

Relación empírica entre la productividad y las exportaciones manufactureras mexicanas, 2000-2008

(Recibido: junio/010–aprobado: diciembre/010)

*Daniel David Jaime Camacho**

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la influencia de diferentes variables sobre las exportaciones manufactureras mexicanas en el periodo que va de enero de 2000 a enero de 2008. Para ello se estiman dos modelos estacionarios de regresión múltiple. En el primer modelo se analizan los efectos de la productividad laboral, el tipo de cambio real y los salarios, entre otras variables, sobre las exportaciones referidas. En el segundo, la productividad factorial total reemplaza a la productividad laboral, con el fin de estudiar cómo influye esta variable sobre las exportaciones de manufacturas. Los efectos que éstas tienen en las exportaciones manufactureras confirman su importancia para la toma de decisiones en el diseño de política económica.

Palabras clave: México, exportaciones manufactureras, productividad.

Clasificación JEL: D24, J24, N60.

* Ayudante de investigación adscrito al Área de Investigación en Integración Económica del Departamento de Economía de la UAM-Azcapotzalco (davejc1009@yahoo.com.mx).

Introducción

Es ampliamente reconocida la idea de que el comercio internacional y la apertura comercial desempeñan un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo de un país. Ya desde 1993 el Banco Mundial, por medio de un estudio de M. Haddad, señalaba a la promoción de exportaciones como una estrategia exitosa de desarrollo en los países del sudeste asiático.

Mientras que las economías de esa región adoptaban un modelo de apertura comercial, las latinoamericanas seguían utilizando el viejo modelo de industrialización por sustitución de importaciones, orientado éste al mercado interno y al consumo, sin incentivos reales para fomentar la productividad y las ventajas dinámicas del país. México se abrió al mercado internacional basado en ventajas comparativas y de carácter estático, como la mano de obra barata, bajos aranceles e incluso depreciaciones cambiarias; sin embargo, es necesario que la apertura tome una dirección más dinámica, con articulaciones productivas más sólidas y basada en la construcción de ventajas competitivas de largo plazo, en la cual la productividad tiene una importancia de primer orden.

El estudio de la productividad en distintos niveles (empresa, industria, sector o país) ha tomado un papel central en los círculos empresariales, se ha demostrado mediante varios estudios que la mejora productiva está asociada con el grado de éxito en los mercados internacionales, y si tomamos en cuenta que los países latinoamericanos se caracterizan actualmente por ser economías cada vez más abiertas e integradas a las cadenas globales de producción, el mejoramiento de la productividad es fundamental para la realización de mayores niveles de desarrollo económico y social. En este contexto, es objetivo del presente trabajo es analizar la influencia que poseen la productividad laboral y la productividad factorial total sobre las exportaciones manufactureras mexicanas.

1. Productividad en las empresas y su vínculo con las exportaciones

De acuerdo con Kast y Rosenzweig (1998), una mayor productividad proviene esencialmente de tres fuentes: tecnología, destreza administrativa y esfuerzo humano. Tradicionalmente en el análisis de los niveles y evolución de la productividad se emplea la productividad del trabajo, ya que ésta se considera un buen indicador del grado de competitividad de una empresa; no obstante, tal medida sólo constituye una medida parcial de la productividad total en el uso de los recursos, ya que existe un sesgo natural al no considerar la intensidad del uso del capital en esos análisis.

Entre los estudios que por primera vez analizaron el vínculo existente entre productividad y actividad exportadora, se encuentra el estudio de Bernard y Jensen (1995), en el cual examinaban las diferencias en la productividad entre exportadores y no exportadores de diversas dimensiones en los EUA en realidad, con este artículo se da inicio a un nuevo capítulo de la literatura económica.

La productividad a nivel de empresa ha sido ampliamente estudiada en la literatura; estudios como los de Greenaway y Kneller (2003), aplicados a las manufacturas del Reino Unido; Hee Hahn (2004), para el caso de las manufacturas coreanas; Wagner (2005), para la industria manufacturera alemana o para el caso de las empresas latinoamericanas el estudio de Álvarez (2005) en Chile, son algunos trabajos relevantes sobre el tema. En ellos la evidencia del análisis microeconómico de la relación que existe entre exportaciones y la productividad de las empresas sugiere que la causalidad corre de la primera hacia las exportaciones, más que en sentido contrario, lo cual significa que principalmente las empresas eficientes se autoseleccionan para participar en los mercados de exportación, y contrasta con otra hipótesis que sugiere la obtención de beneficios tecnológicos de la actividad exportadora (*learning by exporting*), hecho que evidentemente también se presenta al ser el comercio internacional un primer canal de la transferencia de información y de tecnología (particularmente por medio de las importaciones de productos intermedios y bienes de capital).

Aun cuando son más escasos, también existen estudios del efecto que la productividad tiene en un ámbito más agregado como el sectorial, trabajos como los de Van Ark (1990), Unger (1996), Finleton (2003) y Cuevas (2008) han abordado la cuestión de la productividad laboral en el sector manufacturero, en estas investigaciones se encuentra una fuerte relación de causalidad entre los niveles de productividad y la actividad exportadora o los niveles de crecimiento del sector.

El texto se encuentra dividido en dos secciones, la primera, presenta algunas consideraciones necesarias sobre la productividad laboral (PL) y la productividad factorial total (PFT); en la segunda parte del trabajo se presenta una descripción rápida de las variables tratadas, los métodos econométricos utilizados para el análisis, las estimaciones correspondientes y sus resultados. Por último, se presentan las observaciones finales y las conclusiones del trabajo, de las que podríamos decir que son consistentes con la revisión bibliográfica revisada y que refuerzan la importancia de las variables elegidas, para explicar el comportamiento de las exportaciones manufactureras, tales como la productividad, el tipo de cambio, etc.

