Banco de México
Documentos de Investigación

N° 2021-10

El Impacto de la Liberalización Comercial sobre la
Industria Automotriz de México: Evidencia de los
Primeros 20 Años del TLCAN

Gabriela López Noria
Banco de México

Julio 2021

La serie de Documentos de Investigación del Banco de México divulga resultados preliminares de trabajos de investigación económica realizados en el Banco de México con la finalidad de propiciar el intercambio y debate de ideas. El contenido de los Documentos de Investigación, así como las conclusiones que de ellos se derivan, son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente las del Banco de México.

The Working Papers series of Banco de México disseminates preliminary results of economic research conducted at Banco de México in order to promote the exchange and debate of ideas. The views and conclusions presented in the Working Papers are exclusively the responsibility of the authors and do not necessarily reflect those of Banco de México.

El Impacto de la Liberalización Comercial sobre la Industria Automotriz de México: Evidencia de los Primeros 20 Años del TLCAN*

Gabriela López Noria[†]
Banco de México

Resumen: Este documento investiga el impacto de la liberalización comercial bajo el TLCAN sobre la productividad de la industria automotriz mexicana. Utilizando un panel de establecimientos para el periodo 1994-2014, en una primera etapa se estima una función producción Cobb-Douglas por el método de Levinsohn y Petrin (2003) (y en un ejercicio alterno por el de Akerberg, Caves y Frazer, 2015) para obtener una medida de productividad. En una segunda etapa, se corre un modelo por MGM en Sistema para analizar el efecto de la apertura comercial sobre la productividad estimada. Los resultados principales indican que se aprecia cierta asociación positiva entre la liberalización comercial y la productividad para los establecimientos medianos, pero no para los pequeños o grandes. Este resultado es consistente con el de otros autores que encuentran que la liberalización comercial resulta en mayor productividad para algunas empresas, pero no para todas (e.g. Lileeva y Trefler, 2010; Bustos, 2011).

Palabras Clave: Acuerdos de Comercio Internacional; Liberalización; TLCAN; Tarifa; Automóvil; Vehículos; Cobb Douglas; Función Producción; Productividad

JEL Classification: F130; L620; D240

Abstract: This paper examines the impact of trade liberalization under NAFTA on the productivity of the Mexican automobile industry. Using a panel of establishments for the period 1994-2014, in a first stage a Cobb-Douglas production function is estimated by the Levinsohn and Petrin's (2003) method (in an alternative exercise by that of Akerberg, Caves and Frazer, 2015) to obtain a productivity measure. In a second stage, a model is estimated by System GMM to analyze the effect of trade openness on the estimated productivity. The main results indicate that there exists a positive association between trade liberalization and productivity for medium size establishments, but not for small or large establishments. This finding is consistent with that of other authors, who find that trade liberalization results in higher productivity for some firms, but not for all of them (e.g. Lileeva and Trefler, 2010; Bustos, 2011).

Keywords: International Trade Agreements; Liberalization; NAFTA; Tariff; Automobile; Vehicles; Cobb Douglas; Production Function; Productivity

*I am grateful to Aldo Heffner and Raúl Ibarra for their helpful comments. I am indebted to Alfonso Cebreros for his insightful comments and suggestions. I thank Juan José Zamudio, Ángel García-Lascurain Fernández and Esteban González Luna for their excellent research assistance. In addition, I thank INEGI and, in particular, Natalia Volkow, Director of the Microdata Laboratory at this Institute, and her team, for technical support and access to the data on the Mexican automobile industry.

[†] Dirección General de Investigación Económica. Correo: glopezn@banxico.org.mx.

1. Introducción

La industria automotriz mexicana (IAM) ha sido uno de los principales productores de vehículos a nivel mundial por varias décadas. Según la Organización Internacional de Constructores de Automóviles, la IAM se posicionó en el lugar 8 por el número de vehículos que produjo de 2011 a 2013, en el lugar 7 entre 2014 y 2017, y en el lugar 6 en 2018 (ver Tabla 1).¹ En términos de sus exportaciones de vehículos al mundo, UN Comtrade² registró que la IAM se posicionó en el lugar 5 en 2011 y en el lugar 4 de 2012 a 2018 (ver Table 2). Además, la Figura 1 muestra que las exportaciones de la IAM se incrementaron sustancialmente después de la implementación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994.

Tabla 1: Principales Productores de Vehículos en el Mundo
(Millones de Unidades)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	China-18.4	China-19.3	China-22.1	China-23.7	China-24.5	China-28.1	China-29.0	China-27.8
2	USA-8.7	USA-10.3	USA-11.1	USA-11.7	USA-12.1	USA-12.2 33	USA-11.2	USA-11.3
3	Japan-8.4	Japan-9.9	Japan-9.6	Japan-9.8	Japan-9.3	Japan-9.2	Japan-9.7	Japan-9.7
4	Germany-6.1	Germany-5.6	Germany-5.7	Germany-5.9	Germany-6.0	Germany-6.1	Germany-5.6	India-5.2
5	South Korea-4.7	South Korea-4.6	South Korea-4.5	South Korea-4.5	South Korea-4.6	India-4.5	India-4.8	Germany-5.1
6	India-3.9	India-4.2	India-3.9	India-3.8	India-4.1	South Korea-4.2	South Korea-4.1	Mexico-4.1
7	Brazil-3.4	Brazil-3.4	Brazil-3.7	Mexico-3.4	Mexico-3.6	Mexico-3.6	Mexico-4.1	South Korea-4.0
8	Mexico-2.7	Mexico-3.0	Mexico-3.1	Brazil-3.1	Spain-2.7	Spain-2.9	Spain-2.8	Brazil-2.9
9	Spain-2.4	Canada-2.5	Thailand-2.5	Spain-2.4	Brazil-2.4	Canada-2.4	Brazil-2.7	Spain-2.8
10	France-2.2	Thailand-2.4	Canada-2.4	Canada-2.4	Canada-2.3	Brazil-2.2	France-2.2	France-2.3

Fuente: Organización Internacional de Constructores de Automóviles.

Tabla 2: Principales Exportadores de Vehículos en el Mundo
(Billones de Dólares)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Germany-242.2	Germany-230.5	Germany-237.1	Germany-253.9	Germany-236.9	Germany-239.4	Germany-251.8	Germany-257.4
2	Japan-146.1	Japan-160.9	Japan-146.8	Japan-140.6	Japan-132.4	Japan-140.4	Japan-144.7	Japan-152.4
3	USA-115.0	USA-127.2	USA-129.6	USA-131.9	USA-123.7	USA-120.7	USA-126.0	USA-126.1
4	Rep. of Korea-66.8	Mexico-69.9	Mexico-76.7	Mexico-85.5	Mexico-90.0	Mexico-87.8	Mexico-101.5	Mexico-115.2
5	Mexico-62.6	Rep. of Korea-69.7	Rep. of Korea-72.3	Rep. of Korea-72.9	China-68.6	Canada-63.4	China-73.7	China-83.5
6	China-59.5	China-62.0	China-64.8	China-71.5	Rep. of Korea-68.5	China-62.8	Rep. of Korea-61.4	Rep. of Korea-60.6
7	France-52.5	Canada-59.9	Canada-58.4	Canada-59.1	Canada-59.7	Rep. of Korea-62.2	Canada-61.4	Canada-58.9
8	Canada-51.8	France-45.9	United Kingdom-49.0	United Kingdom-52.7	Spain-49.7	Spain-53.9	Spain-55.4	Spain-57.2
9	Spain-50.3	United Kingdom-45.4	Belgium-48.4	Spain-51.6	United Kingdom-48.8	United Kingdom-50.0	United Kingdom-52.0	France-54.6
10	Belgium-43.9	Spain-42.2	Spain-48.4	France-46.1	France-42.5	Belgium-45.0	France-49.5	United Kingdom-53.1

Fuente: UN Comtrade - International Trade Statistics Database.

La IAM es conocida mundialmente por la calidad de su manufactura y desde 2000 se ha transformado para producir vehículos más sofisticados en términos de tecnología y valor

¹Organización Internacional de Constructores de Automóviles.

²UN Comtrade - International Trade Statistics Database.

Figura 1: Exportaciones de México (Vehículos, Camiones y Auto-partes)
(Millones of Dólares)

Fuente: Banco de México.

agregado (Promexico, 2013).

Este éxito tanto en cantidad como en calidad puede ser explicado por los siguientes factores. 1) La IAM tiene alrededor de 100 años de edad (i.e. Ford estableció su primera línea de ensamblaje en México en el año 1925), lo que se refleja en su madurez y fortaleza como industria.³ 2) La IAM ha experimentado una importante etapa de reestructuración industrial y modernización. Hasta mediados de los 1970's, esta industria se caracterizaba por operar con maquinaria obsoleta y dirigir su producción únicamente al mercado doméstico. En la actualidad, es conocida como una de las plataformas de producción y exportación de vehículos más competitivas y dinámicas del mundo. 3) México tiene una ubicación geográfica estratégica. Comparte frontera de más de 3,000 kilómetros con Estados Unidos (EU), el mayor comprador de vehículos en el mundo, y tiene acceso tanto al Océano Pacífico como al Océano Atlántico, lo que favorece el comercio con Asia y Europa, respectivamente. 4) Mexico cuenta con 12 tratados de libre comercio con 46 países, entre ellos el TLCAN, firmado con EU y Canadá en 1993 e implementado al año siguiente.⁴ El TLCAN cubre la mayor área de libre

³Ver Sección 2 para una breve historia sobre el desarrollo de la industria.

⁴Ver Promexico (2017) para más detalles. Este Tratado fue reemplazado por el Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos, México y Canadá (T-MEC), que entró en vigor el 1 de Julio de 2020.

comercio en el mundo y los vehículos son el mayor componente de comercio entre sus socios comerciales.⁵ 5) La IAM es conocida mundialmente por tener mano de obra competitiva y calificada (Covarrubias Valdenebro, 2014). 6) La experiencia de México como productor y exportador de vehículos, así como sus bajos costos de la mano de obra y múltiples tratados de libre comercio, han atraído a los inversionistas extranjeros. Los flujos de inversión extranjera directa (IED) hacia la IAM crecieron de 2,658.0 millones de dólares en 2010 (18.7 por ciento del total de flujos de IED que entran al sector manufacturero mexicano) a 6,608.3 millones de dólares en 2018 (42.1 por ciento del total de flujos de IED que ingresaron al sector manufacturero mexicano).⁶

A nivel nacional, la IAM es considerada una de las principales fuerzas motoras de la economía mexicana. En 2010 y 2018, fue responsable del 2.0 y 3.0 por ciento del PIB de México, respectivamente. Además, la Tabla 3 muestra que la IAM incrementó su participación en el PIB del sector manufacturero de 7.9 por ciento en 1993 a 20.4 por ciento en 2018, convirtiéndose en el principal contribuyente al sector manufacturero en este último año.⁷

Tabla 3: Participación de las Industrias Mexicanas en el PIB del Sector Manufacturero (Porcentaje)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Industrias Manufactureras	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Industria de Alimentos	18.6	18.6	18.4	18.1	17.3	16.4	17.1	16.8	18.3	19.2	20.6	20.2	21.1
Industria Automovilística	7.9	8.0	8.7	10.2	10.1	10.7	11.1	11.7	11.0	11.6	11.4	11.2	11.4
Industria de Productos Químicos	10.0	9.2	9.6	8.9	8.3	8.5	8.7	8.5	9.1	9.7	9.6	10.2	10.0
Petróleo y Productos Derivados del Petróleo	2.1	2.2	2.3	2.2	2.3	2.2	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.1	2.3
Producción de Aparatos Eléctricos para su Uso Doméstico	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Industrias Manufactureras	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Industria de Alimentos	18.8	20.1	20.7	23.9	22.6	23.0	22.2	23.4	22.3	20.8	20.8	20.2	19.9
Industria Automovilística	11.6	11.8	11.2	10.3	12.7	13.7	14.7	15.5	16.7	18.1	19.3	20.4	20.4
Industria de Productos Químicos	10.4	10.4	10.8	11.1	10.4	9.7	10.2	10.5	8.4	7.8	7.8	6.1	5.9
Petróleo y Productos Derivados del Petróleo	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.2	2.3	2.3	2.3
Producción de Aparatos Eléctricos para su Uso Doméstico	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Fuente: INEGI, Cuentas Nacionales.

Nota: Las primeras tres industrias son sub-sectores desagregados al nivel de 3 dígitos según la clasificación NAICS, al tiempo que los dos últimos sub-sectores están desagregados al nivel de 4 dígitos.

La IAM es también uno de los mayores empleadores de México. En 2010 y 2018, ge-

⁵De acuerdo a ProMéxico (2016), la participación de México en las importaciones de vehículos de EU creció de 10% en 1995 a 26% en 2015 y. Actualmente, México es el principal proveedor de vehículos a EU, seguido de Canadá y Japón.

⁶La fuente de estos datos es la Secretaría de Economía.

⁷La fuente de los datos es el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Cuentas Nacionales.

neró el 13.9 y 22.2 por ciento, respectivamente, del empleo total en el sector manufacturero.⁸

El sobresaliente desempeño de la IAM tanto mundialmente como en México ha hecho de esta industria un importante caso de estudio. En este documento, presento evidencia sobre el impacto del TLCAN en la productividad de la IAM, utilizando datos a nivel de establecimiento correspondientes a los primeros 20 años del tratado comercial (1994-2014).⁹ El análisis empírico se lleva a cabo en dos etapas. En la primera etapa se estima una función producción tipo Cobb-Douglas por el método de Levinsohn y Petrin (2003) (en un ejercicio alternativo, la especificación de la primera etapa se estima por la metodología de Akerberg et al. (2015)) con la finalidad de controlar por problemas de simultaneidad y selección. A partir de las estimaciones de la primera etapa, derivo una medida de la productividad total de los factores (PTF) como residual y la utilizo como variable dependiente en la estimación de la segunda etapa. En la segunda etapa, estimo un modelo por el Método Generalizado de Momentos en Sistema (MGMS) que incluye a la variable dependiente rezagada, proxies de apertura comercial (i.e. tarifa sobre importaciones de vehículos y la razón de ventas al mercado extranjero a valor de la producción); una medida de adopción de tecnología; características de establecimiento como la edad y el tamaño; el tipo de cambio real; el Índice Herfindahl Hirschman (IHH); y algunos términos de interacción entre los proxies de apertura comercial, el tipo de cambio y el IHH con dummies de tamaño, como variables explicativas. El MGMS se emplea en la estimación de la segunda etapa para incluir a la variable dependiente rezagada del lado derecho de la ecuación y para controlar por posibles problemas de endogeneidad entre la medida de PTF y las variables independientes.

