías de intensidad: baja, media y alta³⁴. Al igual que en el ejercicio anterior, se controló por año, tamaño de las empresas y por capital extranjero. El cuadro 6 detalla los resultados de las estimaciones.

Los coeficientes de intensidad exportadora son positivos y significativos en todos los casos, reafirmando los resultados del ítem anterior. Se encuentra que las empresas exportadoras con mayor exposición a los mercados externos son las que presentan los mayores diferenciales de productividad, ya que resultan un 49% y un 57% más productivas que las no exportadoras. Respecto a las firmas con intensidad exportadora media y baja, las estimaciones no son concluyentes respecto a una diferencia en la productividad. A efectos de estudiar si existe una

³⁴ Ver definición en el capítulo 5.2.

diferencia estadística entre los coeficientes se realizaron Test de Wald que no permiten rechazar la hipótesis nula de igualdad en los parámetros estimados (p value mayores a 0,6).

Cuadro 6: Diferenciales de Productividad por intensidad exportadora 1997-2001

	Productividad Total de Factores			Productividad del Trabajo		
	1	2	3	1	2	3
expintens1	0.587*** (0.059)	0.443*** (0.060)	0.400*** (0.057)	0.685*** (0.062)	0.559*** (0.063)	0.507** (0.060)
expintens2	0.565*** (0.071)	0.432*** (0.081)	0.369*** (0.078)	0.652*** (0.074)	0.540*** (0.084)	0.467** (0.081)
expintens3	0.719*** (0.115)	0.608*** (0.120)	0.489*** (0.116)	0.806*** (0.0123)	0.714*** (0.129)	0.574** (0.125)
mediana		0.335*** (0.057)	0.309*** (0.056)		0.307*** (0.062)	0.275*** (0.060)
grande		0.331*** (0.0762)	0.267*** (0.072)		0.266*** (0.082)	0.187** (0.076)
capextranj			0.666*** (0.097)			0.789*** (0.102)
Observaciones	3838	3838	3838	3997	3997	3997
R cuadrado	0.12	0.15	0.18	0.13	0.15	0.19

Notas:

-Ídem cuadro anterior

6.3.2. Diferenciales de productividad por grupos de transición

En esta sección se analiza por un lado si los diferenciales de productividad entre exportadoras y no exportadoras corresponden a un proceso de autoselección de las empresas en el mercado exportador, por el cual las únicas empresas que pueden afrontar los altos costos de entrada al mercado exportador son las más productivas y por ende son las que ingresan al mismo. En consonancia con este proceso también se evalúa si las empresas que salen del mercado son el grupo que presenta la productividad relativa más baja. Asimismo se estudia si entre el grupo de empresas exportadoras existe el efecto de “aprendizaje por exportar”, que se reflejaría en aumentos en la productividad de las empresas derivados de la asimilación de conocimientos, tecnología y economías de escala a causa de pertenecer al mercado exportador.

Con este objetivo se utilizan los grupos de empresas según su actividad exportadora en $t-s$ y en t definidos en el capítulo metodológico:

- Grupo 1: no exportadoras
- Grupo 2: entran

- Grupo 3: salen
- Grupo 4: permanecen

Se realizan dos ejercicios, por un lado se analizan los diferenciales de productividad en el año t (final del período) de estos grupos de empresas con el grupo de no exportadoras como base, controlando por año, por tamaño y por capital extranjero y por otro lado se realiza el mismo ejercicio pero se estudian las diferencias de productividad en el año $t-s$ (inicio del período).

Los diferenciales de PTF para el año t se observan en el cuadro 7, donde lo primero que se destaca es que las empresas que entran y las que permanecen en el mercado exportador tienen los diferenciales más altos de productividad respecto a las no exportadoras y estas diferencias son significativas en todos los tipos de transición, lo cual confirma la hipótesis de autoselección de las empresas.

Cuadro 7: Diferenciales de PTF en t según permanencia en el mercado exportador

	Tipo de transición			
	1 año	2 años	3 años	4 años
entran	0.371*** (0.115)	0.532*** (0.107)	0.588*** (0.123)	0.744*** (0.152)
salen	0.151 (0.108)	0.213* (0.109)	0.246* (0.129)	0.334** (0.137)
permanecen	0.425*** (0.060)	0.562*** (0.058)	0.588*** (0.059)	0.682*** (0.064)
mediana	0.313*** (0.056)	0.318*** (0.055)	0.345*** (0.055)	0.370*** (0.055)
grande	0.288*** (0.069)	0.304*** (0.066)	0.350*** (0.065)	0.395*** (0.066)
capextranj	0.689*** (0.097)	0.690*** (0.096)	0.724*** (0.096)	0.753*** (0.096)
Observaciones	3838	3838	3838	3838
R cuadrado	0.14	0.16	0.15	0.14

Notas:

-Idem cuadro anterior

En tanto, fortaleciendo la evidencia a favor de la autoselección, se encuentra que las empresas que salen del mercado son las que presentan la menor PTF relativa. Los coeficientes estimados no parecen indicar que existan diferencias significativas entre los grupos que entran y

los que permanecen exportando. Para confirmar esto se realizaron Test de Wald para todos los tipos de transición y no se rechazó la hipótesis nula de igualdad de coeficientes.