2. Aspectos metodológicos

2.1 Consideraciones generales sobre la productividad

El análisis del presente trabajo se efectúa con datos a nivel agregado (sectorial). No obstante, se puede considerar que los resultados alcanzan relevancia y aplicación también para las empresas en particular (nivel micro); ello bajo la lógica de que tal enfoque permite identificar el impacto que la productividad tiene, no sólo en la dinámica del sector manufacturero, sino también en la productividad individual de las empresas, lo anterior basados en el hecho de que la productividad sistémica no es más que la suma de las productividades individuales, la suma de las células que componen a un sector específico; además, no debemos olvidar que los beneficios de una mejora en la productividad a nivel individual, puede originar también beneficios en su entorno espacial y de interrelación (externalidad positiva).

Es un hecho que la productividad tiene un impacto diferenciado en el comportamiento de las exportaciones de distintas industrias, debido en parte a la diferenciación entre las propias industrias y sus distinciones en renglones de competitividad, capacitación, propensión a choques externos, elasticidad de la oferta y de la demanda, así como sus distintos ciclos tecnológicos, además de que como recién se hizo mención, la productividad puede darse a distintos niveles de agregación: a nivel de empresa (micro), de sector o industria, regional o bien a nivel nacional.¹

La diferenciación descrita en el párrafo precedente, es una de las razones por las que es importante aclarar que la interpretación de los resultados debe ser tomada como sugestiva, y no como estimaciones precisas de la productividad agregada en la industria manufacturera, esto sin mencionar consideraciones que la propia literatura especializada en este tópico reconoce, por ejemplo, el hecho de que las estimaciones de la productividad dependen de una gran cantidad de supuestos y de imponderables, como pueden ser: la calidad de la información en la medición de la productividad, los métodos de medición, los periodos de cobertura de la misma, etcétera, o bien otros imponderables como el hecho de que para la correcta estimación de los niveles de productividad como la PFT, se requieren datos que no están disponibles en la mayoría de las ocasiones y, por lo tanto, en el mejor de los

¹ De acuerdo con Hernández Laos (1985: 338): “Uno de los resultados de mayor interés –tanto teórico como práctico –lo constituye el hecho de que la intensidad con la que opera cada uno de esos factores difiere –en ocasiones significativamente– entre industrias”. Por lo que debemos reconocer este hecho y evitar en lo hacer posible aseveraciones generales para sectores particulares.

casos, se realizan cálculos indirectos de los mismos, influyendo desde luego en los resultados finales.

A pesar de lo anterior, la información proveniente de los cálculos y las estimaciones es útil para el diseño de políticas relacionadas con el sector manufacturero, y desde luego, con el comercio exterior, puesto que constituyen la evidencia empírica representativa, en alguna medida, de la realidad nacional sobre este sector y su comportamiento con el sector externo de la economía.

2.2 Medición de la PL y la PFT

La PL cuantifica la relación existente entre la cantidad de trabajo (por medio de las horas-hombre trabajadas o mediante el número de trabajadores ocupados), incorporado en el proceso productivo y la producción obtenida.

Visto de esta forma, la medición de la PL no representa mayores complicaciones ni supuestos especiales, ya que está definida como el cociente entre el valor agregado en una industria j del país i durante el año t , entre el número de trabajadores ocupados (o de horas hombre trabajadas) en dicha actividad en el país i de la industria j durante el mismo periodo t y se puede representar como:

$$PL_{ijt} = Y_{ijt}/L_{ijt} \quad (1)$$

Donde:

PL = representa la productividad laboral del país i en la industria j durante el periodo t ;

Y = representa el valor agregado (producto) del país i en la industria j durante el periodo t ; y

L = representa al trabajo, el cual puede ser medido mediante el número de trabajadores o de horas-hombre ocupadas del país i en la industria j durante el periodo t .

De esta forma podemos evaluar el rendimiento de una empresa o una industria en un periodo de tiempo determinado, y de manera axiomática es posible mencionar que un aumento de la productividad laboral se lleva a cabo, cuando se cumple una de las cuatro posibilidades siguientes: a) la producción se eleva en una medida superior que el factor trabajo; b) cuando la cantidad producida disminuye,

pero el factor trabajo lo hace a un ritmo superior; c) cuando el factor trabajo se mantiene constante en tanto que el volumen producido se eleva; o d) cuando, con menos unidades de trabajo el nivel de producción se mantiene.

En el caso del presente trabajo la medida de la productividad laboral fue tomada directamente del índice de productividad de la mano de obra en la industria manufacturera que calcula el INEGI, y aun cuando los índices de PL nos muestran las variaciones de la producción en relación con el factor trabajo, se establece que por sí solos no permiten conocer la proporción exacta, en la cual la productividad laboral está determinada por la mayor eficiencia del factor trabajo, o por el capital físico y la tecnología. A pesar de este detalle debe hacerse mención que el INEGI intenta medir precisamente la productividad del factor trabajo, ya que la importancia intrínseca de medir la PL radica en el interés de conocer el rendimiento de los trabajadores (y las implicaciones que esto tiene para la rentabilidad de una empresa).²

Con el fin de poder realizar algún tipo de comparación y de inferir algún sesgo relevante (en caso de que éste existiera), se propone un segundo modelo con estimaciones propias de la PFT, la cual incluye no sólo la medida de PL, sino que agrega también un nivel participativo del capital dentro de las actividades productivas.

La estimación de la PFT es un proceso más elaborado y que a diferencia de la PL, ésta sí requiere diversos supuestos, ya sea por un lado para definir el concepto que nos es relevante estimar, como por otro lado para hacer frente a las limitaciones de información que se tienen para su cálculo, esto sin contar que existe un gran número de factores que afectan su comportamiento, algunos mensurables como las inversiones o la capacidad instalada, pero otros desafortunadamente imponderables para el correcto cálculo de la PFT, como son los impactos que tienen las leyes y normas gubernamentales o la “calidad” de los recursos humanos y los sindicatos.