Los resultados principales muestran que parece existir una asociación positiva entre la liberalización comercial bajo el TLCAN, medida como una reducción en las tarifas sobre importaciones de vehículos, y la PTF de los establecimientos de tamaño mediano.¹⁰ No se

⁸La fuente de los datos es la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera del INEGI.

⁹Los estudios empíricos sobre la relación comercio-productividad han proliferando en la última década debido a dos razones principales: 1) existe un gran interés por estudiar si un cambio en la política comercial ha tenido un efecto sobre las ganancias en productividad de las empresas y las industrias; y 2) existe un mayor acceso a los datos de comercio y a los datos a nivel de empresa e industria, lo que ha permitido que más estudios sobre el tema emerjan (ver De Loecker, 2011).

¹⁰Los resultados no necesariamente pueden ser interpretados en términos de causalidad debido a las siguientes razones: el proxy de apertura comercial (i.e. tarifas sobre importaciones de vehículos) varía en el tiempo de

encuentra una correlación entre la apertura comercial y la productividad en el caso de los establecimientos pequeños y grandes. Estos hallazgos son consistentes con los modelos teóricos y empíricos de Bustos (2011) y Lileeva y Trefler (2010), que son extensiones del modelo estándar de Melitz (2003) sobre heterogeneidad entre empresas. En lo que se refiere al impacto de las exportaciones sobre la PTF, los resultados son mixtos. En el primero ejercicio, en donde la PTF es derivada usando el enfoque de Levinsohn y Petrin (2003), no se encuentra asociación alguna entre las exportaciones y la productividad. Sin embargo, en el ejercicio alternativo, en donde la PTF se obtiene usando la metodología de Akerberg et al. (2015), se encuentra una correlación positiva entre las exportaciones y la productividad de todos los establecimientos.

A pesar de la importancia de la IAM para la economía mexicana, los análisis empíricos sobre esta industria son escasos y meramente descriptivos.¹¹ Este documento contribuye a la literatura sobre la industria de diferentes maneras. 1) Actualiza análisis previos (ya sean descriptivos o empíricos) sobre la IAM dado que cubre el periodo 1994-2014. 2) La PTF, a nivel de establecimiento, es estimada por técnicas econométricas que me permiten controlar por potenciales problemas de simultaneidad y selección. Por lo que sé, ningún análisis previo sobre el sector automotriz mexicano ha utilizado estas técnicas econométricas para estimar la PTF. 3) En lugar de utilizar el enfoque de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas para estimar la ecuación de la segunda etapa como en López-Córdova (2003), empleo MGMS. Esta técnica econométrica permite considerar un componente dinámico en el modelo y controlar por posibles problemas de endogeneidad.

El resto del documento está organizado como sigue: la Sección 2 describe brevemente el surgimiento y desarrollo de la IAM. La Sección 3 resume la literatura sobre el efecto de la apertura comercial en la productividad. La Sección 4 presenta la estrategia empírica, los datos, y los resultados, mientras que la Sección 5 concluye.

manera lineal, lo que es equivalente a introducir una tendencia de tiempo en la regresión estimada. Por consiguiente, los hallazgos pueden sugerir que la productividad de la IAM aumentó en el periodo analizado, pero no pueden mostrar que este efecto se debió necesariamente a la reducción de las tarifas. Así, los resultados en este documento se presentan en términos de asociación/correlación y no de causalidad.

¹¹Ver, por ejemplo, Moreno-Brid (1996); Hualde (1998); Mortimore y Barron (2005); Carrillo (2000); Studer-Noguez (2002); ProMexico (2016); entre otros.

2. La Industria Automotriz Mexicana

El surgimiento y desarrollo de la IAM se debió, principalmente, tanto a los flujos de inversión doméstica y extranjera que recibió como a la implementación de Decretos Automotrices por parte del gobierno mexicano hasta finales de los años 1980's.

Durante el primer cuarto del siglo XX, todos los vehículos que transitaban en México eran importados dado que no había plantas de ensamblaje de vehículos o fábricas de auto-partes. Las primeras compañías de ensamblaje de vehículos iniciaron operaciones en México entre los años 1925 y 1960. Algunas de ellas eran 100 por ciento foráneas y otras domésticas, si bien algunas tenían tanto capital doméstico como extranjero. Ford Motor Company estableció su primera línea de ensamblaje en México en 1925. General Motors y Fábricas Automex (que en un principio fue en parte doméstica y que, posteriormente, se convirtió en Chrysler) le siguieron y abrieron sus puertas en 1935 y 1938, respectivamente. Promexa, una compañía 100 por ciento doméstica en sus orígenes, se convirtió en Volkswagen, 100 por ciento foránea, en 1963. Nissan Mexicana se constituyó como una compañía completamente foránea en 1961 y comenzó a manufacturar vehículos en Aguascalientes y en Cuernavaca en 1966 y 1992, respectivamente.

Diesel Nacional (1951),¹² Planta Reo de México (1949),¹³ Representaciones Delta (1955), Impulsora Mexicana Automotriz (1967),¹⁴ and Vehículos Automotores Mexicanos (1946)¹⁵ eran compañías domésticas que operaban en México, pero que detuvieron sus actividades durante los 1960s y los 1980s, excepto por Diesel Nacional, que en la actualidad se conoce como DINA. México también ha sido plataforma de otras empresas que producen camiones y autobuses pesados y de tamaño mediano como las Tres-Grandes (Ford, Daimler Chrysler y General Motors), Kenworth, Mexicana de Autobuses, Oshmex, Scania, Volvo, and Víctor Patron (Robert, 2000). La IAM también está conformada por el sector de auto-partes, que principalmente se enfoca en exportar hacia los EU.¹⁶ Sin embargo, en este documento me

¹²Ver Dina (2018) para más detalles.

¹³Ver Retrobuses (2017) para más detalles.

¹⁴Ver Excelencias del Motor (2017) para más detalles.

¹⁵Ver Vehículos Automotores Mexicanos (2017) para más detalles.

¹⁶Secretaría de Economía (2012).

concentro en analizar plantas de ensamblaje de vehículos y camiones.

Actualmente, las Tres Grandes más Volkswagen y Nissan son responsables de más del 95 por ciento de la producción y exportación de vehículos en México. La Tabla 4 muestra a detalle la línea de tiempo de la IAM. En términos de regulación, la IAM se regía a través de programas de desarrollo conocidos como Decretos Automotrices. Su objetivo principal era controlar la producción, las ventas y las importaciones de vehículos (y auto-partes), así como la propiedad de las plantas de autos.¹⁷ El Decreto Automotriz de 1962, por ejemplo, prohibía las importaciones de vehículos terminados y establecía un requerimiento del 60 por ciento en valor agregado local sobre vehículos ensamblados en México, así como un límite del 40 por ciento sobre la propiedad foránea o extranjera en las plantas de autopartes. Esta regulación incrementó la producción de vehículos de motor, pero la maquinaria se volvió obsoleta, la calidad de los productos disminuyó, y las empresas nacionales enfrentaron mayores costos de producción que sus contrapartes foráneas.

Los Decretos Automotrices de 1977, 1983 y 1989, por otro lado, promovieron la competitividad de la industria, incrementaron las exportaciones y permitieron las importaciones de vehículos nuevos sujetas a superávits comerciales por parte de las empresas, respectivamente. Este último Decreto surgió como resultado de los déficits comerciales en autos que México experimentó, la crisis de Balanza de Pagos de 1982, y de los primeros intentos de México por dismantelar el programa de sustitución de importaciones y, por lo tanto, de liberalizar la economía. La Tabla 5 presenta una breve descripción de los Decretos Automotrices descritos.

En los 1980's, la integración de mercado entre México y los EU se fortaleció debido al programa de maquiladoras, i.e. operaciones manufactureras que se llevan a cabo en México para ensamblar componentes importados y exportar bienes terminados. La IAM se benefició de este programa sobretudo en la producción de partes de vehículos de motor (Klier et al., 2017).

Durante los 1990's, México continuó con su proceso de liberalización bajo el TLCAN y la IAM comenzó a ser regulada a través de este acuerdo comercial. La Tabla 6 presenta las reglas que la IAM ha seguido desde la implementación del TLCAN.

¹⁷Moreno-Brid (1996).

Tabla 4: Línea de Tiempo de la IAM

Año	Descripción de la IAM
1908	Llegan los vehículos a México.
1925	Ford abre la primera planta de ensamblaje de vehículos en México.
1935	General Motors sigue a Ford y establece su primera línea de ensamblaje de vehículos en México.
1938	Fábricas Automex, una firma privada mexicana y licenciataria de Chrysler, fue establecida en este año.
1946	Vehículos Automotores Mexicanos, una compañía 100 % doméstica, empieza sus operaciones.
1949	Planta Reo de Méxco, una compañía 100 % doméstica, empieza sus operaciones.
1951	Diesel Nacional, una compañía 100 % doméstica propiedad del estado, empieza sus operaciones.
1961	Nissan se constituyó como una empresa de propiedad completamente extranjera en este año.
1962	Chrysler compró 33 % de Fábricas Automex. Representaciones Delta es una compañía 100 % doméstica.
1963	Volkswagen compra Promexa, una compañía previamente 100 % doméstica. Plantas Reo de México cesó sus operaciones.
1964	Representaciones Delta cesó sus operaciones.
1966	Nissan inició la fabricación de vehículos en Aguascalientes.
1967	Volkswagen inició operaciones en Puebla. Impulsora Mexicana Automotriz, una empresa 100 % doméstica, también inició operaciones.
1968	Chrysler aumentó su participación en Fábricas Automex a 45 %.
1969	Impulsora Mexicana Automotriz cesó sus operaciones.
1972	Chrysler finalmente compró Fábricas Automex.
1978	Renault adquirió el 40 % de las acciones de Diesel Nacional, una empresa previamente 100 % doméstica del estado. Diesel Nacional ahora se conoce como Dina.
1986	Ford abrió una planta de ensamblaje en Hermosillo. Este año se considera el comienzo de la industria automotriz mexicana moderna.
1992	Nissan comenzó a fabricar vehículos en Cuernavaca.
mitad-1990s	BMW, Honda, Mercedes-Benz comenzaron a fabricar vehículos en México.
1998	Chrysler y Daimler-Benz se fusionaron.
Tiempo presente	Las Tres Grandes ('The Big Three', en inglés) más Volkswagen y Nissan representan más del 95 % de la producción de vehículos y exportaciones.

Fuente: Robert (2000) y Studer-Noguez (2002).

Tabla 5: Decretos Automotrices Mexicanos

Decretos Automotrices	Objetivo	Requerimientos Establecidos en cada Decreto	Resultados
1962	Crear una industria nacional de vehículos y adoptar políticas de sustitución de importaciones.	Estableció un requerimiento del 60 % en valor agregado local sobre vehículos ensamblados en México, así como un límite del 40 % sobre la propiedad foránea en plantas de auto-partes. Prohibió las importaciones de vehículos terminados.	La producción creció, pero la maquinaria se hizo obsoleta, la calidad de los productos cayó, y las empresas nacionales enfrentaron mayores costos de producción que sus contrapartes foráneas.
1977	Después de la devaluación de 1976, la prioridad principal del gobierno fue fijar la Balanza de Pagos por lo que ordenó a las empresas manufactureras equilibrar su comercio para 1982.	Los proveedores de partes domésticos debían ser responsables del 50 % o más de las exportaciones. Los controles de precios y las cuotas de producción fueron eliminados. Permitió que hasta un 20 % de las exportaciones se produjeran en maquiladoras.	El decreto impulsó la inversión de multinacionales. En 1977, GM anunció su expansión y construyó nuevas plantas en los siguientes años. Ford, Volkswagen, Chrysler y Nissan siguieron sus pasos.
1983	Reducir el déficit comercial.	Se estableció un 60 % de Grado de Integración (GIN) para autopartes y un GIN global de 80 % para cada compañía. Las empresas sólo fueron capaces de producir una línea y cinco modelos.	La producción cayó y las empresas manufactureras experimentaron pérdidas. Surgió un superávit comercial pero no por un incremento en las exportaciones, sino debido a una menor demanda doméstica.
1989	Promover el desarrollo de la industria, dismantelar el programa de sustitución de importaciones, e incrementar su participación en la economía global. Hubo tres decretos en este año: Decreto de Auto-transportación, Decreto de Auto Popular, Decreto de Automotores.	El Decreto de Autotransportación se enfocó en la producción de autobuses, camiones y otros vehículos. El Decreto de Auto Popular tenía como objetivo principal proveer a los consumidores de un “vehículo a precio razonable”. El Decreto de Automotores tenía como objetivo liberalizar la IAM.	Algunas reglas de contenido doméstico se redujeron, y las importaciones de vehículos se permitieron pero fueron limitadas.

Fuente: Robert (2000) y Secretaría de Economía (2012).

Tabla 6: Reglas del TLCAN para la Industria Automotriz de México

Tarifas sobre importaciones de vehículos y camiones ligeros originados en EU y Canadá	Monto de Exportaciones Requeridas por cada \$1.00 de Vehículos y Camiones Ligeros Importados		Requerimientos de Contenido Local y Restricciones en Participaciones de Mercado		Importaciones de Vehículos Usados		Licencias Importadas	
	Antes de TLCAN	Después de TLCAN	Antes de TLCAN	Después de TLCAN	Antes de TLCAN	Después de TLCAN	Antes de TLCAN	Después de TLCAN
20 %	El 1 de enero de 1994, las tarifas mexicanas disminuyeron a 10 %.	\$2.00	El 1 de enero de 1994 esta cantidad se redujo a \$0.80.	Los requerimientos de contenido local y las participaciones de mercado estaban presentes.	El TLCAN permitió su eliminación durante un periodo de 10 años en vehículos de EUA y Canadá que cumplían las reglas de origen del TLCAN.	Prohibido en México, excepto para ciertas zonas fronterizas (zonas Norte de México, zonas libres de Baja California, zonas parciales de Sonora y Baja California Sur, y la ciudad fronteriza de Cananea en Sonora).	Prohibido en México, excepto en ciertas zonas fronterizas (zonas del Norte de México, zonas libres de Baja California, zonas parciales de Sonora y Baja California Sur, y la ciudad fronteriza de Cananea en Sonora).	Se requerían licencias de importación para vehículos ligeros y pesados. Se requerían licencias de importación para vehículos ligeros y pesados.
	Las tarifas en <i>vehículos</i> fueron eliminadas en decrementos iguales sobre los siguientes 10 años. Las tarifas en <i>vehículos ligeros</i> fueron eliminadas en decrementos iguales sobre los siguientes 5 años.		Esta cantidad se redujo durante un periodo de 10 años hasta que se eliminó en 2004.					Eliminada después de 1999 para el caso de vehículos pesados, y después de 2004, para el caso de vehículos ligeros.