Los diferenciales de productividad para el año $t-s$ detallados en el cuadro 8 permiten confirmar que no se rechaza la hipótesis de autoselección de las empresas exportadoras al mostrar que se cumplen las dos condiciones impuestas en el capítulo metodológico para tener evidencia de que se estaría frente a este proceso.

La primera condición es que las empresas que entran al mercado exportador en t sean más productivas que las no exportadoras en el año $t-s$, hecho que se verifica para todos los tipos de transición con coeficientes estadísticamente significativos. Las futuras empresas entrantes al mercado exportador son en $t-s$ 31% más productivas que las no exportadoras para el patrón de transición de un año y 48% para el de cuatro años.

Cuadro 8: Diferenciales de PTF en $t-s$ según permanencia en el mercado exportador

	Tipo de transición			
	1 año	2 años	3 años	4 años
entran	0.310*** (0.093)	0.405*** (0.093)	0.358*** (0.107)	0.481*** (0.111)
salen	0.201** (0.096)	0.236*** (0.082)	0.277*** (0.082)	0.367*** (0.088)
permanecen	0.393*** (0.064)	0.383*** (0.065)	0.340*** (0.065)	0.442*** (0.065)
mediana	0.281*** (0.059)	0.265*** (0.063)	0.250*** (0.063)	0.206*** (0.065)
grande	0.279*** (0.074)	0.330*** (0.074)	0.318*** (0.075)	0.363*** (0.078)
capextranj	0.671*** (0.102)	0.663*** (0.098)	0.680*** (0.099)	0.657*** (0.106)
Observaciones	2827	2061	1324	700
R cuadrado	0.15	0.17	0.18	0.25

Notas:

-idem cuadro anterior

En tanto, la condición que indica que los diferenciales de productividad de las firmas permanentes en $t-s$ deberían superar a los de las salientes y ambos ser mayores a los de las no exportadoras también se cumple en todos los patrones de transición. La diferencia promedio de los

patrones de transición entre la productividad de las permanentes respecto a las salientes es de 12%, siendo todos los coeficientes estadísticamente significativos.

Por otro lado, para estudiar si se cumple un proceso de “aprendizaje por exportar” entre las empresas industriales exportadoras del país en el cuadro 9 se analizan las tres condiciones establecidas en la metodología, que indican que debería darse el siguiente comportamiento con los grupos entre $t-s$ y t :

- los diferenciales de productividad de las entrantes respecto a las no exportadoras deberían aumentar.
- la brecha entre la productividad de las firmas permanentes y de las no exportadoras debería incrementarse.
- los diferenciales de productividad entre el grupo que permanece y el saliente deberían aumentar.

Cuadro 9: Condiciones de proceso de “aprendizaje por exportar”

	Tipo de transición			
	1 año	2 años	3 años	4 años
$\Delta PTF_{entran}(t, t-s)$	0,061	0,127	0,23	0,263
$\Delta PTF_{salen}(t, t-s)$	-0,05	-0,023	-0,031	-0,033
$\Delta PTF_{perm}(t, t-s)$	0,032	0,179	0,248	0,24
$\Delta PTF_{perm}(t, t-s) - \Delta PTF_{salen}(t, t-s)$	0,082	0,202	0,279	0,273

Notas:

-Elaboración propia en base a los cuadros 7 y 8.

-Estos resultados no pueden probarse estadísticamente porque surgen de realizar las diferencias entre los coeficientes de las estimaciones de los cuadros 7 y 8.

Los cálculos de variación de los diferenciales de PTF entre t y $t-s$ para todos los patrones de transición permiten concluir que en Uruguay tampoco se rechazaría la hipótesis de “aprendizaje por exportar”, ya que la PTF de las empresas que entran al mercado exportador en t presenta una evolución positiva en el tiempo respecto a las no exportadoras, lo que brinda evidencia que este grupo de empresas “aprendió” tras insertarse en el mercado exportador.

La misma evidencia se obtiene al analizar la brecha en los diferenciales de PTF de las empresas que permanecen en el mercado, las cuales aumentan su distancia respecto a las no exportadoras entre los años considerados.

Como se dijo en la especificación del modelo, estas diferencias no pueden probarse estadísticamente, lo que se puede hacer es reestimar el modelo usando como grupo base la categoría que se quiera comparar con las restantes. Esta tarea queda pendiente para futuras investigaciones.