Podríamos definir la PTF, como el cociente resultado de un índice de producción y un índice (total) de uso de insumos; pero así definida debemos señalar que ella debe ser interpretada con cautela, ya que en no pocas ocasiones se le ha identificado con el cambio tecnológico, y este cambio no se debe exclusivamente a cambios en la PTF, ni tampoco este tipo de productividad es necesariamente sinónimo de tecnología.

Si la medida de la PFT está dada como el cociente de un índice de *outputs* (producción) respecto a un índice de *inputs* (insumos), entonces podemos representarla de la siguiente forma:

² Véase STPC, el CCE y el Congreso del Trabajo *et al.*

$$PTF = \text{producción/insumos} \quad (2)$$

De acuerdo con Díaz y Sáenz (2002: 108), “(...) el criterio para la elección de la fórmula más adecuada para medir la productividad tiene en cuenta, por un lado, el cumplimiento de pruebas estadísticas (aproximación axiomática) y, por otro, la tecnología de la producción que subyace a cada tipo de índice (aproximación económica)”.³

En la literatura relacionada se muestran muchas formas de aproximación económica a estos índices, ninguno de ellos de manera perfecta, y de los cuales los más conocidos son quizá los de Laspéyres y Paasche; sin embargo, estas formulaciones pueden dar cabida a sesgos estadísticos y, por lo tanto, tienden a presentar deficiencias interpretativas.

Otra aproximación es la que realiza Ritcher (1966),⁴ quien toma el índice Divisia (1925) y demuestra que es el único que satisface todas las pruebas de invarianza, permaneciendo inalterado si la variación de los factores es consecuencia de los cambios en los precios relativos; desafortunadamente la construcción de este índice es una construcción teórica que exige datos continuos en precios y cantidades, mientras que los datos observados en las variables son realizaciones en tiempo discreto.⁵

Para fines del presente estudio suponemos que la función de producción, que relaciona los factores de producción y la producción final, está dada por la relación:

$$Y = A F(L, K) \quad (3)$$

La cual refleja la forma en que los agentes económicos toman los factores de la producción (insumos como el trabajo y capital), para convertirlos en bienes finales de consumo y que constituyen nuestra oferta exportable, y donde Y es la producción o PIB real (para fines de nuestro estudio tomamos como variable *proxy* el *IGAE* que ofrece datos mensuales); K representa el *stock* de capital físico como planta y equipo (para nuestro estudio suponemos índice de la inversión fija bruta como variable *proxy* de la misma); L es el trabajo que puede ser medido por el nú-

³ Los autores realizan un trabajo detallado sobre la metodología teórica para la medición de la productividad factorial total, incluyendo en un apartado el capital humano, este trabajo se realiza dividiendo al país en regiones y comprende mediciones en el periodo 1985–1998.

⁴ El artículo relacionado con Ritcher puede ser consultado en la web (<http://www.usc.es/~economet/aeceadepdf/aeceade39.pdf>).

⁵ La situación también es referenciada por Díaz-Bautista (2002).

mero de horas y el número de personas que trabajan; y A que mide lo que podemos denominar productividad factorial total o PFT.

Si A proporciona el valor de la productividad, entonces un valor elevado de A mostraría (bajo las mismas condiciones e insumos iniciales) altos niveles de producto y, por tanto, podemos sin duda referirnos a A como la productividad total factorial, misma que como se señaló anteriormente, puede ser mejorada por medio del avance y progreso tecnológico (un nivel más alto de A), la invención o adaptación de nueva tecnología (una K más elevada) o la elevación del nivel de destreza de la fuerza laboral (un mayor nivel de L).

Se supone por tanto que es posible realizar la representación de la forma funcional del tipo Cobb-Douglas en términos del trabajo y el capital de la siguiente forma:

$$Y = A L^\alpha K^\beta \quad (4)$$

Donde los parámetros se plantean: $0 < \alpha < 1$; $0 < \beta < 1$ y $\alpha + \beta = 1$.

De acuerdo a Amoroso *et al.* (2008)⁶ los exponentes α y β pueden diferir en cada país y para cada industria, pero no a través del tiempo; estos exponentes representan la proporción que se paga a cada bien por la producción realizada, por ejemplo, si el parámetro de α es .20 significa que sólo un quinto del producto se paga a ese factor, mientras que .80 restante se paga al factor β .

Al tener en cuenta lo descrito anteriormente, estamos en condiciones de calcular la PFT mediante la siguiente fórmula.

$$A = YL^\alpha K^\beta \quad (5)$$

Para el caso de México, la mejor aproximación se toma del trabajo de Amoroso referido anteriormente, donde se estima el valor de α para el total del sector manufacturero en 0.67, siendo β , por lo tanto, de 0.33.

⁶ El trabajo de Amoroso y su equipo de investigación, constituye uno de los análisis más completos sobre las ventajas comparativas de las exportaciones manufactureras mexicanas, con respecto a algunos de sus competidores como China o Taiwán.

3. El modelo

3.1 Especificación del modelo (análisis empírico)

Se estiman dos modelos, el primero para la PFT:⁷

$$\text{EXPORT}_t = F(\text{FBK}, \text{INDPEROC}, \text{PFT}, \text{PRODUSA}, \text{TC}, \text{W}) \quad (6)$$

Bajo la siguiente forma funcional:

$$\begin{aligned} d\log \text{EXPORT}_t = & \beta_0 + \beta_1 d\log \text{FBK}_t + \beta_2 d\log \text{INDPEROC}_t + \beta_3 d\log \text{PFT}_t + \\ & \beta_4 d\log \text{PRODUSA}_t + \beta_5 d\log \text{TC}_t + \beta_6 d\log \text{W}_t + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (7)$$

El segundo modelo contempla la productividad laboral, PL:

$$\text{EXPORT}_t = F(\text{CAPPLAN}, \text{FBK}, \text{INDPEROC}, \text{PL}, \text{PRODUSA}, \text{TC}, \text{W}) \quad (8)$$

Bajo la siguiente forma funcional:

$$\begin{aligned} d\log \text{EXPORT}_t = & \beta_0 + \beta_1 d\log \text{CAPPLAN}_t + \beta_2 d\log \text{FBK}_t + \\ & \beta_3 d\log \text{INDPEROC}_t + \beta_4 \end{aligned} \quad (9)$$

Donde:

CAPPLAN=es la capacidad de planta utilizada;⁸

FBK=representa la formación bruta de capital;

INDPEROC=muestra el índice de personal ocupado en el sector manufacturero;

PFT=es la productividad factorial total en la industria manufacturera;

PL=es la productividad laboral en la industria manufacturera;

PRODUSA=muestra el índice de producción manufacturera de los EUA;

TC=mide el índice del tipo de cambio real;⁹ y

W=representa el índice de salarios reales de la industria manufacturera.