Fuente: Office of Automotive Affairs in the United States.

Como puede verse, el TLCAN llevó a la eliminación de tarifas, de los requerimientos de contenido doméstico, y de las restricciones sobre la participación de mercado. Se construyeron nuevas plantas y las existentes se reestructuraron de manera que pudieran ser integradas en un sistema de Norte América.

Veinteseis años después de la implementación del TLCAN, las tarifas, los requerimientos de contenido doméstico, y las licencias sobre importaciones se han eliminado completamente. En el presente, los mexicanos pueden importar nuevos vehículos de EU y Canadá, y las empresas de ensamblaje no están sujetas a requerimientos de balanza comercial para importar vehículos. Asimismo, la IAM actualmente se caracteriza por tener un alto grado de especialización en su fuerza laboral; por su proceso de distribución conocido como *just in time* y; por el dinamismo de sus exportaciones que ha convertido a México en un exportador neto de vehículos. En ese sentido, las empresas como General Motors y Nissan han considerado a México como un país líder en el ensamblaje de vehículos; mientras que empresas como Chrysler, Ford, y Volkswagen han elegido a este país como única plataforma para exportar vehículos. La Figure 2 confirma que Chrysler, Ford, General Motors, Nissan y Volkswagen han sido los mayores productores de vehículos en México durante el periodo analizado.

Figura 2: Producción por Empresa Ensambladora de Vehículos
(Miles de Unidades)

Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz.

Sin embargo, otros productores de vehículos internacionales, tales como Mazda, también han añadido capacidad de producción en México: su producción representa una “una sustitución de importaciones de América del Norte hacia Asia”(Klier et al., 2017). Además, productores de vehículos alemanes tales como VW’s Audi, BMW, y Daimler’s Mercedes-Benz también se han establecido en México para exportar vehículos sin tener que enfrentar barreras comerciales. Esto ha sido posible gracias a los numerosos tratados de liber comercio con los que cuenta México (Klier et al., 2017).

Las Figuras 3 y 4 muestran la ubicación de las líneas de ensamblaje de vehículos ligeros y camiones pesados en México. Las líneas de ensamblaje de vehículos ligeros están principalmente ubicadas en el Norte y Centro de México, mientras que las líneas de ensamblaje de camiones pesados están localizadas en tres estados del Norte y en el Centro.

Figura 3: Líneas de Ensamblaje de Vehículos Ligeros en México

Fuente: ProMéxico (2016).

Figura 4: Líneas de Ensamblaje de Camiones Pesados en México

Fuente: ProMéxico (2016).

La mayor parte de los productores de vehículos se localizan en el Centro de México dado que la mayoría de los consumidores potenciales viven en la Ciudad de México o en sus alrededores. Además, el cluster de la IAM depende también de la "facilidad de acceso a la red de transporte del país": una fracción importante de vehículos se exportan a EU y a Canadá por tren (Klier et al., 2017).

3. Revisión de Literatura

La literatura teórica y empírica sobre la relación comercio - productividad ha identificado varios canales a través de los cuales industrias, empresas, plantas y establecimientos pueden experimentar ganancias después de un episodio de liberalización comercial.

En primer lugar, el comercio podría afectar a la productividad a través del canal de reasignación de participaciones de mercado. Una mayor competencia, como resultado de reformas comerciales, podría llevar a las empresas menos eficientes a salir del mercado, y a las empresas eficientes a sobrevivir y, por lo tanto, a expandir su participación de mercado. Este canal asume heterogeneidad de empresas y costos fijos de exportación. El modelo teórico de Melitz (2003) muestra que abrir una economía al comercio induce a las empresas más productivas a entrar al mercado exportador; mientras que a las menos productivas, a detener operaciones. De manera similar, en el modelo de Bernard et al. (2003), las diferencias en

productividad existentes entre plantas determinan si se convierten en exportadores o no. La apertura comercial podría entonces aumentar aún más la brecha entre plantas, dado que las más productivas continúan creciendo, al tiempo que las menos productivas salen del mercado (Bernard and Jensen, 2004). En el frente empírico, Hay (2001) investiga el impacto del proceso de liberalización comercial de 1990 en Brasil sobre la productividad de las empresas manufactureras y encuentra que generó ganancias en productividad grandes y una caída en las participaciones de mercado. Para el caso de las plantas manufactureras de Chile, Pavcnik (2002) encuentra que después de la apertura comercial las empresas sobrevivientes son más productivas que las salientes y que el sector importador es en promedio más productivo que el de bienes no comerciables, lo que contribuyó a la reorganización de recursos en la economía chilena. Bernard y Jensen (2004) examinan la hipótesis *learning by exporting* para el caso de plantas manufactureras en EU. Encuentran que las empresas exportadoras son cerca de 9 por ciento más productivas que las no exportadoras y que los efectos de reasignación de las plantas menos productivas a las más productivas son responsables de más del 40 por ciento del crecimiento en la PTF. López-Córdova (2003) muestra que el principal motor de la productividad en el sector manufacturero mexicano durante el periodo 1993-2000 es la reasignación de recursos causada por la creciente competencia en las importaciones. Si bien exportar no tiene un efecto sobre la productividad, no promovió la reasignación de recursos hacia las empresas más productivas.

Las ganancias en productividad también pueden surgir como resultado de menores tarifas a la importación de insumos y, por lo tanto, de un mayor acceso a bienes intermedios y de capital con conocimiento tecnológico inmerso en ellos. Por ejemplo, Schor (2004), usando datos a nivel de empresas de Brasil, muestra que hay una relación negativa entre las tarifas a los insumos y la productividad y que el efecto de una reducción en las tarifas nominales en la productividad difiere entre empresas. Fernandes (2007) muestra que la liberalización comercial tiene un efecto positivo sobre la productividad de las plantas en Colombia. El efecto es mayor para las empresas grandes y para aquellas en industrias menos competitivas. Según el autor, los hallazgos se deben a incrementos en las importaciones de bienes intermedios, a las habilidades de los trabajadores y a la inversión en maquinaria, así como a la

reasignación de recursos de las plantas menos eficientes a las más eficientes. Amiti y Koenigs (2007) analizan el efecto de una reducción en las tarifas de bienes finales y de insumos intermedios sobre la productividad. Usando datos de Indonesia, los autores muestran que la productividad crece cuando disminuyen las tarifas, particularmente las de insumos intermedios. Conclusiones similares se encuentran en Topalova y Khandelwal (2011) para el caso de la India. Iscan (1998) investiga el efecto del programa de liberalización comercial de México de 1986 sobre la productividad de 47 sectores manufactureros durante el periodo 1970-1990. Los hallazgos principales muestran que la productividad aumentó como resultado de un uso importante de insumos importados y, que las variables sobre la participación exportadora podrían estar capturando “efectos no observados de las diferencias sectoriales en las oportunidades tecnológicas y la propiedad foránea”. De Hoyos and Iacovone (2013) estiman el efecto de la liberalización comercial bajo el TLCAN sobre la productividad laboral del sector manufacturero mexicano en el periodo 1993-2002. Los autores muestran que un incremento en la competencia de importaciones, así como mayor acceso a insumos intermedios importados, tuvieron un efecto positivo sobre la productividad. También encuentran que exportar no induce a un crecimiento de la productividad.

Las actividades de exportación también pueden tener un rol importante en la promoción de la productividad. Por ejemplo, la hipótesis *learning-by-doing* (Lucas, 1988 y 1993) sugiere que las empresas domésticas, al establecer relaciones de vendedor-comprador con los mercados foráneos, obtienen nuevo conocimiento y expertise técnico que mejora los niveles de productividad (De Loecker, 2006 y 2013). Además, las empresas que participan en actividades de exportación podrían también enfrentar una mayor competencia en los mercados foráneos, lo que incrementaría sus incentivos a innovar y, por lo tanto, para mejorar su competitividad (De Hoyos and Iacovone, 2013). Para el caso de Eslovenia, De Loecker (2013) encuentra evidencia de ganancias en productividad como resultado de exportar, al tiempo que De Loecker (2007) muestra que las ganancias en productividad son mayores si las empresas exportan a regiones de altos ingresos.

El comercio también puede tener un impacto sobre la productividad dentro de las empresas. En modelos de comercio tradicionales, una reducción en las barreras a la entrada expone

a los productores domésticos a la competencia foránea y, consecuentemente, a un incremento en la elasticidad de la demanda por su propio producto. Esto reduce su poder de mercado y los fuerza a expandir su producción a menores costos promedios (Pavcnik, 2002; Amiti y Konings, 2007). Bajo este canal de economías a escala (Krugman, 1987), se asume que las empresas tienen una tecnología común y que enfrentan condiciones de demanda idénticas (Tybout, 2001), por lo que se expanden o contraen juntas con las reformas comerciales. Una mayor competencia como resultado de la apertura comercial podría también reducir la inactividad de los administradores y la x-ineficiencia (Schmidt, 1997; Meyer and Vickers, 1997; Raith, 2003). La intuición detrás de esto es que “la eficiencia de una empresa es, *caeteris paribus*, una función positiva de los esfuerzos de los administradores y, esto, a su vez, es impulsado por la exposición a los competidores foráneos” (De Hoyos and Iacovone, 2013). Usando datos a nivel de planta sobre el sector manufacturero de la India, Sivadasan (2009) investiga el efecto de los procesos de liberalización comercial y de IED de principios de los 1990s sobre la productividad. Los hallazgos principales muestran que las ganancias en productividad están, principalmente, determinadas por las mejoras en productividad dentro de las plantas (i.e. las plantas tienen incentivos a reducir la inactividad y/o a adoptar nuevas tecnologías), en lugar de la reasignación de recursos de las plantas menos eficientes a las más eficientes. La liberalización comercial también podría aumentar los incentivos de las empresas domésticas a innovar y a invertir en nuevas tecnologías como respuestas de la amenaza de entrada de competidores foráneos (Grossman and Helpman, 1991; Gokcekus, 1997). Aghion et al. (2005) desarrollan un modelo para investigar cómo reaccionan las empresas a las amenazas de entrada y encuentran que las empresas avanzadas tecnológicamente y aquellas ubicadas en regiones con instituciones pro-negocios son más probables que inviertan en nuevas tecnologías y procesos de producción. Como resultado, la desigualdad en el desempeño crece.

Una característica común de esta literatura es que, en la mayoría de los casos, el análisis se realiza en dos etapas.¹⁸ En la primera etapa, un enfoque semi-paramétrico (i.e. Olley y

¹⁸Excepto, por ejemplo Iscan (1998) y De Hoyos y Iacovone (2013), que utilizan un enfoque directo. El primero investiga, para el periodo 1970-1990, el impacto del programa de liberalización comercial de México, implementado en 1986, sobre la productividad de 47 sectores manufactureros. Los autores estiman dos ecua-

Pakes (1996) o la técnica econométrica de Levinsohn y Petrin (2003)) es utilizado para estimar una función producción tipo Cobb-Douglas y, por lo tanto, obtener una medida de PTF como residual. En la segunda etapa, se estima un modelo en donde la medida de PTF obtenida en la primera etapa es la variable dependiente y los proxies de liberalización comercial, las características de establecimiento, los efectos fijos de planta e industria, características geográficas, entre otros, son las variables explicativas. Esta segunda regresión es generalmente estimada por efectos fijos (e.g. Hay, 2001; Amiti y Konings, 2007; Schor, 2004; Fernandes, 2007), mínimos cuadrados en dos etapas (e.g. López-Córdova, 2003), o MGM (e.g. Topalova y Khandelwal, 2011). Sin embargo, algunos autores han alternativamente usado el enfoque de diferencias en diferencias para estimar la especificación de la segunda etapa (e.g. Pavcnik, 2002; Sivadasan, 2009).

El presente documento sigue el enfoque común de la literatura y, por lo tanto, utiliza un proceso de estimación en dos etapas para analizar el impacto de la liberalización comercial bajo el TLCAN en la productividad de los establecimientos de la IAM. Sin embargo, existen algunas diferencias con algunos documentos. Primero, la función producción tipo Cobb-Douglas es estimada por el enfoque de Levinsohn y Petrin (2003) y el método de Akerberg et al. (2015), lo que me permite derivar dos medidas de PTF estimadas. Segundo, este documento difiere de Pavcnik (2002) en que la especificación de la segunda etapa es estimada como un modelo dinámico (i.e. una variable dependiente rezagada es incluida como regresor). Mientras Fernandes (2007) también incorpora a la variable dependiente rezagada en la especificación de la segunda etapa, estima el modelo por efectos fijos. Esto puede generar un sesgo en los coeficientes estimados debido a la correlación entre la variable dependiente rezagada y los efectos fijos. En cambio, mi análisis se asemeja al de Topalova y Khandelwal (2011) dado que utilizo el MGMS para estimar la especificación de la segunda etapa.¹⁹ Esta

ciones de crecimiento por el MGM. El segundo utiliza datos a nivel de planta sobre el sector manufacturero mexicano para el periodo 1993-2002 para estimar por el método de diferencias en diferencias el efecto del proceso de liberalización comercial bajo el TLCAN en la productividad (medida como valor agregado por unidad de mano de obra en horas). Fernandes (2007) implementa tanto un enfoque directo al introducir la medida de política comercial en la función de producción estimada, así como el indirecto o enfoque de dos etapas.

¹⁹Similar a Topalova y Khandelwal (2011), incluyo el gasto en electricidad como variable dependiente en la especificación de la primera etapa.

técnica econométrica permite considerar un componente dinámico en el modelo sin generar coeficientes sesgados, así como controlar por posibles casos de endogeneidad.

Las contribuciones del documento son tres. Primero, actualiza análisis previos (ya sean descriptivos o empíricos) sobre la IAM dado que cubre el periodo 1994-2014. Además, la PTF de la IAM es estimada a través del método de Levinsohn y Petrin (2003) y el enfoque de Akerberg et al. (2015). Por lo que sé, ningún análisis previo sobre el sector automotriz mexicano ha utilizado estas técnicas econométricas para estimar la PTF de la IAM y, al mismo tiempo, controlar por potenciales problemas de simultaneidad y selección que puedan existir en la especificación de la primera etapa. Finalmente, en lugar de usar el enfoque de mínimos cuadrados en dos etapas como en López-Córdova (2003) para estimar la ecuación de la segunda etapa, este documento emplea el MGMS, que permite considerar un componente dinámico en el modelo y controlar por posibles casos de endogeneidad.