Por último, cuando estudiamos la diferencia entre la evolución de la PTF del grupo de empresas permanentes respecto a las que salen del mercado en t, encontramos que la misma es positiva, lo que indica que hubo un distanciamiento entre los niveles de productividad de ambos grupos a partir de la desvinculación del mercado exportador del grupo de salientes.

Idéntico análisis se realiza con los diferenciales de productividad laboral y se llega a las mismas conclusiones que con los diferenciales de PTF. En los cuadros 10 y 11 se observa la productividad de los grupos respecto a las no exportadoras y también se encuentra evidencia del proceso de autoselección de las firmas.

Cuadro 10: Diferenciales de Productividad del Trabajo en t según permanencia en mercado exportador

	Tipo de transición			
	1 año	2 años	3 años	4 años
entran	0.464*** (0.116)	0.589*** (0.109)	0.662*** (0.128)	0.821*** (0.154)
salen	0.234** (0.109)	0.282** (0.112)	0.330** (0.131)	0.427*** (0.139)
permanecen	0.514*** (0.062)	0.643*** (0.060)	0.666*** (0.061)	0.748*** (0.066)
mediana	0.290*** (0.060)	0.301*** (0.059)	0.335*** (0.058)	0.366*** (0.059)
grande	0.229*** (0.073)	0.256*** (0.070)	0.313*** (0.070)	0.368*** (0.070)
capextranj	0.807*** (0.101)	0.814*** (0.101)	0.852*** (0.100)	0.884*** (0.100)
Observaciones	3997	3997	3997	3997
R cuadrado	0.15	0.17	0.16	0.14

Notas:

-Errores estándar robustos a heteroscedasticidad y a correlación serial entre paréntesis.

- *** coeficiente significativo al 1%; **coeficiente significativo al 5%.

-Incluye término constante y variables binarias por año no reportadas.

Cuadro 11: Diferenciales de Productividad del Trabajo en t -s según permanencia en mercado

	Tipo de transición			
	1 año	2 años	3 años	4 años
entran	0.398*** (0.092)	0.526*** (0.097)	0.473*** (0.115)	0.554*** (0.119)
salen	0.283*** (0.098)	0.303*** (0.086)	0.330*** (0.086)	0.418*** (0.095)
permanecen	0.480*** (0.068)	0.467*** (0.069)	0.410*** (0.069)	0.502*** (0.071)
mediana	0.263*** (0.063)	0.251*** (0.067)	0.236*** (0.068)	0.191*** (0.071)
grande	0.216*** (0.079)	0.276*** (0.080)	0.264*** (0.081)	0.310*** (0.084)
capextranj	0.787*** (0.108)	0.771*** (0.104)	0.792*** (0.104)	0.738*** (0.110)
Observaciones	2919	2121	1355	710
R cuadrado	0.16	0.19	0.19	0.25

Notas:*-idem cuadro anterior*

La productividad de las empresas que entran al mercado en t -s es superior a la de las no exportadoras para todos los patrones de transición con coeficientes estadísticamente significativos al 99%. En tanto, los diferenciales de productividad de las empresas que permanecen en el mercado son superiores a los de las salientes en t -s y ambos grupos tienen productividades mayores a las de las no exportadoras.

Respecto a la hipótesis de “aprendizaje por exportar” se adjunta el cuadro 12, que describe las condiciones que deben cumplirse para tener evidencia de este proceso. En el cuadro se confirma que la evidencia respecto a la hipótesis de aprendizaje es robusta, ya que se cumplen todas las condiciones que implican que las empresas estarían aprendiendo al ingresar al mercado exportador y permanecer en él y este aprendizaje se observa en los niveles crecientes de productividad de los grupos de exportadoras entrantes en t y permanentes respecto a sus pares no exportadoras.

Además, se evidencia el alejamiento entre t -s y t de los diferenciales de productividad entre el grupo de empresas que permanece en el mercado y el saliente, lo que indica la pérdida de

productividad relativa de las empresas que se alejan del mercado exportador respecto a las que permanecen.

Cuadro 12: Condiciones de proceso de “aprendizaje por exportar”

	Tipo de transición			
	1 año	2 años	3 años	4 años
$\Delta Pr odTr\ entran(t, t - s)$	0,066	0,063	0,189	0,267
$\Delta Pr odTrab\ salen(t, t - s)$	-0,049	-0,021	0,00	0,009
$\Delta Pr odTr\ perm(t, t - s)$	0,034	0,176	0,256	0,246
$\Delta Pr odTr\ perm(t, t - s) - \Delta Pr odTr\ salen(t, t - s)$	0,083	0,197	0,256	0,237

Notas:

-Elaboración propia en base a los cuadros 10 y 11.

-Estos resultados no pueden probarse estadísticamente porque surgen de realizar las diferencias entre coeficientes de las estimaciones de los cuadros 10 y 11.

