

Estándares de calidad, productividad y exportaciones en las firmas manufactureras Colombianas

Jairo Nuñez
Alejandro Granados*

2020

Resumen El presente documento es una investigación sobre la relación existente entre los estándares de calidad, la productividad y exportaciones de las firmas manufactureras colombianas. Este producto presenta un análisis entre 2007-2018 con la Encuesta Anual Manufacturera, Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica a nivel de firma. Se analizan los diferentes tipos de variables de calidad, incluyendo las certificaciones, sobre la productividad de las firmas y los precios de los insumos y productos. Se encuentra que los certificados de calidad en los productos, mejoras en procesos e inversión en CTI tienen un efecto positivo sobre la PTF y los precios de los bienes e insumos de las firmas.

*Este documento fue financiado con recursos del Departamento Nacional de Planeación para la misión de internacionalización.

Contents

1	Introducción	3
2	Revisión de Literatura	5
3	Datos y Mediciones	7
4	Análisis Econométrico	11
4.1	Calidad de insumos	11
4.1.1	Salarios	11
4.1.2	Consumo intermedio y materias primas del exterior	13
4.2	Calidad de los productos	13
4.3	PTF y estándares de calidad	14
5	Conclusiones y recomendaciones	17
6	Anexos	21
6.1	Estimación PTF por medio de variables control	43

1 Introducción

La acumulación del capital, el crecimiento del factor trabajo y el cambio tecnológico son determinantes del crecimiento económico, como también lo es la contribución de la innovación (en procesos, productos, servicios y/o en formas de organización). Por su parte, el papel de la calidad de los bienes, servicios o procesos es reconocido como elemento cardinal de competitividad empresarial. En particular, la calidad de un bien/servicio es una propiedad que representa bienestar para el consumidor (y la sociedad), vale decir, con la calidad se refuerza la competitividad de la unidad productiva¹.

No obstante, la producción de bienes de calidad y el cumplimiento de un buen servicio no constituye necesariamente una contribución para el crecimiento económico en tanto no esté encuadrada dentro de un proceso productivo adecuado. En este sentido, un proceso productivo que fabrique productos sin defectos, o derive en la prestación de servicios que cumplan con un mínimo de especificidades y satisfagan al consumidor, constituye una práctica generadora de beneficios sostenibles en el tiempo: calidad se correlaciona con crecimiento y una mayor dinámica del comercio internacional.

La dinámica de las exportaciones también se puede ver afectada por la calidad de los diferentes productos del sector manufacturero que comercializa el país con el resto del mundo. Las distintas calidades de los productos logran que los bienes sean considerados como bienes diferenciados, por lo que medir esta calidad se vuelve fundamental al analizar el comercio internacional del país. Sin embargo, existen varias dificultades para realizar esta medición. Colombia se ubica entre los países con mayores costos de exportación en temas de obtención, preparación y envío de documentos necesarios para el transporte, inspección y despeje de los productos, tanto para el país de origen como para el país de destino y los de tránsito (Gráfico 1)².

En este sentido toma mucha relevancia analizar el desempeño internacional de Colombia, que depende altamente de la exportación de hidrocarburos y productos agrícolas como café, banano y flores, y en menor medida del sector manufacturero lo cual limita la creación y contribución del empleo y el valor agregado [OECD \(2019\)](#). Evidenciado por la diferencia entre el valor agregado generado por el sector manufacturero, el cual fue tres veces menor a su producción bruta para el año 2018 (94,4 vs 260,3 billones de pesos) respectivamente [DANE \(2019\)](#).