4. Análisis Empírico

Siguiendo la literatura, el análisis empírico se lleva a cabo en dos etapas.

4.1. Primera Etapa: Estimación de la Función Producción Cobb-Douglas

En la primera etapa, la función producción Cobb-Douglas es estimada para obtener una medida de PTF de la IAM como residual. Esta función producción Cobb-Douglas es la siguiente:

$$y_{i,t} = \beta_0 + \beta_l l_{i,t} + \beta_k k_{i,t} + \omega_{i,t} + \vartheta_{i,t} \quad (1)$$

Donde:

$y_{i,t}$, $l_{i,t}$ y $k_{i,t}$ representan la producción, el trabajo y el capital en logaritmos del establecimiento i en el tiempo t , respectivamente. La producción está medida como el valor de la producción;²⁰ el trabajo se aproxima con el número de trabajadores;²¹ y el capital se mide con el valor de los activos fijos a valor contable.²² El valor de los activos fijos es igual a la suma del valor de edificios, maquinaria y equipo, equipo de transportación, equipo de cómputo, equipo de oficina y muebles, y otros activos fijos. El valor de la producción se deflacta usando un índice de precios al productor específico a la industria, mientras que el valor del stock de capital se deflacta con un índice de formación de capital para las industrias manufactureras.

Ambos índices se obtienen del *INEGI*.²³

²⁰Dado que la producción física generalmente no se observa, la mayoría de los estudios empíricos han utilizado ventas deflactadas, la producción deflactada o el valor agregado deflactado para aproximar a la producción en la función producción. Sin embargo, De Loecker (2011) argumenta que la deflactación realizada (generalmente usando un índice de precios al productor de toda la industria) para eliminar los efectos precio podría tener dos implicaciones. Primero, los coeficientes de la función producción estimados podrían estar sesgados si los insumos están correlacionados con los precios. Segundo, los parámetros estimados podrían contener variación en precios y demanda, lo que podría introducir una relación entre la productividad medida y la liberalización comercial simplemente a través del impacto de la liberalización en los precios y la demanda”. Con la finalidad de limpiar la respuesta de la productividad a la liberalización comercial de la variación en precios y demanda, De Loecker (2011) sugiere introducir un sistema de demanda (en donde las elasticidades de la demanda difieren por segmento de producto (e.g. hay cinco segmentos en el sector textil: interior, ropa, textiles técnicos, acabados, e hilados y preparación)) a un marco de función producción (esto puede aplicarse a productores de un sólo producto o a productores de múltiples productos). Esta estrategia da origen a una función producción del ingreso (el sistema de demanda permite obtener una expresión para el precio que se combina con la función producción y, por lo tanto, se obtiene el ingreso deflactado total ($R=Q \cdot P$, donde R es ingreso, Q es producción y P es precio)), que incluye efectos de producto y de grupos de productos para controlar por choques de demanda no observados y, es estimado por Olley y Pakes (1996) o Levinsohn y Petrin (2003), lo que permite controlar por choques de productividad no observados. La estrategia de De Loecker (2011) muestra que las ganancias en productividad derivadas de la liberalización comercial son menores cuando los efectos de demanda y precios se toman en cuenta. La estrategia de De Loecker (2011) no puede implementarse en este documento dado que requiere de información detallada sobre el uso de insumos, el número de bienes producidos, los bienes producidos, el segmento de la industria en el que la empresa está activa, etc., y este tipo de información no está disponible al público debido a razones de confidencialidad. En ese sentido, este documento ha seguido a la mayoría de la literatura y ha utilizado el valor de la producción como aproximación de la producción.

²¹La literatura empírica ha generalmente medido al trabajo con el número de empleados, ver, por ejemplo, Levinsohn y Petrin (2003), Schor (2004), De Loecker y Konings (2006), Sivadasan (2009), y Fernandes (2007).

²²De Loecker y Konings (2006) también miden el capital como el total de activos fijos a valor contable.

²³En cuanto a los deflatores de precios, Topalova and Khandelwal (2011) mencionan lo siguiente: “Idealmente uno usaría deflatores de precios específicos a las empresas (De Loecker, 2009). Desafortunadamente, como es el caso en la mayoría de las bases de datos a nivel de firma, dicha información no está disponible, y por lo tanto debemos depender de deflatores específicos a la industria”. Así, los estudios empíricos existentes sobre la función producción a nivel de firma han empleado los siguientes deflatores de precios: deflatores de precios específicos a la industria (e.g. Pavcnik, 2002; De Loecker, 2007; Topalova and Khandelwal, 2011);

Los datos empleados para medir la producción, el trabajo y el capital en la ecuación (1) constituyen un panel no balanceado de 45 establecimientos, observados durante el periodo 1994-2014, y obtenidos de la *Encuesta Anual de la Industria Manufacturera*.²⁴ Sin embargo, valores faltantes, inconsistencias, y el hecho de que algunos establecimientos permanecen en la industria por muy pocos años (i.e. uno o dos años) redujo la muestra a 30 establecimientos.

$\omega_{i,t}$ es un choque de productividad específico a los establecimientos y variante en el tiempo, conocido por el establecimiento, pero no por el econometrista. Es una variable de estado y, por lo tanto, un determinante de las reglas de decisión de los establecimientos sobre las opciones de insumos que pueden utilizar (lo que induce un problema de simultaneidad) y, sobre su comportamiento de liquidación o de salida (lo que induce un problema de selección). Evoluciona en el tiempo de acuerdo a un proceso Markov exógeno (Olley and Pakes, 1996): depende de su valor en el tiempo $t - 1$ y de un choque no esperado con media igual a cero.

$\vartheta_{i,t}$ es un choque de productividad no esperado, específico a los establecimientos y variante en el tiempo, desconocido para el establecimiento y el econometrista. Este término no tiene un efecto sobre las reglas de decisión del establecimiento. De acuerdo a Sivadasan (2009), este término “captura todas las demás desviaciones de la función producción especulada, que surgen de errores de medición, errores optimizados, etc.”, así como choques idiosincrásicos a la producción (De Loecker, 2011).

Se espera que las estimaciones por Mínimos Cuadrados Ordinarios de la ecuación (1) sean sesgadas por dos razones. Primero, los establecimientos que maximizan beneficios deciden qué combinación de insumos escoger y las cantidades que utilizarán basados en su nivel de productividad. Segundo, los establecimientos que maximizan beneficios deciden si se quedan o salen del mercado basados también en su nivel de productividad. Por lo tanto, $\omega_{i,t}$ induce tanto a un problema de simultaneidad como de selección.

Las estimaciones por efectos fijos de la ecuación (1) podrían solamente controlar por el problema de simultaneidad si se asume que ω_i es específica al establecimiento e invariante en

índices de precios al por mayor (e.g. Sivadasan, 2009); índices de precios de Bancos Centrales (e.g. Levinsohn and Petrin, 2003; Fernandes, 2007) o deflatores del PIB (e.g. Van Biesebroeck, 2005).

²⁴Los participantes en dicha Encuesta responden las preguntas referentes al valor del stock de capital tomando en cuenta la depreciación de todos los activos fijos mencionados.

el tiempo. Sin embargo, el supuesto de productividad invariante en el tiempo es poco creíble cuando el econometrista está tratando de investigar los efectos de una reforma estructural como un proceso de liberalización comercial (Pavcnik, 2002; Schor, 2004). Además, MGM no puede ser utilizado en esta etapa dado que si bien podría controlar por el problema de simultaneidad, no podría controlar por el de selección derivado de la salida de los establecimientos (Pavcnik, 2002).

Con la finalidad de controlar por ambos problemas, el de simultaneidad y el de selección, la ecuación (1) es estimada por el enfoque de Levinsohn y Petrin (2003), en adelante L-P.^{25,26} Esta metodología se basa en Olley y Pakes (1996), en adelante O-P, pero añade un insumo intermedio libre ($\tau_{i,t}$) a la función producción Cobb-Douglas. Por consiguiente, la ecuación (1) se convierte en:

$$y_{i,t} = \beta_0 + \beta_l l_{i,t} + \beta_k k_{i,t} + \tau_{i,t} + \omega_{i,t} + \vartheta_{i,t} \quad (2)$$

El método L-P utiliza una función de demanda de insumos intermedios (i.e. $\tau_{i,t} = \tau_{i,t}(\omega_{i,t}, k_{i,t})$), en lugar de una función de inversión como en el método de O-P, para identificar el choque de productividad de la empresa $\omega_{i,t}$. La función de demanda de insumos intermedios debe ser creciente monotónicamente en $\omega_{i,t}$ para todo $k_{i,t}$ para que pueda ser invertida.²⁷

Al invertirla, el choque de productividad $\omega_{i,t}$ es ahora expresado como una función de $\tau_{i,t}$ y $k_{i,t}$ (i.e. $\omega_{i,t} = \omega_{i,t}(\tau_{i,t}, k_{i,t})$) y, por lo tanto, eliminado de la ecuación (2). Este mecanismo permite obtener coeficientes estimados consistentes de la función producción Cobb-Douglas.

Una ventaja del enfoque de L-P es que las empresas generalmente registran un uso positivo de insumos intermedios (i.e. electricidad, materiales y combustible), lo que permite que la condición de monotonicidad se mantenga. En este documento, utilizo el costo de la electricidad, en lugar de materiales o combustible, como insumo intermedio para estimar la ecuación

²⁵Ver Levinsohn y Petrin (2003) para más detalles.

²⁶Van Biesebroeck (2005), Amiti y Konings (2007), y De Loecker (2011, 2013) han implementado este enfoque con la finalidad de analizar el efecto del comercio sobre la productividad.

²⁷Condición a $k_{i,t}$, entre más grande es $\omega_{i,t}$, mayor es la demanda de insumos intermedios y, por lo tanto, mayor es el nivel de producción. Una empresa que recibe un choque de productividad alto producirá más que una que tiene el mismo nivel de $k_{i,t}$, pero menor productividad.

(2).²⁸ La electricidad entra en la ecuación (2) en logaritmos.

En contraste, el enfoque de O-P se basa en datos de inversión, que es costosa de ajustar, por lo que las empresas sólo realizan inversiones de manera intermitente. Esto se refleja en observaciones positivas y en observaciones iguales a cero, pero estas últimas se truncan de la estimación dado que la condición de monotonicidad sólo se cumple para observaciones positivas.

Utilizo el comando *levpet* de Stata, escrito por Levinsohn y Petrin (2003), para implementar empíricamente el enfoque de L-P y, por lo tanto, obtener estimaciones consistentes de los coeficientes de la función producción.²⁹ La sintaxis del comando *levpet* requiere que se utilice el factor trabajo o de la mano de obra como variable libre (i.e. insumos que son elegidos en el mismo periodo en que son consumidos (Manjón and Mañez, 2016)); el capital como variable de estado (i.e. insumos que se eligen antes de ser consumidos (Manjón and Mañez, 2016)); y electricidad, materiales y/o combustible como una variable proxy del choque de productividad no observado. Como se mencionó antes, utilizo electricidad como variable proxy.

Finalmente, empleo estas estimaciones para obtener una medida de la PTF de la IAM como residual (i.e. $y_{i,t}$ menos los coeficientes estimados de la ecuación (1)), que es utilizada como variable dependiente en la especificación de la segunda etapa.

²⁸Seguí dos consideraciones sugeridas por Levinsohn y Petrin (2003) para elegir este insumo intermedio como variable proxy del choque de productividad no observado. 1) Se contó el número de observaciones con valores iguales a cero para las variables de materiales y electricidad con la finalidad de verificar qué insumo tenía el menor número de ceros. Sin embargo, ambas variables presentaron un número muy similar de observaciones iguales a cero. Esto es importante dado que las observaciones iguales a cero podrían reflejar “torceduras en la curva de demanda del factor (por ejemplo) generadas por costos de ajuste, lo que podría invalidar la condición de monotonicidad”(Levinsohn y Petrin, 2003). 2) Sin embargo, como se mencionó también en Levinsohn y Petrin (2003), “los insumos medidos con menos error”son preferidos, especialmente en estimaciones no paramétricas, y este es el caso de la electricidad. Los errores de medición emergen “si los insumos se acumulan periodo a periodo y los cambios en inventarios de insumos no son directamente observados”. La electricidad no se puede acumular por periodos de tiempo largos y, por lo tanto, su uso está “altamente correlacionado con los términos de productividad año con año”. En cambio, los materiales (así como el combustible) se pueden acumular fácilmente y, “por lo tanto, compras nuevas de estos insumos pueden no rastrear exactamente a los insumos utilizados en su producción”. En consecuencia, siguiendo estos dos criterios propuestos por Levinsohn y Petrin (2003), decidí utilizar datos de electricidad como un proxy del choque de productividad no observado en la especificación estimada por el método de L-P.

²⁹Para más detalles sobre este comando ver Petrin et al. (2004).

4.2. Segunda Etapa: Estimación del Impacto del TLCAN en la PTF de la IAM

En la segunda etapa, la medida de PTF previamente obtenida se corre sobre su rezago, una variable proxy de la apertura comercial bajo el TLCAN, una medida de adopción tecnológica, características de establecimientos, el tipo de cambio real, el Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) y algunos términos de interacción con dummies de tamaño. Así, la ecuación estimada en esta segunda etapa es:

$$\begin{aligned} PTF_{i,t} = & \beta_0 + \beta_1 PTF_{i,t-1} + \beta_2 AperturaComercial_t + \beta_3 AdopciónTecnológica_{i,t-1} \quad (3) \\ & + \beta_4 CaracterísticasdeEstablecimientos_{i,t} + \beta_5 TipodeCambio_t + \beta_6 IHH_t + \\ & \beta_7 AperturaComercial_t * DummiesTamaño + \beta_8 TipodeCambio_t * DummiesTamaño \\ & + \beta_9 IHH_t * DummiesTamaño + \mu_i + \varepsilon_{i,t} \end{aligned}$$

Donde:

i y t son subíndices de establecimiento y tiempo, respectivamente.

$PTF_{i,t-1}$ – Se añade dinámica al modelo al incluir la variable dependiente rezagada en la parte derecha de la ecuación (3). La variable dependiente rezagada se incluye en el modelo con la finalidad de permitir persistencia.