7. CONCLUSION

Este trabajo analizó las relaciones entre la productividad de las empresas exportadoras uruguayas y su orientación exportadora. Se siguió la metodología de Aw, Chung y Roberts (1998) y de Álvarez y López (2004) al estudiar esta relación mediante el análisis comparativo de la productividad entre los grupos de empresas no exportadoras, entrantes, salientes y permanentes en el mercado exportador.

Se estimó por varios métodos econométricos la Función de Producción utilizando un micro panel de datos de las empresas manufactureras uruguayas para el período 1997-2001 y los resultados que se obtuvieron no difieren de los alcanzados por la mayoría de las investigaciones a nivel internacional³⁵.

En primer lugar, se construyeron indicadores agregados para estudiar la evolución en el tiempo de las variables asociadas a la FP. La evolución los indicadores agregados en el período analizado indica que las empresas manufactureras del micropanel aumentaron su Valor Agregado

³⁵ Ver antecedentes empíricos para un análisis detallado.

Bruto, disminuyeron su personal ocupado y las horas trabajadas por obreros, e intensificaron ligeramente sus niveles de capital. Por ello, las empresas incrementaron su ratio capital-trabajo, sus niveles de productividad del trabajo y también sus niveles de productividad total de factores.

En segundo lugar, se estimaron los diferenciales de productividad entre exportadoras y no exportadoras y se encontró evidencia de que las empresas exportadoras presentan niveles de PTF 41% mayores a las no exportadoras. Los contrastes realizados permiten afirmar que este “premio por exportar” se mantiene y los coeficientes son siempre significativos tanto cuando se analiza la productividad parcial del trabajo como la PTF, controlando por capital extranjero, tamaño de la empresa y año.

En tercer lugar, se estimaron los diferenciales de productividad según grupos de empresas –entrantes, salientes, permanentes y no exportadoras– para analizar las hipótesis de autoselección y de aprendizaje por exportar de las empresas. Los resultados obtenidos muestran evidencia de que en las empresas manufacturas uruguayas en el período 1997-2001 se estarían cumpliendo ambos procesos. Con ello se encuentra evidencia consistente con la hipótesis más fuerte de los modelos de comportamiento de las empresas en mercados de comercio internacional: la autoselección. Por lo que se podría pensar que en Uruguay existen costos de entrada a los mercados exportadores que determinan que algunas empresas puedan ingresar al mercado (las más productivas) y que otras no estén en condiciones de hacerlo o tengan que salir del mercado exportador (las menos productivas). Estudiar los costos de entrada al mercado exportador sería una importante tarea a realizar en futuras investigaciones.

Al no rechazarse la hipótesis de aprendizaje por exportar, se tiene evidencia empírica respecto a que las empresas industriales uruguayas que ingresan al mercado exportador incrementan su productividad, lo que podría deberse a mejoras en la calidad y variedad de los insumos, transferencia de conocimientos y de tecnología, entre otros factores.

Queda para futuras investigaciones estudiar qué determina la decisión a exportar de las empresas y si entre las empresas exportadoras se cumple la hipótesis de “autoselección consciente”, o sea si el proceso de autoselección tiene un componente consciente, por el cual las empresas promueven incrementar su eficiencia y aumentar sus niveles de productividad en aras de

estar en condiciones de poder exportar. Entendemos que el proceso de apertura económica que vivió el país en los 90 podría haber determinado que a efectos de permanecer en el mercado exportador las empresas exportadoras incrementaran su productividad, por lo que a priori se podría pensar que en el período 1997-2001 se vivió un proceso de “autoselección consciente”.

Por otro lado, sería importante replicar el estudio efectuado en este trabajo con los microdatos del INE clasificados por Unidades de Clase de Actividad, para obtener un panel comparable con los microdatos anteriores a 1997 y realizar un análisis comparativo de la productividad de las empresas y su orientación exportadora con un micro panel de más largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, R. y López, R. 2004. “Orientación Exportadora y Productividad en la Industria Manufacturera Chilena”. Cuadernos de Economía, Vol. 41 (Diciembre), pp. 315-343. Universidad de Chile.
- Arnold, Jens Matthias. 2005. “Productivity Estimation at the Plant Level: A practical guide”. Preliminary Note, Bocconi University, Milán.
- Aw, B. y Hwang, A.R. 1995. “Productivity and the Export Market: A firm-Level Analysis”. *Journal of Development Economics* 47. Pp.: 313-332.
- Aw, B., Chung, S y Roberts, M. 1998. “Productivity and the decision to export: micro evidence from Taiwan and South Korea”. NBER Working Paper 6558.
- Aw, B., Chung, S. y Roberts, M. 2000. “Productivity and the Turnover in the Export Market: Micro-level Evidence from the Republic of Korea and Taiwán (China)”. *The World Bank Economic Review* 14 (1). Pp.: 65-90. The World Bank.
- Baldwin, JR. y Wulong, G. 2004. “Export-Market Participation and Productivity Performance in Canadian Manufacturing”. *Canadian Journal of Economics* Vol. 36, No. 3.
- Bernard, A. y Jensen, J.B. 1999. “Exceptional Exporters Performance: Cause, Effect or Both?” *Journal of International Economics*, 47 (1), pp.1-25.
- Bernard, A. y Jensen, J.B. 2001. “Why some firms export?”. NBER Working Paper Series N° 8349. Cambridge, United States: National Bureau of Economic Research.