⁷ El subíndice "t" en ambos modelos, indica que las variables se encuentran en función del tiempo.

⁸ La capacidad de planta utilizada se representa como el porcentaje de utilización de acuerdo al propio INEGI por lo que su valor máximo es 100.

⁹ El tipo de cambio real usado es el calculado por el Banco de México con precios consumidor y con respecto a 111 países.

La estimación de dos modelos responde a la necesidad de conocer el comportamiento que cada una de las productividades poseen en las exportaciones manufactureras, además del hecho de que si estimáramos un solo modelo con ambas productividades, tendríamos problemas de multicolinealidad (alta correlación) entre las variables con resultados espurios.

Además de las productividades laboral y factorial total, se incluye en el modelo la formación bruta de capital, que representa a aquellas inversiones que llevan a cabo las empresas con el fin de incrementar sus activos fijos, pueden ser obtenidos mediante compra directa o ser producidos por cuenta propia, y generalmente se incluyen como gastos en mejoras que prolongan la vida útil o la productividad de un bien; esta variable se incluye con el fin de conocer el posible efecto que esas inversiones en capital productivo tienen sobre la eficiencia industrial. El índice se utiliza como una aproximación sobre las variaciones que ha tenido este rubro en la industria manufacturera nacional, no sobra decir que su relación con la productividad ha sido ya documentada y demostrada en trabajos como el de Lechuga (1991) o Vergara (2006),¹⁰ en los cuales se reconoce su importancia.

Otras variables incluidas en el modelo son el tipo de cambio y el índice de producción de los EUA. El tipo de cambio se incluye por su importancia ampliamente reconocida en el comportamiento del comercio exterior de un país y su impacto en las exportaciones. Muchos han sido los estudios relacionados con esta variable, aunque como lo prueba el estudio realizado por Berretoni y Castresana (2007) para el caso de las manufacturas industriales argentinas,¹¹ el tipo de cambio pasa a un segundo término como determinante de las exportaciones, en relación con el crecimiento económico mostrado por los principales socios comerciales.

La segunda variable es un índice que se incluye como variable *proxy* de la demanda internacional, ya que siguiendo el estudio de referencia, se pretende capturar la demanda externa de los productos manufactureros; esto es posible para el caso de México ya que, como se vio en un capítulo previo, EUA representa el destino de cuando menos 80% de las exportaciones mexicanas.¹²

¹⁰ El trabajo de Vergara puede ser consultado en línea.

¹¹ El nivel de actividad y el crecimiento de los principales socios comerciales de un país, representan una influencia mayor a las exportaciones con respecto al tipo de cambio real. Los autores reconocen que este fenómeno no es exclusivo de economías como la Argentina, sino que ha sido explorado también para otras economías latinoamericanas.

¹² En la misma tesitura, Catao y Falcetti (2002), señalan que es importante incluir una función de demanda para las exportaciones, motivo por el que incluyen las mediciones del PIB de los principales socios de la Argentina, los países miembros del MERCOSUR.

Una variable que se considera importante son los salarios del sector. Ésta, al igual que en el caso de la formación bruta de capital, nos brinda una medida de la productividad de la mano de obra y su relación con las exportaciones, también ya ha sido documentado en trabajos como el de Canitrot (1983) para el caso de Argentina,¹³ o como el trabajo de Bernard y Jensen (1995) relativo al caso de los EUA.

Finalmente, como variables de control¹⁴ se incluye la capacidad de planta utilizada y el índice de personal ocupado. La capacidad de planta utilizada de acuerdo a INEGI se define como:

[...] la relación entre el volumen de la producción que se está obteniendo actualmente y el volumen o cantidad de producción que potencialmente podría generarse en un periodo de tiempo determinado, de acuerdo con las condiciones de infraestructura, equipamiento, procedimientos técnicos y organizativos que se utilizan actualmente en la unidad económica; así como los costos variables (materias primas y personal ocupado) que se van adaptando con base en las necesidades de producción.¹⁵

Por lo tanto, se incluye para aislar el posible efecto que tuvieran las importaciones en las exportaciones, cuando la producción se aproxima a la producción máxima.

El índice de personal ocupado se incluye con la finalidad de captar las variaciones atribuibles a la distorsión del mercado laboral de México y la variación en el nivel de empleo, es decir, el efecto que pueda existir debido a la contratación y despido de trabajadores en el sector, además de que la ocupación asociada a la producción considera a los trabajadores con un solo puesto, cuando en la realidad existen personas con más de una ocupación.¹⁶ Además de que este índice es de importancia para la productividad, al registrar la vinculación existente con la producción y la correspondencia al número de ocupaciones, que en promedio fueron requeridas para llevar a cabo los diversos procesos productivos.

¹³ El autor ubica el estudio a nivel macroeconómico agregado haciendo referencia a los vínculos existentes entre los niveles salariales y la oferta exportable de un país.

¹⁴ Las variables de control son usadas para capturar en ciertas asociaciones de las variables explicativas. Para mayores referencias sobre el uso de variables de control en este tipo de modelos remitirse a Jiménez *et al.* (1998).