$AperturaComercial_t$ – Esta variable se aproxima utilizando las barreras tarifarias impuestas por México en el pasado a las importaciones de vehículos de EU y Canadá. Las tarifas de vehículos se redujeron de 20 a 10 por ciento el primero de enero de 1994 y se eliminaron en decrementos iguales durante los siguientes 10 años.³⁰ Esta variable varía sólo en el tiempo. Se espera que la eliminación gradual de tarifas sobre importaciones de vehículos bajo el

³⁰De acuerdo a HufBauer y Schott (1993), las tarifas sobre importaciones de vehículos se ubicaban en 20 por ciento en 1993, pero decrecieron a 10 por ciento una vez que el TLCAN se implementó en 1994. Durante los siguientes 10 años, el calendario de desgravación fue el siguiente: 9 por ciento en 1995, 8 por ciento en 1996, 7 por ciento en 1997, 6 por ciento en 1998, 5 por ciento en 1999, 4 por ciento en 2000, 3 por ciento en 2001, 2 por ciento en 2002, 1 por ciento en 2003, y 0 por ciento de 2004 en adelante. Ver HufBauer y Schott (1993) y Robert (2000) para más detalles sobre el calendario de desgravación de las tarifas sobre importaciones de vehículos.

TLCAN haya incrementado la competencia a la que se expusieron los establecimientos de la IAM (De Hoyos and Iacovone, 2013) y, por lo tanto, que los haya hecho más eficientes para poder sobrevivir.

Como se mencionó en la Sección 3, algunos estudios han adicionalmente analizado el impacto de las tarifas sobre insumos intermedios en la productividad (e.g. Schor, 2004; Amittai and Konings, 2007; Topalova and Khandelwal, 2011) y han encontrado que el acceso a insumos intermedios más baratos ha tenido un mayor impacto sobre la productividad de las empresas que los efectos pro-competitivos de menores tarifas a la producción. En el caso de la IAM, este análisis no se realiza dado que las tarifas de auto-partes y accesorios se ubicaban en 9 por ciento en 1993 y en 0 por ciento de 1994 en adelante, por lo que proveer evidencia sobre la relación entre tarifas a los insumos intermedios y la productividad se convierte en todo un reto.

Sin embargo, la apertura comercial en este documento también se ha medido empleando la razón de ventas al mercado foráneo a valor de la producción, i.e. $Exports_{i,t}$ en las especificaciones estimadas. Esta variable explicativa varía en el tiempo y entre establecimientos. La utilizo como un proxy alternativo de comercio ya que es una medida estándar en la literatura sobre productividad y crecimiento. Ver, por ejemplo, a Levine y Renelt (1992), Harrison (1996), Iscan (1998) y López-Córdova (2003).³¹

$AdopciónTecnológica_{i,t-1}$ – Siguiendo a Salgado-Banda y a Bernal-Verdugo (2011), esta variable se mide como la razón de gastos en transferencias tecnológicas y regalías a valor agregado. El valor agregado se calcula como el valor de la producción menos el valor de los materiales (i.e. materias primas, contenedores y combustible). Los datos empleados para construir esta variable se obtienen de la Encuesta Anual de la Industria Manufacturera del INEGI, varía en el tiempo y entre establecimientos, y se expresa en miles de pesos de 2012. Esta variable se ha incluido en la ecuación (3) dado que las empresas que adoptan nueva tecnología o información para mejorar su propia tecnología tienden a experimentar choques de productividad positivos (Gokcekus, 1997).

³¹El análisis pudo haber incluido como medida alternativa de apertura comercial a las ventas al mercado extranjero + importaciones / valor de la producción, pero no lo hace dado que el cuestionario de la Encuesta Anual de la Industria Manufacturera del INEGI no permite obtener información sobre importaciones.

Características de los Establecimientos $_{i,t}$ representa a la edad y tamaño de los establecimientos. Se incluyen en la regresión para controlar por heterogeneidad entre establecimientos.

Edad $_{i,t}$: se calcula como el número de años que un establecimiento de la IAM ha respondido la Encuesta Anual de la Industria Manufacturera del INEGI.

Siguiendo a Schor (2004) y a Fernandes (2007), las categorías de *tamaño* se construyen como dummies basándose en el percentil 50 y 75 de la variable de trabajo (i.e. número de trabajadores) cuando los establecimientos tienen un año de edad. Estas categorías de tamaño son las siguientes:

1. Pequeño si el establecimiento tiene menos de 1071 trabajadores.
2. Mediano si el establecimiento tiene más de 1071 trabajadores pero menos de 2666 trabajadores.
3. Grande si el establecimiento tiene más de 2666 trabajadores.

Exchange Rate $_t$ es el tipo de cambio peso / dólar estadounidense y se incluye en la ecuación (3) para controlar por choques macroeconómicos comunes a los establecimientos. Al incluirlo, se esclarece el impacto del TLCAN y el de la crisis del Tequila de 1994.³²

Con la finalidad de analizar si las industrias más concentradas son menos productivas como se mencionó en la revisión de literatura, el Índice de Herfindahl-Hirschman (*IHH* $_t$) de la IAM también se ha incluido en la especificación (3).

μ_i – Este término controla por efectos no observados, específicos a los establecimientos e invariantes en el tiempo.

$\varepsilon_{i,t}$ – Representa al término de error en la especificación.

Los efectos fijos de tiempo se excluyen de la especificación (3) dado que variables como la tarifa, el tipo de cambio y el IHH, que varían en el tiempo pero no entre establecimientos, han sido considerados. No puedo incluir ambos, los efectos fijos de tiempo y estas otras variables, dado que un problema de colinealidad perfecta emergería.

³²Una reducción en el tipo de cambio indica que hay una apreciación.

La variable de edad y el tipo de cambio se expresan en logaritmos. El resto de las variables son razones, índices o dummies.

La Tabla 7 presenta algunas estadísticas descriptivas sobre las variables descritas.

Tabla 7: Estadísticas Descriptivas

Variable	Obs.	Media	Desv. Est.
Valor de la producción^{1,2}	377	18,800,000	23,500,000
Número de empleados	377	2,573	2,977
Valor del capital^{1,2}	376	3,604,790	5,821,067
Valor de los materiales^{1,2}	375	6,934,175	9,494,789
Valor de la electricidad^{1,2}	377	55,630	90,436
Ventas al Mercado Extranjero^{1,2}	377	15,200,000	21,700,000
Adopción Tecnológica (cociente)	375	0.02816	0.05955
Tarifas sobre las Importaciones de Vehículos (%)	377	2.63	3.26
Tipo de Cambio (Peso - dolar EUA)	377	10.1360	2.4090
Índice de capital (año base=2012)	377	69.4340	23.1863
Índice de Precios al Productor (año base=2012)	377	61.1409	25.0570
Índice de Herfindahl Hirschman	377	1216.587	96.06734

1. Expresados en miles de pesos de 2012.

2. Estas variables provienen de la Encuesta Anual de la Industria Manufacturera del INEGI. Respecto a las estadísticas presentadas, sólo se muestra la media y la desviación estándar ya que no se refieren a un establecimiento en particular (como la media, el mínimo o el valor máximo) y, por lo tanto, no violan el principio de confidencialidad del INEGI.

La ecuación (3) presenta dos cuestiones que deben ser atendidas: 1) la variable dependiente rezagada se correlaciona con el término de error debido a la presencia de efectos no observados, específicos a los establecimientos e invariantes en el tiempo y 2) algunas variables explicativas (e.g. tarifas, exportaciones y adopción tecnológica) podrían ser función de la productividad, en lugar de un determinante de esta. Por consiguiente, la estimación por medio de técnicas tradicionales de panel data que no controlan por estos problemas (i.e. Mínimos Cuadrados Ordinarios) generaría estimaciones inconsistentes y sesgadas de los parámetros desconocidos. Así, la ecuación (3) se estima por MGMS, que permite restaurar consistencia de los parámetros estimados y controlar por posibles problemas de endogeneidad. Además, el estimador de MGM “resulta ser eficiente dentro de la clase de estimadores de variables instrumentales” (p. 115, Nucci and Possolo, 2010). Siguiendo a Arellano y Bover (1995) y a

Blundell y Bond (1998 a y b), la ecuación (3) se estima por MGMS usando el comando de Stata *xtabond2*, escrito por David Roodman (2006).

La prueba de Hansen sobre restricciones sobre-identificadas, que es una prueba sobre la exogeneidad de los instrumentos incluidos; las pruebas de Arellano-Bond de auto-correlación serial de primer y segundo orden en los residuales en primeras diferencias, así como los errores estándar robustos, para controlar por heteroscedasticidad y correlación serial en el término de error se reportan junto con los resultados.³³

4.3. Resultados

La Tabla 8 presenta los resultados de la primera etapa después de estimar la ecuación (2) por el enfoque de L-P. Como se describió en la Sección 4.1, la función producción Cobb-Douglas se estima utilizando el comando de Stata *levpet* con el trabajo (número de trabajadores) como variable libre, el capital como variable de estado, y la electricidad como proxy del choque de productividad no observado.

³³La hipótesis nula en la prueba de Arellano-Bond de correlación serial de primer orden AR(1) en los residuales en primeras diferencias establece que no hay correlación serial y debe ser rechazada para que haya una correcta especificación del modelo. Además, la hipótesis nula en la prueba de Arellano-Bond de correlación serial de segundo orden AR(2) en los residuales en primeras diferencias establece también que no existe correlación serial y no debe ser rechazada para que exista una correcta especificación del modelo. Finalmente, la hipótesis nula en la prueba de Hansen tampoco debe ser rechazada dado que establece que los instrumentos son exógenos.

Tabla 8: Primera Etapa: Estimación de la Función Producción Cobb-Douglas
(Enfoque de Levinsohn - Petrin)

	Variable Dependiente: Valor de la Producción
	(1)
Variables Independientes:	
Variable Libre: Trabajo	0.4312*** (0.1550)
Variable de Estado: Capital	0.2039 (0.1663)
Proxy de choque de productividad no observado: Electricidad	0.7318*** (0.2463)
Observaciones	373
Medida de Productividad Obtenida como un Residual	$PTF_{Levinsohn-Petrin}$

Notas: Errores estándar robustos en paréntesis.

*** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$.

Como puede verse, todos los coeficientes estimados son positivos y ambos, el coeficiente del trabajo y el de electricidad son estadísticamente significativos.³⁴ El coeficiente de electricidad es el mayor, seguido por el del trabajo y el del capital. Esto está en línea con la literatura sobre la relación de comercio-productividad (e.g. Schor, 2004; Amiti and Konings, 2007), incluso las magnitudes de los coeficientes son similares a los presentados en la literatura (e.g. Amiti and Konings, 2007; De Loecker and Konings, 2006). Estos coeficientes estimados son entonces utilizados para obtener una medida de la PTF como residual (i.e. $PTF_{Levinsohn-Petrin}$).

La Figura 5 presenta un histograma de la medida de PTF estimada (i.e. $PTF_{Levinsohn-Petrin}$) por grupos de establecimientos: sobrevivientes (i.e. establecimientos que permanecen en la muestra por el periodo 1994-2014), salientes (i.e. establecimientos que salen de la industria en cualquier año después de 1994), entrantes (i.e. establecimientos que entran a la industria en cualquier año después de 1994 pero que permanecen en la muestra por el resto del periodo), y entexit (i.e. establecimientos que entran a la industria en cualquier año después de 1994 pero que salen antes de 2014). Muestra que los sobrevivientes (línea de diamantes) es el

³⁴El coeficiente del capital no es estadísticamente significativo. Una explicación de este resultado podría ser que los establecimientos no ajustan el capital año con año, sino que lo hacen intermitente (debido a costos de ajuste). Esto es, la falta de variabilidad en este insumo podría estar previniendo que el efecto del capital sobre la producción estuviera identificado.

grupo de establecimientos más productivo, mientras que los salientes (línea de cuadros) y los establecimientos entexit (línea de círculos), los menos productivos. Los resultados son consistentes con el modelo de Melitz (2003) y los efectos de selección enfatizados en él. Podrían sugerir que mayores niveles de competencia bajo el TLCAN indujo a los establecimientos menos eficientes a salir de la IAM, al tiempo que permitió que los sobrevivientes aumentaran su participación de mercado.

Asimismo, puede ser que el proceso de liberalización comercial bajo el TLCAN llevara a mejoras de productividad dentro de los establecimientos al alentar a los productores a adoptar tecnologías más eficientes o a usar el mismo tipo de tecnología, pero con menos ineficiencia (i.e. “la brecha entre la productividad actual y la productividad máxima alcanzable”) (De Hoyos y Iacovone, 2013), con la finalidad de reducir costos.

Figura 5: Histograma de la PTF Estimada por Grupos de Establecimientos (Método L-P)

Nota: Esta Figura fue construida por el autor con datos de la industria automotriz mexicana.
Fuente: Encuesta Anual de la Industria Manufacturera del INEGI.

Finalmente, puede ser el caso que las empresas involucradas en actividades de exportación enfrentaron mayor competencia bajo el TLCAN, lo que incrementó sus incentivos a innovar y, por lo tanto, a mejorar su competitividad.

Con la finalidad de probar si el TLCAN indujo a un incremento de la productividad en al IAM a través de uno o varios de los canales (i.e. reasingación de recursos, reducción de la ineficiencia o innovación para mejorar su competitividad), la ecuación (3) es, por lo tanto, estimada por MGMS usando la medida de PTF obtenida en la primera etapa.

Las Tablas 9 y 10 muestran los resultados de la estimación de la segunda etapa usando las

variables de tarifas y exportaciones como medidas de apertura comercial, respectivamente. Las especificaciones incluyen el rezago de la variable de adopción tecnológica, edad, dummies de tamaño, el tipo de cambio y el IHH como regresores adicionales, así como términos de interacción de las variables de apertura comercial, del tipo de cambio y del IHH con dummies de tamaño.

Los términos de interacción permiten investigar si hay una respuesta heterogénea por parte de los establecimientos a reducciones en las tarifas, incrementos en las exportaciones, movimientos en el tipo de cambio (i.e. apreciación o depreciación), o a un incremento (decremento) en la concentración de la industria. Más aún, dado que el efecto de la adopción tecnológica sobre la PTF puede no ser inmediato, entra con rezago en ambas Tablas.