- Bernard, A., Eaton, J., Jensen, B y Kortum, S. 2003. "Plants and Productivity in International Trade." *American Economic Review*, 93 (4), pp. 1268-1290.
- Bittencourt, G. y Vaillant, M. 2001. "Oferta Exportable en el Uruguay. Empresas: ¿Quiénes venden?", DT no publicado.
- Blundell, R. y Bond, S. 1998. "GMM estimation with persistent panel data: an application to production functions". Working Paper Series N° W99/4. The Institute for Fiscal Studies.
- Bond, Stephen. 2007. "Notas docentes para el curso *Panel Data Econometrics* del Centro de Estudios Monetarios y Financieros (CEMFI)". Setiembre 2007, Madrid.
- Casacuberta, C., Fachola, G. y Gandelman, N. 2004. "The Impact of Trade Liberalization on Employment, Capital, and Productivity Dynamics: Evidence from the Uruguayan Manufacturing Sector". Research Network Working Paper #R-479. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cassoni, A y Vaillant, M. 1992. "Estrategias Empresariales y Desempeño Exportador". DT N° 1/92. Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República.
- Castellani, D. 2002. "Export Behaviour and Productivity Growth: Evidence from Italian Manufacturing Firms". *Review of World Economics/Weltwirtschaftliches Archiv* 138 (4). Pp: 605-628.
- Clerides, S., Lach, S. y Tybout, J. 1998. "Is *Learning by Exporting* Important? Micro-Dynamic Evidence from Colombia, México and Morocco". *Quarterly Journal of Economics* 113 (4). Pp.: 903-947.
- Das, S., Roberts, M. y Tybout, J. 2001. "Market entry costs, product heterogeneity and export dynamics". NBER Working Paper 8629.
- Delgado, M., Fariñas, J. y Ruano, S. 2002. "Firm Productivity and Export Markets: A Non Parametric Approach". *Journal of International Economics* 57 (2). Pp: 397-422.
- Diewer, E. y Nakamura, A. 2002. "The Measurement o Aggregate Total Factor Productivity". Capítulo del *Handbook of Econometrics*, Vol. 6, Elsevier.
- Girma, S., Greenaway, D. y Kneller, R. 2004. "Does exporting increase productivity? A Microeconometric Analysis of Matched Firms". *Review of International Economics*, 12 (5).
- Greenaway, D., Gullstrand, J. y Kneller, R. 2005. "Exporting May Not Always Boost Firm Productivity". *Review of World Economics*. Vol. 141, N° 4. Kiel, Germany: Kiel Institute for World Economics.

- Hallward Driemeier, M., Iarossi, G. y Sokoloff, K. 2002. "Exports and Manufacturing Productivity in East Asia: a Comparative Analysis with Firm Level Data". NBER Working papers series N° 8894. Cambridge, United States: National Bureau of Economic Research.
- Hopenhayn, H. 1992 "Entry, Exit, and firm Dynamics in Long Run Equilibrium". *Econometrica*, Vol. 60, No. 5, pp. 1127-1150.
- Hulter, Charles R. 2000. "Total Factor Productivity: a Short Biography". NBER Working papers series N° 7471. Cambridge, United States: National Bureau of Economic Research.
- Instituto Nacional de Estadística. "Censo Económico Nacional 1997, Encuestas de Actividad Económica años 1998-2001, Metodologías CE97, EAE 98-01".
- Kraai, A. 2002. "Exports and Economic Performance: Evidence from a Panel of Chinese Enterprises". *Revue d'Economie du Développement*. 7 (1/2). Pp: 183-207.
- Levinsohn, J. y Petrin, A. 2003. "Estimating Production Functions using Inputs to Control for Unobservables". *Review of Economics Studies* 70, pp 317-341.
- Levinsohn, J. y Petrin, A. 2003. "Production Function Estimation in Stata Using Inputs to Control for Unobservables". *Stata journal* 4(2), pp 113-123.
- López, R. A. 2004. "Self Selection into the Export Markets: A Conscious decisión?" mimeo Indiana University.
- López, A. y Llambi, C. 1998. "Evolución de la Productividad Total de Factores: Estudio de casos en la Industria Manufacturera". Trabajo Monográfico Licenciatura en Economía, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de la República.
- OCDE 2001. "Measuring Capital. Measurement of capital stocks, consumption of fixed capital and capital services". OECD Manual, www.sourceOECD.org.
- Olley, G. y Pakes, A. 1996. "The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry". *Econometría* 64 Pags. 1263-1297.
- Pavcnik, Nina. 2002. "Trade Liberalization, Exit, and Productivity Improvements: Evidence from Chilean Plants". *Review of Economic Studies* 69. Pags. 245-276.
- Picardo, S. 2007. "Índice de Precios para deflactar insumos de la industria Manufacturera 1982-2006". DT en preparación, Banco de Datos, Facultad de Ciencias Sociales.