¹⁵ La definición ha sido transcrita de INEGI.

¹⁶ El INEGI considera este índice como parte complementaria de las cuentas de producción y en la publicación del *Sistema de Cuentas Nacionales de México* (SCNM), en virtud de la importancia creciente que tiene para la industria.

La capacidad de planta utilizada resulta significativa en el modelo formulado con la productividad laboral, y no significativa en el modelo formulado con la PFT, lo cual puede ser explicado que en el segundo caso ya se incluía en el propio cálculo de la PFT de manera indirecta.

Los datos recopilados son de orden mensual, y comprenden el periodo que va de enero 2000 a enero 2008, esto se hace con el fin de contribuir al estudio de estos años, dado que la literatura que examina este espacio de tiempo es en realidad nula; además de que se aprovecha el hecho de que para el periodo de referencia se cuentan con series completas.

Las relaciones que se someten a prueba se presentan en forma de transformación logarítmica, esto con el objeto de obtener estimaciones de las elasticidades del indicador de exportaciones, respecto a sus determinantes y productividades correspondientes. Por otra parte, el indicador de los salarios se presenta con el ajuste estacional necesario (serie desestacionalizada), con el fin de evitar posibles distorsiones debido al fenómeno estacional de la serie.

Es importante reiterar que si bien nuestros indicadores pretenden ser reflejo de un mismo fenómeno (las exportaciones manufactureras), los resultados obtenidos al hacer este análisis no deben ser considerados como concluyentes en el comportamiento del fenómeno, sino más bien como resultados sugestivos y de posibles tendencias que genere algún interés para futuras investigaciones, esto debido a que así como la productividad no tiene una “única causa” que la explique, las exportaciones en su conjunto tampoco.

Previamente a la estimación de los coeficientes es necesario analizar las propiedades de las series con las que trabajaremos. Al trabajar con series de tiempo como en nuestro caso debemos evitar relaciones espurias, las cuales son el resultado de trabajar con series no estacionarias, por lo que se procede a realizar las pruebas correspondientes, tanto de raíz unitaria como de estacionariedad. En el Cuadro 1 se pueden ver los resultados que se obtuvieron para las pruebas de raíz unitaria Dickey–Fuller Aumentada (ADF) y Phillips–Perron (PP) así como para la prueba de estacionariedad Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS).

En las pruebas de raíz unitaria (ADF y PP), la hipótesis nula es que la variable a la cual se hace referencia tiene raíz unitaria (no es estacionaria), mientras que en la prueba KPSS la hipótesis nula es que la variable es estacionaria (no tiene raíz unitaria). “las pruebas de estacionariedad son convenientes para acrecentar la confiabilidad de los resultados, toda vez que las pruebas de raíz unitaria adolecen de bajo poder” (Cuevas, 2008).

Cuadro 1
Pruebas de raíz unitaria y de estacionariedad de las variables

| <i>Variable</i> | <i>Especificación</i> | <i>Estadística ADF; Ho: Raíz unitaria</i> | <i>Estadística PP; Ho: Raíz unitaria</i> | <i>Estadística KPSS; Ho: Estacionariedad</i> | <i>Orden de integración</i> |
|--------------------|-----------------------|---|--|--|-----------------------------|
| EXPORT | C | 2.869740 | -2.090970 | 1.113008** | I(1) |
| Δ EXPORT | C | -3.006843* | -20.72994** | 0.033325 | I(0) |
| CAPPLAN | C | -2.034091 | -3.332009* | 0.997692** | I(1) |
| Δ CAPPLAN | C | -7.723930** | -27.29351** | 0.077273 | I(0) |
| FBK | C | 2.249799 | -1.166525 | 1.074027* | I(1) |
| Δ FBK | C | -3.265409* | -18.78649** | 0.347143 | I(0) |
| INDPEROC | C | -2.421346 | -2.301587 | 1.078851** | I(1) |
| Δ INDPEROC | C | -8.011930** | -8.002186** | 0.678351* | I(0) |
| PFT | C | 0.443204 | -3.874815* | 0.504929* | I(1); I(0) |
| Δ PFT | C | -2.052695* | -12.27781** | 0.398539* | I(1); I(0) |
| Δ^2 PFT | C | -7.767472** | -34.09105** | 0.151791 | I(0) |
| PL | C y TD | -4.127013* | -4.066140* | 0.126582* | I(1); I(0) |
| Δ PL | C | -9.977562** | -13.97550** | 0.039213 | I(0) |
| PRODUSA | C | 0.664545 | 0.441242 | 1.041940** | I(1) |
| Δ PRODUSA | C | -9.699204** | -9.796973** | 0.387831* | I(0) ? |
| Δ^2 PRODUSA | C | -8.521298** | -74.66837** | 0.415269 | I(0) |
| TC | C | -1.280186 | -1.130013 | 0.702621* | I(1) |
| Δ TC | C | -7.643225** | -7.472775** | 0.184285 | I(0) |
| W | C | -3.204741* | -3.701188 | 0.957683** | I(1) |
| Δ W | C | -12.30427** | -19.98799** | 0.241212 | I(0) |

Fuente: Cálculos del autor, formato Cuevas (2008).

Notas: El símbolo Δ es el operador de primeras diferencias.

C=Constante.

TD=Tendencia Determinística.

*y ** significan el rechazo de la hipótesis nula a un nivel de significancia de 5% y 1%, respectivamente.

Podemos observar que las variables elegidas para nuestro modelo son estacionarias (I[0]) o en primeras diferencias, también conocidas como series integradas de primer orden.¹⁷ Para el caso del presente ensayo se trabajara con un

¹⁷ Una serie no estacionaria es integrada de orden n, si al diferenciarla n veces se transforma en estacionaria.

criterio de 5% de significancia (95% de confianza), como límite para las variables estadísticamente significativas.