Los resultados en la Tabla 9 muestran que los tres modelos presentados están correctamente especificados dado que pasan las pruebas de Arellano-Bond de autocorrelación de primer y segundo orden en los residuales en primeras diferencias, así como la prueba de Hansen. También muestran que, si bien el coeficiente estimado de la tarifa no es estadísticamente significativo en ninguna de las tres especificaciones, el término de interacción entre esta misma variable y la dummy de tamaño mediano es negativo y estadísticamente significativo en la segunda y tercera regresión (columnas (2) y (3)). Estos hallazgos pueden interpretarse como sigue: existe una asociación positiva entre la liberalización comercial bajo el TLCAN, medida por la reducción gradual de las tarifas bajo este tratado de libre comercio, y la PTF de los establecimientos de tamaño mediano. La especificación (2), por ejemplo, muestra que el coeficiente estimado sobre el término de interacción entre la tarifa y la categoría de tamaño mediano es negativo y estadísticamente significativo (-0.9047). Implica que una reducción de una desviación estándar en las tarifas sobre bienes importados induciría a un incremento de 2.95 por ciento en la PTF de los establecimientos de tamaño mediano.

Estos hallazgos sobre la asociación positiva entre la liberalización comercial y las ganancias de productividad para los establecimientos de tamaño mediano son consistentes con los siguientes modelos teóricos y empíricos basados en el supuesto de Melitz (2003) de productividad inicial heterogénea.

Bustos (2011) encuentra que una reducción en los costos de comercio variables como

resultado del MERCOSUR (i.e. una reducción en las tarifas de Brasil) llevó a las empresas argentinas que se encontraban a la mitad de la distribución de productividad a entrar al mercado exportador y a modernizar su tecnología; mientras que a las empresas que se encontraban en el rango inferior o superior de esa misma distribución, a permanecer inafectadas. De manera más precisa, la reducción en tarifas llevó a las empresas que “se encontraban por debajo del umbral exportador antes de la liberalización pero por encima después de esta” (i.e. cruzaron el umbral) a entrar al mercado exportador y, a esas empresas que se encontraban “por debajo del umbral de adopción de tecnología antes de la liberalización, pero por encima después” (i.e. cruzaron el umbral) a actualizar tecnología. En cambio, la reducción de tarifas tuvo un menor impacto sobre las empresas en el rango superior o inferior de la distribución de productividad, dado que los primeros estaban por encima de los umbrales antes (o independientemente de) de la liberalización, mientras que los segundos se encontraban por debajo de los umbrales aún después del proceso de liberalización comercial (i.e no cruzaron ningún umbral después de la liberalización). La razón de este resultado es el mecanismo enfatizado por el modelo teórico: sólo las empresas que cruzaron el umbral exportador, así como el umbral para actualizar la tecnología, debido al incremento en sus ingresos por exportación como resultado de menores costos comerciales o integración comercial, entraron al mercado exportador y actualizaron su tecnología.

Además, Lileeva y Trefler (2010) presentan un modelo teórico sobre exportar e invertir en actividades que promueven la productividad, considerando heterogeneidad en la productividad inicial y en las ganancias de productividad derivadas de invertir. Los autores muestran que “un mejor acceso a los mercados foráneos”, como resultado de las reducciones en tarifas, “aumenta la productividad para algunas empresas pero no para todas”. Algunas empresas que antes de la reducción en tarifas no exportaban ni invertían ahora están involucradas en ambas actividades y experimentando ganancias en productividad. Finalmente, aquellas empresas que antes de las reducciones en tarifas sólo exportaban, ahora están invirtiendo y experimentando ganancias en productividad. Usando datos de empresas canadienses, bajo el contexto del tratado de libre comercio entre Canadá y EU, los autores también muestran que aquellas empresas que fueron inducidas a exportar a los EU como resultado de menores

tarifas experimentaron ganancias en su productividad laboral. Estos ganadores de productividad posteriormente adoptaron tecnologías manufactureras avanzadas, incurrieron en tasas más altas de innovación de productos, e “incrementaron sus ventas domésticas relativas a los no exportadores”. Según los autores, este diferencial en productividad entre exportadores y no exportadores refleja una selección negativa en la productividad inicial, lo que significa que las ganancias en productividad fueron mayores para las plantas que inicialmente fueron menos productivas y decrecieron hasta convertirse en cero para las plantas que inicialmente eran más productivas.

Tabla 9: Segunda Etapa: Estimación del Impacto del TLCAN
en la PTF de la IAM, Variable de Comercio: Tarifa
(Enfoque MGMS)

	Variable Dependiente		
	$PTF_{Levinsohn-Petrin}$		
	(1)	(2)	(3)
Variables Independientes:			
$PTF_{Levinsohn-Petrin}$ Rezagado	0.9778*** (0.1037)	0.9900*** (0.0893)	1.0004*** (0.1066)
Tarifa	-0.2004 (0.3483)	0.4090 (0.3631)	0.4143 (0.3790)
Dummy Pequeño	-1.2524 (3.5970)	32.8534 (32.6031)	-16.8998 (196.9314)
Dummy Mediano	-0.6266 (0.7683)	49.0642** (17.7656)	-30.2931 (74.5711)
Tarifa*Dummy Pequeño	-0.0060 (0.4625)	-0.8252 (0.7991)	-0.8838 (0.8347)
Tarifa*Dummy Mediano	0.2915 (0.2789)	-0.9047** (0.3700)	-0.9210** (0.3966)
Adopción Tecnológica Rezagada	-8.8344 (21.6709)	-8.2676 (21.2712)	-7.7211 (21.9323)
Edad	0.4125 (1.4599)	0.2744 (1.5043)	0.2452 (1.6304)
Tipo de Cambio	-1.9925 (4.6342)	8.3850 (6.0536)	7.8708 (6.0352)
Tipo de Cambio*Dummy Pequeño		-13.7903 (13.7722)	-14.1583
Tipo de Cambio*Dummy Mediano		-20.2126** (7.3831)	-19.2860**
IHH	2.5884 (7.5858)	2.9885 (7.2788)	-2.3954 (3.6340)
IHH*Dummy Pequeño			7.1715 (27.3187)
IHH*Dummy Mediano			10.8672
Constante	-13.6623 (57.1901)	-41.7597 (55.5217)	-2.2786 (27.0674)
Observaciones	340	340	340
Número de establecimientos	29	29	29
AR(1) en primeras diferencias:	-1.6742	-1.6528	-1.7813
AR(1) en primeras diferencias valor-p:	0.09409	0.09838	0.07486
AR(2) en primeras diferencias:	0.04196	0.02031	0.09928
AR(2) en primeras diferencias valor-p:	0.9665	0.9838	0.9209
Prueba Hansen de restricciones sobreid.:	2.2791	2.3029	2.2080
Prueba Hansen de restricciones sobreid. valor-p:	0.3200	0.3162	0.3315

Errores estándar robustos en paréntesis.

p < 0.1 *, p < 0.05 **, p < 0.01 ***

En lo que se refiere a la Tabla 10, no se puede llegar a una conclusión sobre el efecto de la liberalización comercial bajo el TLCAN, aproximada por las exportaciones, sobre la PTF de la IAM, dado que los coeficientes no son estadísticamente significativos y las especificaciones estimadas no pasan la prueba Arellano-Bond de autocorrelación de primer orden en los residuales en primeras diferencias.

Tabla 10: Segunda Etapa: Estimación del Impacto del TLCAN en la PTF de la IAM, Variable de Comercio: Exportaciones (Enfoque MGMS)

	Variable Dependiente		
	$PTF_{Levinsohn-Petrin}$		
	(1)	(2)	(3)
Variables Independientes:			
$PTF_{Levinsohn-Petrin}$ Rezagado	0.8529*** (0.2414)	0.8556*** (0.2514)	1.0448*** (0.1426)
Exportaciones	0.8527 (1.5457)	0.5972 (1.1586)	0.4691 (1.6668)
Dummy Pequeño	-1.9416 (4.0756)	16.0833 (17.1504)	-101.0593 (161.0600)
Dummy Mediano	1.2640 (1.6952)	16.3495 (10.5228)	-33.0374 (75.8277)
Exportaciones*Dummy Pequeño	-2.9657 (6.4094)	-1.7956 (6.2717)	-4.1762 (9.4962)
Exportaciones*Dummy Mediano	-2.4368 (2.0751)	-1.9580 (1.8677)	-2.0457 (1.7285)
Adopción Tecnológica Rezagada	7.9440 (25.1408)	3.9621 (21.4756)	4.2782 (35.0850)
Edad	-0.6779 (1.0653)	-1.0720 (1.1811)	0.2936 (1.5932)
Tipo de Cambio	3.6779 (3.6441)	8.0047 (4.8231)	1.4016 (4.4144)
Tipo de Cambio*Dummy Pequeño		-7.9503 (8.3052)	-0.6506 (7.5439)
Tipo de Cambio*Dummy Mediano		-6.6232 (4.5988)	-5.0756 (4.6562)
IHH	-1.0288 (6.0883)	-1.8293 (6.3814)	-2.0527 (3.6892)
IHH*Dummy Pequeño			14.6328 (21.4196)
IHH*Dummy Mediano			6.5032 (11.2000)
Constante	0.3333 (40.3992)	-2.9675 (42.7450)	10.4527 (24.8550)
Observaciones	340	340	340
Número de establecimientos	29	29	29
AR(1) en primeras diferencias:	-1.5217	-1.4985	-1.6050
AR(1) en primeras diferencias valor-p:	0.1281	0.1340	0.1085
AR(2) en primeras diferencias:	-0.06559	-0.08159	0.1184
AR(2) en primeras diferencias valor-p:	0.9477	0.9350	0.9058
Prueba Hansen de restricciones sobreid.:	11.587	11.808	4.2078
Prueba Hansen de restricciones sobreid. valor-p:	0.6394	0.6218	0.3786

Errores estándar robustos en paréntesis.

p < 0.1 *, p < 0.05 **, p < 0.01 ***

4.4. Ejercicio Adicional: Usando el Enfoque de Akerberg et al. (2015) para Estimar la Especificación de la Primera Etapa

En esta Sección, se utiliza el método de Akerberg et al. (2015) para estimar la función producción Cobb-Douglas en la primera etapa; mientras que el MGMS, para estimar la especificación de la segunda etapa.

Si bien el método de L-P es un enfoque estándar en la literatura para estimar funciones de producción y, por lo tanto, se considera una referencia o parámetro contra el cual comparar resultados alternativos, Akerberg et al. (2015) argumenta que el coeficiente del trabajo podría no estar identificado en el método de L-P, dado que este insumo, en realidad es una variable de estado (i.e. un insumo variable cuya elección presente tiene un impacto en su costo futuro) y, por lo tanto, debe ser un argumento de la función de demanda de la variable proxy (i.e. función de demanda del insumo intermedio en el enfoque de L-P). De acuerdo a Akerberg et al. (2015), su inclusión en la función de demanda de la variable proxy evitará que el coeficiente del trabajo se identifique en la primera etapa de este método, pero definitivamente se identificará en la segunda etapa. Sin embargo, la primera etapa del método de Akerberg et al. (2015) sigue siendo importante dado que la estimación de una función desconocida que combina la constante de la función producción, el coeficiente de la variable de estado, y la inversa de la función de demanda de la variable proxy (que ahora considera al trabajo como un argumento) se requiere para aproximar la productividad no observada (Manjón and Mañez, 2016). Una vez que se obtiene la estimación de la función desconocida en la primera etapa, todos los parámetros de la función producción se identifican en la segunda etapa.

Para realizar el análisis, utilizo el comando *acfest*, desarrollado por Manjón y Mañez (2016), para estimar la función producción Cobb-Douglas en la primera etapa.³⁵ La sintaxis del comando *acfest* requiere que se utilice al insumo trabajo como variable libre, al capital

³⁵Respecto a este comando, Manjón y Mañez (2016) mencionan lo siguiente: “Yasar et al. (2008) implementó el enfoque de Olley y Pakes (1996) en Stata, al tiempo que Petrin et al. (2004) hizo lo mismo con el procedimiento de Levinsohn y Petrin (2003). Sin embargo, a la fecha, la propuesta de Akerberg et al. (2015) no está disponible en Stata. En este artículo, discutimos su implementación como un comando e-class nuevo llamado *acfest*”. Por consiguiente, dada esta aclaración sigo a Manjón y Mañez (2016) para estimar la especificación de la segunda etapa en este ejercicio adicional.

y a la edad como variables de estado, y a la inversión y a los materiales como proxy de los choques de productividad no observados. En este caso, se escogen a los materiales, y no a la inversión como proxy.³⁶ La sintaxis del comando *acfest* también establece que otros insumos intermedios (e.g. combustible o electricidad) pueden incluirse opcionalmente en la especificación estimada, adicionalmente al usado como proxy de los choques de productividad no observados. Como en la Sección 4.1, siguiendo las consideraciones de Levinsohn y Petrin (2003), la electricidad se ha escogido como insumo intermedio adicional e incluido en la especificación alternativa.³⁷

Una diferencia importante entre el método de L-P y el de Akerberg et al. (2015) es que el segundo incluye a la edad como variable de estado en la función producción. Para explicar por qué ocurre esto recupero lo que se mencionó en la Sección 4.1 y que, por simplicidad, presento aquí:

“Primero, los establecimientos que maximizan beneficios deciden si se quedan o salen del mercado basados en su nivel de productividad. Segundo, los establecimientos que maximizan beneficios deciden qué combinación de insumos escoger y las cantidades que usarán también basados en su nivel de productividad. Por consiguiente, $\omega_{i,t}$ induce ambos un problema de selección y uno de simultaneidad, respectivamente”.

De acuerdo a Olley y Pakes (1996), para controlar por el problema de selección inducido por las decisiones de liquidación de los establecimientos, se debe generar una regla de salida. Modelos precursores a Olley y Pakes (1996) (e.g. Evans, 1987; Hopenhayn and Rogerson, 1993; Ericson and Pakes, 1995) y, por consiguiente, Olley y Pakes (1996) también, consideran a la edad como un componente primordial de dicha regla de salida.³⁸ La razón de esto es que la probabilidad de salir de la industria decrece con la edad (Hopenhayn and Rogerson,

³⁶Al escoger entre materiales e inversión como proxy en este ejercicio adicional, me baso en la Sección 4.1 que establece que la condición de monotonicidad sólo se cumple para observaciones positivas de los insumos intermedios. Dado que las empresas sólo invierten intermitentemente (lo que se refleja en observaciones positivas y otras iguales a cero), la probabilidad de encontrar más ceros en los datos de inversión que en los de materiales es mayor y, por lo tanto, he decidido utilizar materiales como proxy.

³⁷Para más detalle sobre el comando ver a Manjón y Mañez (2016).