- Picardo, S. 2007. "Evolución de los índices de Volumen Físico y de Precios de Productor Enero de 1982 a junio de 2007". DT en preparación, Banco de Datos, Facultad de Ciencias Sociales.
- Snoeck, M., Casacuberta, C, Domingo, R., Pastori, H. y Pittaluga, L. 2007. "The emergence of New Successful Export Activities in Uruguay". Borrador Final. IADB Project. Latin American Research Network.
- Tansini, R y Triunfo, P. 1998. "Cambio Tecnológico y Productividad de las Empresas Industriales Uruguayas". DT N° 8/98. Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República.
- Vaillant, M. y Roche, H. 1990. "El Desempeño de la Empresa Exportadora. Un Modelo Cualitativo". SUMA Vol. 5, N° 8, Págs. 103-130. CINVE.
- Wooldrige, J. 2003. "Introductory Econometrics: A Modern Approach", 2nd Edition.
- Yeaple, S. R. 2004. "Firm Heterogeneity, International Trade and Wage". Journal of International Economics (January of 2005).

ANEXO 1: Cuadro resumen de las investigaciones sobre relación entre productividad y orientación exportadora de las empresas

Investigación	País	Muestra	Metodología	Resultados
Aw y Hwang (1995)	Taiwán	2.832 firmas 1986	FP translog Corte Transversal	Productividad mayor para las exportadoras; autoselección de firmas exportadoras; ausencia de "aprendizaje por exporter"
Bernard y Wagner (1997)	Alemania	7.624 firmas 1978 - 1992	Panel de Datos	Productividad mayor para las exportadoras; autoselección de firmas exportadoras.
Aw, B. et al. (1998)	Corea del Sur	Todas las firmas 1983, 1988 y 1993	Pool de corte transversal	Productividad mayor para las exportadoras; débil autoselección de firmas exportadoras; ausencia de "aprendizaje por exportar"
	Taiwán	Todas las firmas 1986 y 1991	Pool de corte transversal	Productividad mayor para las exportadoras; autoselección de firmas exportadoras; evidencia de "aprendizaje por exportar"
Clerides et al. (1998)	Colombia	Todas las plantas 1981-1991	FIML de funciones de costos; Panel de Datos	Las firmas exportadoras son más eficientes que las no exportadoras. No se cumple "aprendizaje por exportar"
	México	2.800 firmas 1986-1990	FIML de funciones de costos; Panel de Datos	Las firmas que abandonan el mercado son las menos productivas. No se cumple "aprendizaje por exportar"
	Marruecos	Todas las firmas 1984-1991	FIML de funciones de costos; Panel de Datos	Se cumple algo de "aprendizaje por exporter" en Marruecos. Derrames de exportadoras a no exportadoras
Bernard y Jensen (1999)	EEUU	50-60 mil plantas 1983-1992	Probabilidad lineal con efectos fijos	Productividad mayor para las exportadoras; autoselección de firmas exportadoras; ausencia de "aprendizaje por exporter"
Kraay (1999)	China	2.105 firmas 1988-1992	Panel Dinámico	Productividad más alta de las exportadoras
Castellani (2002)	Italia	2.898 firmas 1989 - 1994	Pool de Corte Transversal	Productividad más alta de exportadoras; Aprendizaje asociado con la intensidad de exportación
Delgado et al. (2002)	España	1.766 firmas 1991- 1996	Análisis no paramétrico de distribuciones de probabilidad	Productividad mayor para las exportadoras; autoselección de firmas exportadoras; evidencia inconclusa de "aprendizaje por exporter"
Hallward Driemeier, M. et al. (2002)	Países del Sudeste Asiático	2.700 establecimientos 1996 -1998	Datos de encuestas específicas; pool de corte transversal.	Productividad mayor para las exportadoras y para firmas con capitales extranjeros; autoselección de firmas exportadoras; exportadoras son más intensivas en capital.
Wagner (2002)	Alemania	353 firmas 1978 - 1989	Panel de datos; técnicas de "matching"	Productividad más alta de exportadoras
Van Biesebroeck (2003)	Seis países africanos	1.916 firmas 1992 -1996	Panel de datos; estimación por MGM	Evidencia de aprendizaje por exportar
Blalock y Gertler (2004)	Indonesia	20.018 firmas 1990 -1996	Panel de datos; estimación de FP	Evidencia de aprendizaje por exportar
Álvarez y López (2004)	Chile	5.000 plantas 1990 - 1996	Probit ordenado; pool de corte transversal	Alta productividad de firmas exportadoras; autoselección de exportadoras
Baldwin y Gu (2004)	Canadá	19.142 plantas 1984 -1990 y 1990 - 1996	Regresiones en diferencias; datos de encuestas	Evidencia de aprendizaje por exportar; identifica un número de canales de aprendizaje: economías de escala; transferencia de tecnología y mejoras en el capital humano.
Álvarez y López (2005)	Chile	5.000 plantas 1990 - 1996	Probit ordenado; pool de corte transversal	Autoselección consciente
Girma et al.(2004)	Gran Bretaña	8.992 firmas 1988 -1999	Panel de datos; diferencia en diferencias y "matching"	Productividad más alta y autoselección de exportadoras; evidencia de aprendizaje por exportar.
Hannson y Lundin (2004)	Suecia	3.275 firmas 1990 - 1999	Diferencia en diferencias y "matching"	PTF mayor de expotadoras; no se encuentran diferencias en el crecimiento de la PTF de las entrantes.
Greenaway, D. et al (2005)	Suecia	3.570 firmas 1980 - 1997	Panel de datos; diferencia en diferencias y "matching"	Productividad de exportadoras y no exportadoras similar. No hay evidencia de "autoselección"