Por otro lado, es claro que no solamente el crecimiento económico depende de la

¹evidentemente, acá la calidad se entiende como cumplimiento de especificaciones fijadas por el cliente

²En particular, Colombia se ubica de octavo en la región con mayor costo de exportación siendo igualado por Perú y una gran brecha con respecto a Bolivia y El Salvador que tienen el mejor desempeño. Esto muestra los problemas que enfrenta el país en temas de comercio exterior.

abundancia de los factores trabajo y capital sino también de la productividad con la cual estos se aplican a la generación del producto. Complementariamente, un componente clave de tal productividad lo constituye el desarrollo de conocimiento tecnológico de innovación, así como la concomitante difusión, en la cual las normas o estándares juegan un papel decisivo, mismos que representan puntos de referencia para el comercio, la calidad y la seguridad, entre otros. En tal sentido, los estándares constituyen un mecanismo para la difusión del conocimiento tecnológico y por lo tanto un elemento clave de la productividad. Con todo, los resultados de correlación positiva entre la Productividad Total de los Factores (PTF) y el crecimiento económico son apenas indicativos del papel de las normas o estándares dentro de la economía; para el caso, estándares referentes a las normas de calidad.

En la actualidad, el escenario internacional cuenta con una especie de autorregulación que establece una normativa en cuestiones referentes a la calidad de los bienes y servicios transados, de tal modo que con su ejercicio se facilita y se estimula el comercio internacional. Al respecto, dada la gran heterogeneidad de estándares de calidad entre países, organismos internacionales como la Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization, ISO) han pretendido normalizar los estándares de calidad de tal manera que se reduzca la incertidumbre entre los agentes en cuestiones referentes a la calidad de los bienes y/o servicios.

La normalización señalada no insta una estandarización internacional acerca de parámetros específicos mínimos que deben cumplir los bienes y servicios transables, sino más bien determina unas pautas internacionales de calidad que deben observar las empresas dentro de sus procesos productivos, de tal manera que la calidad de los bienes o servicios producidos sea efectivamente lograda. El cumplimiento de la normativa ISO 9000 supone la obligación de contar con un procedimiento de gestión de la calidad en los procesos productivos.

Por su parte, contar con certificación o certificaciones de la familia ISO 9000 supone para las empresas unas ventajas adicionales que no poseen las empresas carentes de tales. Para empezar, los consumidores usualmente asocian la familia de normas ISO 9000 con productos o servicios de alta calidad. En adición, la adquisición del Certificado ISO es un requisito habilitante para poder hacer negocios con muchas empresas en el ámbito internacional o para contratar con el Estado (en algunos países).

Otras variables proxy que se pueden usar para tener una aproximación de la calidad son el precio de los bienes exportados y de los insumos, que se puede considerar como una forma de observar la variabilidad de la calidad. No obstante, se debe tener en cuenta que una fracción de la diferencia de precios puede ser por los costos de producción o ineficiencias, en vez de la calidad del producto. Por otro lado, la relación de la calidad de los productos y su capacidad de producción está estrechamente relacionada con el nivel de desarrollo de cada país [Cusolito and](#)

Maloney (2018). Krishna et al. (2020) muestran una correlación positiva entre el nivel de desarrollo de los países y el nivel de calidad en los productos (Gráfico 2).

El objetivo de este documento es evaluar y analizar el efecto de las diferentes variables de calidad y certificaciones por medio de la EDIT con la EAM para como una aproximación directa a las exportaciones de los países de altos ingresos utilizando los precios de los insumos y productos. Esto contribuye a la literatura, no solo por el uso de los cruces de diferentes bases de datos a nivel de firma incluyendo comercio exterior, sino también estimando y utilizando variables de calidad directas para cada una de las firmas del sector manufacturero colombiano teniendo en cuenta sus diversas características, lo que lo vuelve un enfoque fundamental en términos de qué tipo de elementos pueden llegar a contribuir más incrementando la posibilidad de que los países exporten a países de altos ingresos y a la vez por efecto de una mejor asignación en los recursos puedan incrementar su tamaño dependiendo de las diferentes medidas existentes.

En el presente documento la sección 2 muestra la revisión de literatura sobre estos temas, seguido de los datos y mediciones utilizados. En la sección 4 se analizan los resultados obtenidos, y en la última sección se describirán las conclusiones y recomendaciones.