³⁸Evans (1987) examina la relación entre la dinámica de las empresas y la edad de estas, en tanto que Hopenhayn y Rogerson (1993) y Ericson y Pakes (1995) desarrollan modelos de incertidumbre y de entrada y salida.

1993) y esto es consistente con la teoría de Jovanovic (1982) sobre el “crecimiento de las empresas en donde los empresarios aprenden sobre sus habilidades con el tiempo”(Evans, 1987) (e.g. primero aprenden sobre sus niveles de productividad y, después deciden si se quedan o salen de la industria). Por lo tanto, entre más años tiene un establecimiento, menor es su probabilidad de salir y, por consiguiente, el problema de selección empieza a desvanecerse. Esto explica por qué la variable de edad se ha incluido en la función producción de este ejercicio adicional.

La Tabla 11 muestra los resultados de la primera etapa usando el método de Akerberge et al. (2015). Estos coeficientes estimados son entonces utilizados para obtener medidas de PTF como residuales: PTF_{ACF1} and PTF_{ACF2} (notar que un número diferente de regresores se han utilizado para derivarlas).

Tabla 11: Primera Etapa: Estimación de la Función Producción Cobb-Douglas
(Método Akerberg-Caves-Frazer (ACF))

	Variable Dependiente: Valor de Producción	
	(1)	(2)
Variables Independientes:		
Variable Libre: Trabajo	0.02195 (0.1209)	0.04122 (0.0939)
Variable de Estado: Capital	-0.007507 (0.0265)	-0.0008001 (0.0228)
Variable de Estado: Edad	0.002009 (883.5287)	0.001413 (549.2102)
Proxy de choques de productividad no obs.: Materiales	0.9974*** (0.0895)	0.9839*** (0.0786)
Insumo Intermedio Adicional: Electricidad		-0.004550 (0.0474)
Observaciones	310	310
Prueba Sargan: valor-p	0.5887	0.4370
Prueba Wald: valor-p	1	1
Medida de Productividad Obtenida como un Residual	PTF_{ACF1}	PTF_{ACF2}

Notas: Errores estándar robustos en paréntesis.

*** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$.

La Figure 6 presenta algunos histogramas de las medidas de PTF estimadas (i.e. PTF_{ACF1} y PTF_{ACF2}) por grupos de establecimientos. Comparado con la Figura 5 de la Sección 4.3 que se basa en el enfoque de L-P, se puede ver que ambas gráficas llevan a resultados similares: el grupo de sobrevivientes (línea de diamantes) es el más productivo, mientras que el grupo de

salientes (línea de cuadrados) y el de entexit (línea de círculos) son los menos productivos. Por lo tanto, mientras que los métodos de L-P y el de Akerberg (2015) difieren como se explicó previamente, las medidas de PTF estimadas son comparables.

Figura 6: Histogramas de las Medidas de PTF Estimadas por Grupos de Establecimientos (Método ACF)

Nota: Esta Figura fue construida por el autor con datos de la IAM.
Fuente: Encuesta Anual de la Industria Manufacturera del INEGI.

Como en la Sección 4.3, la estimación de la segunda etapa se lleva a cabo por el MGMS. Las Tablas 12 y 13 presentan los resultados de la estimación de la segunda etapa usando tarifas y exportaciones como medidas de apertura comercial, respectivamente.

Los hallazgos en estas Tablas muestran lo siguiente. Primero, todas las regresiones estimadas en la Tabla 12 pasan las pruebas de especificación, excepto por la regresión (3) en donde PTF_{ACF2} es la variable dependiente. En general, se puede ver que con el método de Akerberg et al. (2015) es más difícil encontrar una asociación positiva entre el comercio (medido como una reducción en tarifas sobre importaciones de vehículos) y la productividad. Sólo las columnas identificadas con el número (1) muestran esta correlación positiva y, aún si es significativa, de un orden de magnitud menor que la estimada por el método de L-P (e.g. en la columna 1 donde PTF_{ACF1} es la variable dependiente, el coeficiente estimado del término de interacción entre la tarifa y la categoría de tamaño mediano (-0.0705) implica que una reducción de una desviación estándar en las tarifas sobre importaciones de vehículos llevó a un incremento de 0.23 puntos porcentuales en la productividad total de los factores de los establecimientos de tamaño mediano.

La Tabla 13 también muestra que todas las regresiones estimadas pasan las pruebas de

especificación, excepto por el modelo (2) donde PTF_{ACF2} es la variable dependiente. Los hallazgos principales en esta Tabla sugieren que hay una asociación positiva y estadísticamente significativa entre las exportaciones y la PTF. En particular, la especificación (1) con PTF_{ACF1} como variable dependiente muestra que el coeficiente de las exportaciones estimado es positivo y estadísticamente significativo (0.5642). Implica que un incremento de una desviación estándar en las exportaciones resulta en una mejora de 0.2085 puntos porcentuales en la PTF de la industria.

En general, un hallazgo común en la Sección 4.3 (donde el análisis de la primera etapa se lleva a cabo por el método de L-P) y Sección 4.4 (donde el análisis de la primera etapa se conduce usando el enfoque de Akerberg et al. (2015)) es el siguiente: la PTF de los establecimientos de tamaño mediano parecen estar positivamente asociados con la liberalización comercial, medida por una reducción de tarifas sobre las importaciones de vehículos, aunque los resultados son sensibles a las variables explicativas incluidas. Además, no se encuentra una asociación entre la apertura comercial y la productividad en el caso de los establecimientos pequeños y grandes.

Los resultados de las Secciones 4.3 y 4.4 difieren en el sentido de que las exportaciones, aproximadas por la razón de ventas al mercado foráneo a valor agregado (esta variable varía en el tiempo y entre establecimientos) no están asociadas con la PTF en la Sección 4.3, pero sí en la Sección 4.4. Este segundo resultado sugiere que la liberalización comercial bajo el TLCAN, medida por exportaciones, está positivamente correlacionada con la PTF.

Tabla 12: Segunda Etapa: Estimación del Impacto del TLCAN sobre la PTF de la IAM,
Variabe de Comercio: Tarifas
(Enfoque MGMS)

	Variable Dependiente					
	PTF_{ACF1}			PTF_{ACF2}		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Variables Independientes:						
PTF_{ACF1} Rezagado	0.8338*** (0.1062)	0.8180*** (0.1113)	0.7701*** (0.1692)			
PTF_{ACF2} Rezagado				0.8147*** (0.1341)	0.8573*** (0.1252)	0.7515*** (0.1495)
Tarifa	0.0427 (0.0261)	0.0136 (0.0296)	-0.0231 (0.0434)	0.0351 (0.0285)	0.0125 (0.0283)	-0.0332 (0.0416)
Dummy Pequeño	-0.3903 (0.4769)	-2.6631 (1.7789)	7.9690 (10.6747)	-0.5954 (0.4651)	-2.8414 (1.9428)	6.5172 (9.7561)
Dummy Mediano	-0.0557 (0.1080)	-2.8025 (2.0357)	2.1025 (9.3674)	-0.0811 (0.1044)	-2.5103 (1.9144)	1.6194 (8.4147)
Tarifa*Dummy Pequeño	-0.0922 (0.0558)	-0.0398 (0.0753)	-0.0154 (0.1177)	-0.0736 (0.0723)	-0.0133 (0.0905)	-0.0326 (0.1112)
Tarifa*Dummy Mediano	-0.0705*** (0.0243)	-0.0103 (0.0407)	-0.0109 (0.0405)	-0.0784*** (0.0280)	-0.0094 (0.0328)	-0.0029 (0.0388)
Adopción Tecnológica Rezagada	1.0229 (2.0910)	1.3763 (1.7901)	0.6763 (2.6111)	1.8200 (2.0992)	1.7543 (1.9410)	0.0749 (2.3333)
Edad	0.0021 (0.1454)	-0.0148 (0.1462)	-0.1161 (0.2380)	-0.0603 (0.1571)	-0.0270 (0.1516)	-0.1952 (0.2377)
Tipo de Cambio	0.5321 (0.4222)	0.0846 (0.4982)	-0.1156 (0.7014)	0.6225 (0.4438)	0.1385 (0.5155)	0.0418 (0.6776)
Tipo de Cambio*Dummy Pequeño		0.8805 (0.7575)	1.1782 (1.1052)		0.9832 (0.8793)	1.0260 (1.0407)
Tipo de Cambio*Dummy Mediano		1.1061 (0.8170)	1.0678 (1.0197)		0.9934 (0.7707)	1.0764 (0.9415)
IHH	-1.0893** (0.4645)	-1.0901** (0.4843)	-0.6632 (0.6036)	-1.1240* (0.6017)	-1.0813* (0.5615)	-0.7511 (0.6151)
IHH*Dummy Pequeño			-1.6301 (1.3390)	8.9733 (5.7233)		-1.3786 (1.2551)
IHH*Dummy Mediano			-0.6640 (1.2690)			-0.6056 (1.1670)
Constante	8.5556** (3.6177)	9.9139** (4.4663)	8.2290 (6.0492)		9.2510* (5.2769)	8.9377 (5.8944)
Observaciones	341	341	341	340	340	340
Número de establecimientos	30	30	30	29	29	29
AR(1) en primeras diferencias:	-1.9936	-1.9295	-1.6998	-1.9082	-1.9827	-1.7101
AR(1) en primeras diferencias valor-p:	0.04620	0.05367	0.08917	0.05636	0.04740	0.08726
AR(2) en primeras diferencias:	0.2080	0.1207	0.3612	0.1164	-0.01135	0.4376
AR(2) en primeras diferencias valor-p:	0.8352	0.9039	0.7180	0.9073	0.9909	0.6617
Prueba Hansen de restricciones sobreid.:	17.234	15.956	10.248	16.835	16.006	8.1639
Prueba Hansen de restricciones sobreid. valor-p:	0.5071	0.4561	0.1146	0.7724	0.8879	0.08575

Note: Errores estándar robustos en paréntesis. *** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$.

Tabla 13: Segunda Etapa: Estimación del Impacto del TLCAN sobre la PTF de la IAM,
Variable de Comercio: Exportaciones
(Enfoque MGMS)

	Variable Dependiente					
	PTF_{ACF1}			PTF_{ACF2}		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Variables Independientes:						
PTF_{ACF1} Rezagado	0.7395*** (0.1702)	0.7305*** (0.1939)	0.7617*** (0.2013)			
PTF_{ACF2} Rezagado				0.7337*** (0.1705)	0.7067*** (0.1957)	0.6594*** (0.2069)
Exportaciones	0.5642*** (0.1492)	0.7131*** (0.2539)	0.6983** (0.2551)	0.5660*** (0.1479)	0.6656** (0.2553)	0.7346*** (0.2118)
Dummy Pequeño	-0.9711 (0.8618)	-3.3111 (2.3714)	10.5166 (8.1663)	-0.9966 (0.8537)	-3.8034 (3.2631)	-8.1286 (22.0838)
Dummy Mediano	-0.2311 (0.2749)	-2.9537 (1.8709)	6.9143 (10.5043)	-0.2358 (0.2750)	-2.7615 (1.8799)	-16.5187 (47.4226)
Exportaciones*Dummy Pequeño	0.5655 (1.2522)	0.2023 (1.1796)	0.1845 (1.2867)	0.5589 (1.2089)	0.3138 (1.1121)	0.4095 (1.2133)
Exportaciones*Dummy Mediano	0.1245 (0.2825)	0.1115 (0.3185)	0.0266 (0.3073)	0.1218 (0.2791)	0.1203 (0.2931)	0.1891 (0.3702)
Adopción Tecnológica Rezagada	0.3852 (5.7969)	1.6125 (4.8017)	1.0936 (5.6211)	0.3030 (5.6872)	0.3613 (4.7825)	-0.0384 (6.2237)
Edad	-0.1656 (0.1262)	-0.0091 (0.1456)	-0.0002 (0.1465)	-0.1951 (0.1332)	-0.1081 (0.1660)	-0.0356 (0.1558)
Tipo de Cambio	0.7783 (0.6481)	-0.1942 (0.6455)	-0.1387 (0.6548)	0.8843 (0.6895)	0.2115 (0.7156)	-0.3595 (0.6439)
Tipo de Cambio*Dummy Pequeño		1.1134 (0.8362)	0.9012 (0.8355)		1.2532 (1.1774)	1.5766 (1.3865)
Tipo de Cambio*Dummy Mediano		1.1543 (0.8022)	0.9517 (0.7341)		1.0646 (0.8116)	1.9528 (1.2874)
IHH	-1.3994*** (0.4280)	-1.0859** (0.5006)	-0.2106 (0.6254)	-1.4225*** (0.4255)	-1.1062** (0.4866)	-1.7854 (2.5915)
IHH*Dummy Pequeño			-1.8624 (1.1919)			0.4968 (2.6846)
IHH*Dummy Mediano			-1.3104 (1.4397)			1.6308 (6.2608)
Constante	11.4162*** (3.6173)	11.1211** (4.4353)	4.3771 (5.6938)	11.4771*** (3.5488)	10.9036** (4.5319)	17.4342 (21.2729)
Observaciones	341	341	341	340	340	340
Número de establecimientos	30	30	30	29	29	29
AR(1) en primeras diferencias:	-1.9060	-1.8328	-1.8899	-1.8882	-1.8990	-1.7909
AR(1) en primeras diferencias valor-p:	0.05665	0.06683	0.05877	0.05900	0.05757	0.07332
AR(2) en primeras diferencias:	0.4997	0.3733	0.4710	0.5117	0.4758	0.1872
AR(2) en primeras diferencias valor-p:	0.6173	0.7089	0.6376	0.6089	0.6342	0.8515
Prueba Hansen de restricciones sobreid.:	4.3148	13.104	12.773	4.1383	10.822	16.824
Prueba Hansen de restricciones sobreid. valor-p:	0.1156	0.1083	0.1199	0.1263	0.09404	0.3970

Note: Errores estándar robustos en paréntesis. *** $p < .01$, ** $p < .05$, * $p < .1$.

5. Conclusiones

Este documento estudia el impacto del TLCAN sobre la productividad total de los factores de los establecimientos de la IAM durante el periodo 1994-2014.