Fuente: Elaboración propia en base a Greenaway, D. et al (2005)

ANEXO 2: Detalle de las variables creadas

Los criterios para definir las variables Valor Bruto de Producción³⁶, Consumo Intermedio y Capital surgen de aplicar la metodología del CE97 y de las EAE 98-01 del INE. A continuación se describe brevemente cada una de las variables de nuestras estimaciones.

<i>Valor Bruto de Producción (VBP):</i>	VBP industrial + VBP comercial + VBP servicios + VBP otras fuentes + VBP productos en proceso + VBP construcción y fabricación por cuenta propia.
<i>Consumo Intermedio:</i>	Incluye Materias primas y Materiales auxiliares, Trabajos de façon realizados por terceros, Materiales utilizados en la prestaci3n de servicios, Costo de Envases y embalajes, Energ3a el3ctrica, Agua, Combustibles y Lubricantes, Material de la Construcci3n por cuenta propia, Pagos a los trabajadores a domicilio, Trabajos de reparaci3n hechos por terceros, Costo de repuestos y accesorios, Alquileres devengados, Servicios de personal, Honorarios profesionales, Comisiones pagadas a terceros por servicios no financieros, Vigilancia, seguridad y limpieza, Publicidad, Investigaci3n y desarrollo, Comunicaciones, Fletes, Servicios inform3ticos, Indumentaria y equipo, Capacitaci3n, Gastos de exportaciones, Regal3as, patentes y marcas y Otros gastos.
<i>Valor Agregado Bruto (VAB):</i>	VBP - CI
<i>Horas de trabajo de obreros:</i>	Horas efectivamente trabajadas en el año de obreros dependientes en tareas productoras y en no productoras m3s horas de obreros de personal proporcionado por otras empresas.
<i>Personal ocupado:</i>	Es el promedio mensual de la suma del Personal Ocupado en el año m3s el Personal proporcionado por otras empresas.
<i>Obreros:</i>	Estimaci3n a partir de los datos de mes representativo y del total de personal ocupado promedio mensual.
<i>Empleados:</i>	Estimaci3n a partir de los datos de mes representativo y del total de personal ocupado promedio mensual.
<i>Profesionales y t3cnicos:</i>	Estimaci3n a partir de los datos de mes representativo y del total de personal ocupado promedio mensual.
<i>Stock de Capital:</i>	Valor monetario al cierre de cada año de los terrenos, edificios y construcciones, maquinaria y el equipo, bienes intangibles y otros bienes utilizados por la empresa.
<i>Exportadora:</i>	Variable binaria que vale 1 si la empresa export3 en el año y 0 si no export3.
<i>Intensidad Exportadora:</i>	Variable que vale 1 si la empresa exportadora tiene una intensidad exportadora baja (exporta menos del 25% de las ventas), 2 si tiene una intensidad exportadora media (exporta entre el 25% y el 75% de las ventas) y 3 si tiene una intensidad exportadora alta (exporta m3s del 75% de las ventas).
<i>Capital Extranjero:</i>	Variable binaria que vale 1 si la empresa tiene una participaci3n de capitales extranjeros superior al 10%. Vale 0 si la empresa no est3 constituida por capitales extranjeros.
<i>Tamaño de la empresa:</i>	Variable que vale 1 si la empresa es pequeña (menos de 50 trabajadores), 2 si es mediana (entre 50 y 100 trabajadores) y 3 si es grande (m3s de 100 trabajadores).
<i>Productividad parcial del trabajo:</i>	VAB/personal ocupado
<i>Productividad parcial del capital:</i>	VAB/stock de capital
<i>D_i:</i>	Variables binarias por años (1997-2001)
<i>D_s:</i>	Variables binarias por divisi3n (1997-2001)

³⁶ A partir del año 1997 el VBP se aproxima por la variable "ingreso por ventas", ya que las estad3sticas dejaron de relevar la informaci3n sobre valor de la producci3n de las empresas.