4. Resultados empíricos

Las estimaciones que se presentan en el presente capítulo están basadas en el cálculo de la regresión a través del método de mínimos cuadrados ordinarios y la consecuente realización de las pruebas necesarias para corroborar la solidez de los resultados. En la primera parte del capítulo se hará referencia de manera exclusiva a los resultados obtenidos para la estimación correspondiente con la PFT, mientras que en el segundo apartado corresponderá a las estimaciones propias de la PL para al final poder llegar a algunas conclusiones acerca del trabajo.

4.1 Sobre la PFT

En el Cuadro 2 podemos observar la regresión múltiple para el caso de las exportaciones manufactureras en función de la PFT. En este caso podemos observar que todas las variables, como son la formación bruta de capital, índice de personal ocupado, la productividad factorial total, el tipo de cambio y los salarios resultaron estadísticamente significativos más allá de 5% de significancia esperado en un principio.

Se observa que los signos obtenidos para esta regresión se comportan de acuerdo a lo esperado en la teoría económica, dado que las exportaciones manufactureras son sensibles positivamente a un aumento en la formación bruta de capital (*fbk*), un incremento en el nivel de empleo del sector (*indperoc*) y desde luego a la PFT; mientras que son sensibles de manera negativa a un alza en los salarios (*w*), lo cual resulta obvio, pues cualquier incremento en este renglón encarecería los precios a nivel internacional y convertiría a la oferta exportable mexicana en una oferta menos competitiva en los mercados extranjeros.

La situación contrastante en esta ocasión es el signo del coeficiente relativo al tipo de cambio (*tc*), ya que la teoría económica muestra que una depreciación de la moneda local incentiva las exportaciones y, sin embargo, la regresión expresa la idea contraria, situación que refleja quizás el alto contenido de material importado en la producción de manufacturas nacionales, por lo que un elevado tipo de cambio vuelve más costosos los procesos y, por lo tanto, la oferta exportable, pues sólo hay que recordar la pobre integración de partes y componentes nacionales en los artículos manufactureros de exportación, los cuales no van más allá de 3–4%. Este mismo hecho se vuelve a presentar en la estimación realizada con la productividad laboral (Cuadro 4), mostrando por lo tanto consistencia con la idea expresada.

Cuadro 2
Estimación con PFT

| Variable Dependiente: D(LOG(EXPORT)) | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| <i>Variable</i> | <i>Coefficiente</i> | <i>Error estándar</i> | <i>Estadística t</i> | <i>Probabilidad</i> |
| C | 0.008123 | 0.002855 | 2.84512 | 0.0057 |
| D(LOG(FBK)) | 1.261547 | 0.144611 | 8.723709 | 0.0000 |
| D(LOG(INDPEROC)) | 3.682743 | 0.887522 | 4.149464 | 0.0001 |
| D(LOG(PFT)) | 1.323784 | 0.146794 | 9.018 | 0.0000 |
| D(TC) | -0.006612 | 0.002909 | -2.273335 | 0.0259 |
| D(LOG(W)) | -0.879192 | 0.290347 | -3.028076 | 0.0034 |
| AR(1) | -0.489239 | 0.073049 | -6.69742 | 0.0000 |
| AR(12) | 0.369751 | 0.077547 | 4.768111 | 0.0000 |
| MA(19) | -0.864592 | 0.042663 | -20.2655 | 0.0000 |
| R-squared | 0.849468 | S.E. of regression | | 0.005239 |
| Durbin-Watson stat | 2.175051 | Prob(F-statistic) | | 0.000000 |

Fuente: Elaboración y estimaciones propias.

El modelo contiene términos autorregresivos y de promedios móviles,¹⁸ mismos que son de utilidad para que los residuales tengan un comportamiento aceptable del conocido como ruido blanco, además de que estos procesos son de gran utilidad para la elaboración de pronósticos.

Con la finalidad de corroborar el comportamiento y la robustez del modelo, éste fue sometido a diversas pruebas. Los resultados pueden observarse en el Cuadro 3.

Al realizarle pruebas de normalidad, el modelo se comportó de manera satisfactoria, al presentar una distribución normal en los errores, lo cual se verificó por medio de la prueba de heterocedasticidad autorregresiva condicional (prueba ARCH) para llegar a la conclusión de que los residuales se comportaban de manera adecuada, de la misma forma para verificar que si presentaba homocedasticidad se le aplicó la prueba de heterocedasticidad de White, confirmando la hipótesis nula de homocedasticidad como se esperaba.

¹⁸ Para mayores referencias sobre los procesos autorregresivos (AR) y los procesos de medias móviles (MA) véase Pindyck y Rubinfeld (1998).

Cuadro 3
Pruebas de diagnóstico (ambas ecuaciones)

| <i>Prueba</i> | <i>Hipótesis nula (H₀)</i> | <i>Valor de la probabilidad</i> | |
|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------|
| | | <i>Caso del modelo:</i> | |
| | | <i>PFT</i> | <i>PL</i> |
| Correlación serial | Ausencia de correlación serial | 0.539531 | 0.155294 |
| Heterocedasticidad | Homocedasticidad | 0.915971 | 0.708039 |
| ARCH | Ausencia de ARCH | 0.483301 | 0.724957 |
| Normalidad | Normalidad | 0.865723 | 0.723121 |

Fuente: Elaboración y estimaciones propias.

Hay que señalar que en un principio la estimación contemplaba incluir el índice de producción de EUA (PRODUSA), pero al no tener un valor de probabilidad estadísticamente significativo se procedió a realizar las pruebas de variables redundantes, con las que se confirmó que en efecto resultaba redundante para nuestra estimación, y de haber forzado su inclusión probablemente habrían generado algún tipo de distorsión en el propio modelo, razón por la cual se optó por presentar el modelo sin esta variable redundante. De manera consistente, este hecho se presenta en la estimación realizada para la productividad laboral que se explica más adelante.