El análisis empírico se lleva a cabo en dos etapas. En la primera, se estima una función producción Cobb-Douglas por el método de Levinsohn y Petrin (2003), que permite controlar por potenciales problemas de simultaneidad y de selección, para derivar una medida de PTF como residual. En la segunda, la PTF estimada se corre por el MGMS sobre variables de apertura comercial (e.g. tarifas sobre importaciones de vehículos o exportaciones), sobre una medida de adopción tecnológica, características de establecimientos, el tipo de cambio real, el IHH, y algunos términos de interacción entre la tarifa, el tipo de cambio real y el IHH y dummies de tamaño. Los resultados principales muestran que hay una asociación positiva entre la liberalización comercial bajo el TLCAN (medida como una reducción de tarifas sobre importaciones de vehículos) y la PTF de establecimientos de tamaño mediano. No se encuentra asociación alguna entre el comercio y la productividad en el caso de los establecimientos pequeños y grandes. En lo que se refiere al impacto de las exportaciones sobre la PTF de la IAM, los hallazgos son no estadísticamente significativos.

Los resultados sobre la asociación positiva entre la liberalización comercial bajo el TLCAN (aproximada por una reducción de tarifas sobre importaciones de vehículos) y la productividad en los establecimientos medianos son consistentes con los modelos teóricos y empíricos de Bustos (2011) y Lileeva y Trefler (2010), que son extensiones del modelo estándar de Melitz (2003) sobre heterogenidad entre las empresas.

En un ejercicio adicional, este documento emplea el enfoque de Akerberge et al. (2015) para estimar la especificación de la primera etapa y, por lo tanto, obtener una medida de PTF como residual; al tiempo que el MGMS, para estimar la especificación de la segunda etapa, como en el primer análisis. En este caso, los hallazgos sobre una asociación positiva entre las exportaciones y la PTF de la IAM son robustos, pero no los concernientes a la correlación entre las tarifas y la PTF de la IAM.

En general, si bien los resultados presentan cierta evidencia de una asociación positiva

entre la liberalización comercial y la PTF de los establecimientos de cierto tamaño, estos son sensibles al método de estimación de la PTF, de las variables utilizadas como proxy de la apertura comercial, y de los controles adicionales incluidos. Por lo tanto, probar la relación comercio-productividad para el caso de la IAM continúa siendo un reto.

A diferencia de estudios previos para el caso de México, este documento sí controla por problemas de simultaneidad y de selección en la especificación de la primera etapa, así como por problemas de endogeneidad que surgen en la segunda etapa. Sin embargo, aún existen limitaciones que podrían ser importantes rutas de mejora para el trabajo futuro. Primero, no podemos implementar la sugerencia de De Loecker's (2011) sobre introducir un sistema de demanda en la función producción con la finalidad de limpiar la respuesta de la productividad a la liberalización comercial de la variación en precios y demanda, dado que se requiere información detallada sobre la utilización de insumos, número de bienes producidos, bienes producidos, segmentos de la industria en donde la empresa está activa, etc. y esta información no está disponible al público debido a razones de confidencialidad del INEGI. Segundo, el efecto de las tarifas de insumos intermedios sobre la productividad no se puede analizar en este documento dado que las tarifas de auto-partes y de accesorios se ubicaban en 9 por ciento en 1993 y en 0 por ciento de 1994 hacia adelante, lo que impide ofrecer evidencia convincente sobre esta relación.

6. Referencias

- Akerberg, D. A., Caves, K., y Frazer, G. (2015). Identification Properties of Recent Production Function Estimators. *Econometrica*, 83(6): 2411–2451.
- Aghion, P., Redding, S., Burgess, R., y Zilibotti, F. (2005). Entry Liberalization and Inequality in Industrial Performance. *Journal of the European Economic Association*, 3(2/3): 291–302.
- Amiti, M. y Konings, J. (2007). Trade Liberalization, Intermediate Inputs, and Productivity: Evidence from Indonesia. *American Economic Review*, 97(5):1611–1638.
- Arellano, M. y Bover, O. (1995). Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-Components Models. *Journal of Econometrics*, 68(1):29–51.
- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (2018). Estadísticas. <http://www.amia.com.mx/prodtot.html>
- Aw, B. Y., Roberts, M. J., y Xu, D. Y. (2011). RD Investment, Exporting, and Productivity Dynamics. *American Economic Review*, 101(4):1312–44.
- Banco de México (2018). Estadísticas. <http://www.banxico.org/estadisticas/index.html>.
- Bernard, A. B., Eaton, J., Jensen, J. B., and Kortum, S. (2003). Plants and Productivity in International Trade. *American Economic Review*, 93(4):1268–1290.
- Bernard, A. B. y Jensen, J. B. (2004). Exporting and Productivity in the USA. *Oxford Review of Economic Policy*, 20(3):343–357.
- Blundell, R. y Bond, S. (1998). Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models. *Journal of Econometrics*, 87(1):115–143.
- Blundell, R. y Bond, S. (2000). GMM Estimation with Persistent Panel Data: An Application to Production Functions. *Econometric Reviews*, 19(3):321–340.
- Bustos, P. (2011). Trade Liberalization, Exports, and Technology Upgrading: Evidence on the Impact of MERCOSUR on Argentinian Firms. *American Economic Review*, 101(1):304–40.
- Carrillo, J. (2000). The Integration of the Mexican Automobile Industry to the USA: Between Policies and Corporate Strategies. *Actes du GERPISA*, 28:55–77.
- Covarrubias Valdenebro, .A. (2014). Explosión de la Industria Automotriz en México:

De sus Encadenamientos Actuales a su Potencial Transformador. Friedrich Eibert Stiftung México.

De Hoyos, R. E. y Iacovone, L. (2013). Economic Performance Under NAFTA: A Firm-Level Analysis of the Trade-Productivity Linkages. *World Development*, 44:180–193.

De Loecker, J. (2007). Do Exports Generate Higher Productivity? Evidence from Slovenia. *Journal of International Economics*, 73(1):69–98.

De Loecker, J. (2011). Product Differentiation, Multiproduct Firms, and Estimating the Impact of Trade Liberalization on Productivity. *Econometrica*, 79(5):1407–1451.

De Loecker, J. (2013). Detecting Learning by Exporting. *American Economic Journal: Microeconomics*, 5(3):1–21.

De Loecker, J. y Konings, J. (2006). Job Reallocation and Productivity Growth in a Post-Socialist Economy: Evidence from Slovenian Manufacturing. *European Journal of Political Economy*, 22(2):388–408.

Dina (2018). Historia. <http://www.dina.com.mx/historia.html>.

Ericson, R. y Pakes, A. (1995). Markov-perfect Industry Dynamics: A Framework for Empirical Work. *The Review of Economic Studies*, 62(1):53–82.

Evans, D. S. (1987). The Relationship between Firm Growth, Size, and Age: Estimates for 100 Manufacturing Industries. *The Journal of Industrial Economics*, pages 567–581.

Excelencias del Motor (2017). La Épica Historia del Borgward Mexicano. <http://www.excelenciasdelmotor.com/es/noticia/la-epica-historia-del-borgward-mexicano>.

Fernandes, A. (2007). Trade Policy, Trade Volumes and Plant-Level Productivity in Colombian Manufacturing Industries. *Applied Economics*, 71(1):52–71.

Gokcekus, O. (1997). Trade Liberalization and Productivity Growth: New Evidence from the Turkish Rubber Industry. *Applied Economics*, 29(5):639–645.

Grossman, G. y Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MIT Press, 1:991.

Harrison, A. (1996). Openness and Growth: A Time-Series, Cross-Country Analysis for Developing Countries. *Journal of development Economics*, 48(2):419–447.

Hay, D. A. (2001). The Post-1990 Brazilian Trade Liberalisation and the Performance of

Large Manufacturing Firms: Productivity, Market Share and Profits. *The Economic Journal*, 111(473):620–641.

Hopenhayn, H. y Rogerson, R. (1993). Job turnover and policy evaluation: A general equilibrium analysis. *Journal of Political Economy*, 101(5):915–938.

Hualde, A. (1998). The Mexican Border Region After NAFTA: Attempting to Surpass the Assembly Industry. *ERSA Conference Papers* ersa98p163.

Hufbauer, G. C. y Schott, J. J. (1993). *NAFTA: an Assessment*. Institute for International Economics.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018a). Cuentas Nacionales. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie>.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018b). Encuesta Anual de la Industria Manufacturera. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/accesomicrodatos/eia/>.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018c). Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/D10400100>.

International Trade Administration (2018). Office of Transportation and Machinery (before Office of Automotive Affairs in the United States). <https://www.trade.gov/td/otm/autoreports.asp>.

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

Jovanovic, B. (1982). Selection and the evolution of industry. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pages 649–670.

Klier, T. H., Rubenstein, J. M., et al. (2017). Mexico's growing role in the auto industry under nafta: Who makes what and what goes where. *Economic Perspectives*, 41(6):1–29.

Krugman, P. (1987). The Narrow Moving Band, the Dutch Disease, and the Competitive Consequences of Mrs. Thatcher: Notes on Trade in the Presence of Dynamic Scale Economies. *Journal of Development Economics*, 27(1-2):41–55.

Levine, R. y Renelt, D. (1992). A sensitivity analysis of cross-country growth regressions. *The American Economic Review*, pages 942–963.

Levinsohn, J. y Petrin, A. (2003). Estimating Production Functions Using Inputs to Con-

trol for Unobservables. *The Review of Economic Studies*, 70(2):317–341.

Lileeva, A. y Trefler, D. (2010). Improved Access to Foreign Markets Raises Plant-Level Productivity... For Some Plants. *The Quarterly Journal of Economics*, 125(3):1051–1099.

López-Córdova (2003). NAFTA and Manufacturing Productivity in Mexico. *Economía*, 4(1):55–98.

Lucas, R. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*.

Lucas, R. (1993). Making a Miracle. *Econometrica*, pages 251–272.

Manjón, M. and Mañez, J. (2016). Production Function Estimation in Stata Using the Akerberg–Caves–Frazer Method. *The Stata Journal*, 16(4):900–916.

Melitz, M. J. (2003). The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity. *Econometrica*, 71(6):1695–1725.

Meyer, M. A. y Vickers, J. (1997). Performance Comparisons and Dynamic Incentives. *Journal of Political Economy*, 105(3):547–581.

Moreno-Brid, J. C. (1996). Mexico's Auto Industry After NAFTA: A Successful Experience in Restructuring?

Mortimore, M. y Barron, F. (2005). Informe sobre la Industria Automotriz Mexicana (Vol. 162).

Nucci, F. y Pozzolo, A. F. (2010). The Exchange Rate, Employment and Hours: What Firm-Level Data Say. *Journal of International Economics*, 82(2):112–123.

Office of the United States Trade Representative. USTR. <https://ustr.gov/usmca>.

Olley, G. S. y Pakes, A. (1996). The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry. *Econometrica*, 64:1263–1297.

Organización Internacional de Constructores de Automóviles. OICAs. <http://www.oica.net/>.

Pavcnik, N. (2002). Trade Liberalization, Exit, and Productivity Improvements: Evidence from Chilean Plants. *The Review of Economic Studies*, 69(1):245–276.

Petrin, A., Poi, B. P., y Levinsohn, J. (2004). Production Function Estimation in Stata Using Inputs to Control for Unobservables. *The Stata Journal*, 4(2):113–123.

ProMéxico (2013). Industria Terminal. <https://www.promexico.mx>.

ProMéxico (2016). La Industria Automotriz Mexicana: Situación Actual, Retos y Oportunidades. <http://www.promexico.mx/documentos/biblioteca/la-industriaautomotriz-mexicana.pdf>.

ProMéxico (2017). La Industria Automotriz Mexicana: Situación Actual, Retos y Oportunidades. <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/comercio-exterior-paises-contratados-y-acuerdos-firmados-con-mexico>.

Raith, M. (2003). Competition, Risk, and Managerial Incentives. *American Economic Review*, 93(4):1425–1436.

Retrobuses (2017). Planta Reo de México S.A. <http://retrobuses.blogspot.mx/2011/06/plantareo-de-mexico-s.html>.

Robert, M. (2000). Negotiating NAFTA: Explaining the Outcome in Culture, Textiles, autos, and Pharmaceuticals. University of Toronto Press.

Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An Introduction to Difference and System GMM in Stata. *The Stata Journal*, 9(1):86–136.

Salgado-Banda, H. y Bernal-Verdugo, L. (2011). Multifactor Productivity and its Determinants: An Empirical Analysis for Mexican Manufacturing. *Journal of Productivity Analysis*, 36:293—308.

Schmidt, K. M. (1997). Managerial Incentives and Product Market Competition. *The Review of Economic Studies*, 64(2):191–213. 46

Schor, A. (2004). Heterogeneous Productivity Response to Tariff Reduction. Evidence from Brazilian Manufacturing Firms. *Journal of Development Economics*, 75(2):373–396.

Secretaría de Economía (2012). Industria Automotriz. Monografía. http://www.economia.gob.mx/files/comunidadnegocios/industria/comercio/Monografia/IndustriaAutomotriz/MARZO_2012.pdf.

Secretaría de Economía (2021). Inversión Extranjera Directa. <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/competitividad-y-normatividad-inversionextranjera-directa?state=published>.

Sivadasan, J. (2009). Barriers to Competition and Productivity: Evidence from India. *The BE Journal of Economic Analysis Policy*, 9(1).

Studer-Noguez, M. I. (2002). Ford and the Global Strategies of Multinationals: The North American Auto Industry. Routledge Taylor and Francis Group (London and New York).

Topalova, P. y Khandelwal, A. (2011). Trade Liberalization and Firm Productivity: The Case of India. *Review of Economics and Statistics*, 93(3):995–1009.

Tybout, J. R. (2001). Plant and Firm Level Evidence on New Trade Theories. National Bureau of Economic Research, WP 8418.

Tybout, J. R. y Westbrook, M. D. (1995). Trade Liberalization and the Dimensions of Efficiency Change in Mexican Manufacturing Industries. *Journal of International Economics*, 39(1-2):53–78.

UN Comtrade — International Trade Statistics Database. United Nations. <https://comtrade.un.org/>.

United Nations Conference on Trade and Development. Trade Analysis Information System. United Nations. <https://unctad.org/>.

Van Biesebroeck, J. (2005). Exporting Raises Productivity in Sub-Saharan African Manufacturing Firms. *Journal of International economics*, 67(2):373–391.

Vehículos Automotores Mexicanos (2017). Historia. [http://copro.com.ar/Vehiculos Automotores Mexicanos.html](http://copro.com.ar/Vehiculos-Automotores-Mexicanos.html).

Wagner, J. (2007). Exports and Productivity: A Survey of the Evidence From Firm-Level Data. *World Economy*, 30(1):60–82.

Yasar, M., Raciborski, R., y Poi, B. (2008). Production Function Estimation in Stata Using the Olley and Pakes Method. *The Stata Journal*, 8(2):221–231. 47