ANEXO 3: Metodología de Levinsohn-Petrin para estimar la función de producción

La PTF se calcula como una predicción del residuo de una especificación de FP de tipo Cobb-Douglas, que deriva de los estudios realizados por Olley y Pakes (1996) y Levinsohn y Petrin (2003a y 2003b). Esta estimación controlará los problemas de sesgo por endogeneidad de los factores productivos y por selección de la muestra trabajando con técnicas semiparamétricas.

Se parte de la expresión de la FP:

$$(2) y_{it} = a_t + \beta_L l_{it} + \beta_K k_{it} + \eta_{it} + u_{it}$$

Donde y_{it} es el logaritmo del valor agregado, l_{it} es el logaritmo del empleo, k_{it} es el logaritmo del stock de capital, β_L representa la productividad parcial del trabajo, β_K la productividad parcial del capital, a_t el término constante que representa la PTF de la economía, η_{it} el shock de productividad de la firma no observado por el investigador y u_{it} el término de error.

Olley y Pakes (1996) desarrollaron un estimador que corrige el sesgo de endogeneidad mediante el uso de la inversión como Proxy de los shocks de productividad no observados. No obstante, esta metodología tiene el problema de que se precisa que la inversión de las empresas sea positiva (porque debe cumplir la condición de invertibilidad), por lo que se pierden muchas observaciones que no cumplen con este requisito.

Levinsohn - Petrin (2003a) estudiaron este fenómeno y propusieron otro procedimiento para corregir el sesgo de la estimación: utilizar los insumos intermedios en lugar de la inversión como Proxy de los shocks de productividad. Ellos entienden que al ser menos costoso para las empresas ajustar los insumos intermedios, estos responden más completamente a los shocks de productividad que la inversión. Además, en general en las estadísticas a nivel de firma hay más información del uso de insumos intermedios que de la inversión.

En este sentido, se trabaja con un insumo intermedio que depende de las variables k_{it} y η_{it} , tal que: $m_{it} = m(k_{it}, \eta_{it})$

Se supone que m es una función monótonica creciente en η_{it} , por lo cual η_{it} se puede expresar:

(3) $\eta_{it} = \eta(k_{it}, m_{it})$, o sea que se trabaja con una variable Proxy de la productividad de la firma.

Se reemplaza (3) en (2) y se expresa (4) $y_{it} = \beta_L l_{it} + \phi_t(k_{it}, m_{it}) + u_{it}$, donde

$$\phi_t(k_{it}, m_{it}) = a_t + \beta_K k_{it} + \eta_t(k_{it}, m_{it})$$

Al no conocerse la forma funcional de ϕ_t , los coeficientes de la función de producción no pueden estimarse por el método MCO, por lo cual se usan técnicas semiparamétricas. Se realizará un proceso de estimación en dos etapas.

En la primera etapa se estimará el coeficiente del factor trabajo para lo cual se incorporará a la ecuación (4) una aproximación polinomial de orden tres de la función ϕ_t y se estimará por MCO. En la segunda etapa se estimará el parámetro del capital. Para esto, se encontrará una expresión para el error de la función de producción que será la función a minimizar. En este proceso, se supone que la productividad, η_{it} sigue un proceso de Markov de primer orden y el problema de minimización del error se soluciona usando el MGM para obtener β_K .

Primero se considera el valor estimado de ϕ_t en la primera etapa, dado por $\hat{\phi}_{it} = \hat{y}_{it} - \hat{\beta}_L l_{it}$. Para cualquier valor de β_K^* se puede predecir la productividad no observada:

$$\hat{\eta}_{it} = \hat{\phi}_{it} - \beta_K^* k_{it}$$

Por último, el coeficiente estimado del capital, $\hat{\beta}_K$, es el que soluciona:

$$\min \sum_i \sum_t (y_{it} - \hat{\beta}_L l_{it} - \beta_K^* k_{it} - E[\eta_{it} / \eta_{it-1}])^2$$

$$\text{donde: } E[\eta_{it} / \eta_{it-1}] = \hat{\lambda}_0 + \hat{\lambda}_1 \hat{\eta}_{it-1} + \hat{\lambda}_2 \hat{\eta}_{it-1}^2 + \hat{\lambda}_3 \hat{\eta}_{it-1}^3$$

Una vez que se estiman los parámetros de la función de producción, la medida de la PTF (en logaritmo) surge de predecir los residuos de esta función y se representa como:

$$ptf_{it} = y_{it} - a_t - \hat{\beta}_L l_{it} - \hat{\beta}_K k_{it}$$