El que dicha variable no haya resultado significativa, también se explica en parte por el hecho de que, como se mencionó anteriormente, para este estudio se ha dejado de lado a la industria maquiladora de exportación (IME),¹⁹ la cual por sí misma representa aproximadamente 50% del total de las exportaciones manufactureras, y que es la que se encuentra más fuertemente vinculada con los EUA. Otras industrias (como la cervecera) están un poco más desvinculadas del mercado norteamericano.

Finalmente, al incorporar términos autorregresivos, se verificó el correlograma de la estimación para comprobar si su comportamiento era consistente con uno del tipo conocido como ruido blanco, y se verificaron de la misma forma que todas las raíces invertidas se encontraran dentro del círculo unitario, mostrando por medio de estas dos pruebas la estabilidad del modelo.

¹⁹ Reiteramos que la no inclusión de los datos correspondientes a la IME, se debe a las características especiales que tiene este tipo de industria sobre el resto del sector manufacturero, características ampliamente estudiadas por otros autores y que hacen diferenciar los propios datos por parte de instituciones oficiales como la Secretaría de Economía (SE) o el INEGI.

5. Productividad laboral

Para el caso de la estimación en función de la PL podemos observar en el Cuadro 4 que de nueva cuenta aparecen las variables de formación bruta de capital e índice de personal ocupado, desapareciendo la variable de salarios como estadísticamente no significativa; sin embargo, en este modelo las variables de la capacidad de planta utilizada y el tipo de cambio adquieren relevancia.

Nuevamente los signos se comportan de acuerdo a lo esperado bajo la teoría económica, y únicamente el tipo de cambio influye de manera negativa sobre el comportamiento de las exportaciones manufactureras; reiterando la idea presentada en el párrafo superior con referencia al tipo de cambio. Por otro lado, los signos positivos de las otras variables se interpretan en el sentido de que, cualquier incremento en la inversión mediante la formación bruta de capital (*fbk*) o la productividad laboral (*pl*), por ejemplo, tendrán un efecto positivo sobre la oferta exportable de la industria manufacturera mexicana.

Cuadro 4
Estimación con PL

| Variable Dependiente: D(LOG(EXPORT)) | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| <i>Variable</i> | <i>Coficiente</i> | <i>Error estándar</i> | <i>Estadística t</i> | <i>Probabilidad</i> |
| C | 0.002603 | 0.001169 | 2.22615 | 0.0290 |
| D(LOG(CAPPLAN)) | 0.844932 | 0.422042 | 2.002007 | 0.0489 |
| D(LOG(FBK)) | 0.582788 | 0.147373 | 3.954519 | 0.0002 |
| D(LOG(INDPEROC)) | 1.207118 | 0.365583 | 3.301903 | 0.0015 |
| D(LOG(PL)) | 1.025472 | 0.313276 | 3.273378 | 0.0016 |
| D(LOG(TC)) | -0.208227 | 0.075545 | -2.756331 | 0.0074 |
| AR(1) | 0.16386 | 0.087591 | 1.870742 | 0.0653 |
| AR(4) | -0.241154 | 0.086534 | -2.786802 | 0.0068 |
| AR(12) | 0.613341 | 0.098679 | 6.215492 | 0.0000 |
| MA(1) | -0.978539 | 0.011693 | -83.68842 | 0.0000 |
| R-squared | 0.810753 | S.E. of regression | | 0.041257 |
| Durbin-Watson stat | 1.827007 | Prob(F-statistic) | | 0.000000 |

Fuente: Elaboración y estimaciones propias.

En la presente estimación, al igual que en la primera, fue necesario realizar algunos ajustes por medio de la incorporación de términos autorregresivos y de medias móviles; lo anterior con la finalidad de que los residuales tuvieran un comportamiento consistente con ruido blanco. Esto se comprueba de manera gráfica

por medio del correlograma de los residuales y la gráfica del círculo unitario, en la cual presentan todas las raíces invertidas contenidas dentro; el hecho de que las raíces invertidas se encuentren al interior del círculo, es un claro indicio de que el modelo se comporta de una manera estable.

Las pruebas a las que fue sometido para confirmar su comportamiento fueron satisfactorias, puesto que los resultados arrojaron que los errores presentaban una distribución normal sin problemas de autocorrelación ni heterocedasticidad, como se puede apreciar en el Cuadro 3 en el cual, reiteramos, se incluyen los resultados de las pruebas de ambos modelos.

Conclusiones

Las exportaciones de las empresas del sector manufacturero han mostrado en los últimos veinte años un comportamiento más dinámico respecto a los demás sectores de la economía nacional. Desde mediados de los años ochenta las exportaciones de dicho sector han venido creciendo no sólo en volumen, sino también en la participación relativa del total de la balanza comercial de México, reemplazando de esta forma a bienes primarios, como los productos agrícolas e incluso al petróleo.

En cuanto a los determinantes de las exportaciones manufactureras que se eligieron para este análisis, los resultados muestran la importancia que tienen tanto la PFT como la PL para el crecimiento de la oferta exportable; puesto que la evidencia empírica para el periodo analizado muestra coeficientes logarítmicos superiores a la unidad. Este resultado indica que por tratarse de una regresión logarítmica, ésta se puede interpretar como la elasticidad de las productividades; y de acuerdo a las estimaciones mostradas, si cualquiera de las productividades tuviera un incremento en su tasa de crecimiento del orden de 1% (*ceteris paribus*), las exportaciones manufactureras mexicanas tendrían un incremento entre 102 puntos base (para el caso de la PL) y 132 puntos base (para el caso de la PFT).

Los coeficientes correspondientes al tipo de cambio en ambas estimaciones parecen tener un efecto más bien marginal en relación con la PTF y la PL, por lo que los resultados obtenidos en el presente trabajo son consistentes con otros trabajos (Cuevas, 2008; Berretoni y Castresana, 2007) en los que se muestra que variables tales como la productividad e incluso los niveles de crecimiento de los socios comerciales, tienen mayor relevancia e impacto en las exportaciones *versus* el tipo de cambio. De esto se desprende que las políticas orientadas al fomento de la oferta exportadora del sector deben estar principalmente dirigidas a incentivar la productividad (PFT y/o PL), creando por lo tanto ventajas de carácter dinámico y no

ser sustentadas en un tipo de cambio que en ocasiones resulte engañoso y no refleje una realidad económica ni de política monetaria.

Contrariamente a lo que se podría haber pensado en un principio, la demanda externa, representada por el índice de actividad industrial de los EUA, no tuvo un efecto importante en ninguna de las dos estimaciones presentadas a ningún nivel de significancia (1, 5 o 10%), aun cuando la evidencia tradicional muestra que el desempeño exportador de México se encuentra fuertemente asociado al ciclo económico de los EUA. El resultado obtenido es el reflejo de que nuestros principales bienes de exportación son producidos por la IME y que un componente importante de los bienes producidos por esta industria son bienes de consumo final.

Este resultado también plantea un desafío para el país en general y para el sector manufacturero en particular, el cual consiste en diversificar los destinos de las exportaciones manufactureras, hacia aquellas regiones donde México tiene escasa presencia comercial, y en las que se puede contar con ventajas competitivas.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, Roberto y López, Ricardo A. (2005). "Orientación exportadora y productividad en la Industria Manufacturera Chilena", *Cuadernos de Economía*, núm. 41, pp., 315-343.
- Amoroso, Nicolás; D. Chiquiar; E. Frago y M. Ramos Francia (2008). "Determinantes de la ventaja comparativa y el desempeño de las exportaciones manufactureras mexicanas en el periodo 1996-2005", *Documento de investigación del Banco de México No. 2008-1*.
- AW, Bee Yan y A. R. Hwang (1995). "Productivity and the export market: A firm-level analysis", *Journal of Development Economics* 47, pp. 313-332.
- Bernard, Andrew B. y J. Bradford Jensen (1995). "Exporters, Jobs, and Wages in U.S. Manufacturing: 1976-1987", *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics*, pp. 67-119.
- Berrettoni, Daniel y Sebastián Castresana (2007). "Exportaciones y tipo de cambio real: el caso de las Manufacturas Industriales Argentinas", *Revista del CEI No 9*, pp. 101-117.
- Canitrot, Adolfo (1983). "El salario real y la restricción externa de la economía", *Desarrollo Económico*, vol. 23, núm. 91, Buenos Aires, Argentina.
- Catao, Luis y Elisabetta Falcetti (2002). "Determinants of Argentina's External Trade", *Journal of Applied Economics*, V. pp. 19-57.
- Cuevas Ahumada, Víctor M. (2008). "Efectos de la productividad laboral en las exportaciones manufactureras mexicanas", *Comercio Exterior*, vol 58, pp. 465-479.

- Díaz-Bautista, Alejandro y Jorge Enrique Sáenz Castro, (2002). “Productividad total factorial y el crecimiento económico de México”, *Economía y Desarrollo*, vol. 1, núm. 1, pp. 105–180.
- Diebold, Francis (1998). *Elementos de pronósticos*, México: Thomson Editores.
- Girma, Sourafel, Richard Kneller y Mauro Pisu (2003). “Exports versus FDI: An Empirical Test”, *University of Nottingham*, GEP Research Paper 2003/21.
- Haddad, M. (1993). “How Trade Liberalization Affected Productivity in Morocco”, *Policy Research Working Paper 1096, Development Research Group, World Bank*, Washington, D. C. Processed.
- Hee Hahn, Chin (2004). “Exporting and performance of plants: evidence from Korean manufacturing”, *National Bureau of Economic Research*, Working Paper 10208, Cambridge, MA.
- Hernández Laos, Enrique (1985). “La productividad y el desarrollo industrial en México”, México: FCE.
- INEGI. (http://www.inegi.org.mx/lib/glosario/paginas/contenido.aspx?id_nivel=01020000000000&id_termino=219&g=een&s=est&c=10570&=).
- Greenaway, David y Kneller Richard (2003). “Exporting, productivity and agglomeration: A difference in difference analysis of matched firms”, *University of Nottingham*, GEP Research Paper 2003/45.
- Jiménez, Félix *et al.* (1998). “Competitividad en la industria manufacturera peruana 1985–1995”, *mimeo*, Lima, Perú.
- Kast, Freemont y J. Rosenzweig (1998). “Administración en las organizaciones—enfoque de sistemas y contingencia”, 2da. edición, México: Mc. Graw Hill.
- Krugman P. y M. Obstfeld (2006). “Economía internacional: teoría y política”, 7a edición en Español, Madrid: Mc. Graw-Hill.
- Lechuga Montenegro, Jesús (1991). “Formación bruta de capital y modernización manufacturera en México, 1980–1989”, *Análisis Económico*, septiembre–diciembre, 1991, vol. IX, núm. 19, UAM-Azcapotzalco, México, pp. 79-94.
- Pindyck, Robert y Daniel Rubinfeld (1998). “Econometría, modelos y pronósticos”, 4a edición en español, México: Mc. Graw-Hill.
- Vergara, Rodrigo y Rosario Rivero (2006). “Productividad sectorial en Chile: 1986–2001”, *Cuadernos de Economía*, vol. 43, núm. 127, pp. 143–168.
- Vergara, Rodrigo (2006). Instituto de de Economía de la Pontificia Universidad Católica de Chile: (http://www.economia.puc.cl/index/paginas_profesor.asp?id_pagina=69&id_profesor=24&id_seccion=4&id_subsecciones=118).
- Wagner, Joachim (2005). “Exports and Productivity: A Survey of the Evidence from Firm Level Data”, *Working Paper in Economics*, núm. 4.
- STPC, CCE, Congreso del Trabajo (http://www.productividad.org.mx/estadistica/PDF/Metodologia_Manufactura.pdf).