2 Revisión de Literatura

En el marco del comercio internacional han existido varios enfoques y diversos campos a estudiar, uno de ellos es la importancia de la calidad de los bienes en las exportaciones y si esta característica efectivamente cumple un rol esencial en las exportaciones de un país (Alessandria et al., 2020). Hallak (2006) muestra empíricamente cómo la calidad de los productos efectivamente posee un papel importante en el comportamiento del comercio internacional de los países. Para el caso de Portugal Bastos and Silva (2010) encuentran que las firmas con alta productividad tienen una tendencia a exportar una mayor cantidad de productos y a un mayor precio, especialmente a países ricos, siendo consistente con una mejor calidad de los productos. Görg et al. (2010); Baldwin and Harrigan (2011) prueban que en Hungría y Estados Unidos respectivamente, las firmas colocan precios más altos dependiendo de la distancia entre los países, por lo tanto, los productos más caros son los que se venden en los mercados más lejanos. Crinò and Epifani (2012); Curzi and Olper (2012) exponen que el comportamiento de las firmas italianas no es muy diferente a los demás, la producción está relacionada con el lugar de destino, siendo la calidad un requisito para poder acceder al mercado de los países de altos ingresos.

Brambilla et al. (2012) miran la relación entre el destino de exportación y la contratación de mano de obra calificada en las empresas para Argentina, mostrando que existe una relación entre estas dos variables, en donde las firmas que con-

trataban mano de obra más calificada exportaban a países de mayores ingresos los cuales, a su vez, valoran más la calidad de los bienes. A la vez [Brambilla and Porto \(2016\)](#) encuentran para México y Argentina que las empresas que exportan a países de mayores ingresos, pagan mayores salarios a sus trabajadores como resultado de ser mano de obra calificada, lo que genera mayor calidad a los productos. El enfoque de [Demir et al. \(2021\)](#) estudia la relación de comercio entre firmas que son intensivas en habilidades.

Para el caso de la industria colombiana [Carranza et al. \(2014\)](#) caracterizan la interacción de las exportaciones con la producción doméstica, la demanda externa y otras variables a nivel del producto de cada uno de los sectores. Encuentran que a lo largo del periodo (2000-2010) hay una correlación positiva entre el valor agregado y las exportaciones sectoriales, lo que resalta la importancia de los mercados externos para el crecimiento de la industria nacional. A su vez [Carranza et al. \(2020\)](#) describen la relación entre la calidad de los bienes e insumos de las empresas manufactureras colombianas y el nivel de ingresos de sus mercados de exportación. Muestran que existe una correlación positiva entre las medidas de la calidad del producto y de los insumos y las medidas del ingreso per cápita de los mercados de exportación.

Otras variables que llegan a influir en la calidad de los productos y sus exportaciones, como el desarrollo de la economía y el tamaño de las empresas. [Kugler and Verhoogen \(2011\)](#) hacen este análisis para el caso colombiano en el periodo de 1982-2005, encontrando que emplear insumos de calidad produce productos de calidad, pero condicionado al tamaño de las empresas, por lo que se genera una correlación positiva entre los precios de los productos y de los insumos con respecto al tamaño de la firma. Mientras [Manova and Zhang \(2012\)](#) llegan a resultados similares para la industria China, resaltando que los principales exportadores emplean materia prima de mejor calidad para producir bienes de mayor calidad.

Por otro lado, según la literatura y los datos acerca de empresas con sistemas de gestión de la calidad, no todas las unidades productivas cuentan con certificación alguna de la familia de normas ISO 9000 (especialmente gran parte de las pymes). Tal carencia obedece a varias razones, tal como, a los costos que implican la implantación de un sistema de calidad, para su montaje y la puesta en marcha de este, así como, a la falta de conciencia por parte de los directivos y del personal acerca de los beneficios que involucra la instauración de un sistema adecuado de gestión de la calidad, en particular, en el incremento de la productividad, el acrecentamiento de oportunidades y la mejora reputacional, entre otras.

Igualmente, de acuerdo con [Martincus et al. \(2010\)](#), quien mediante un análisis sobre el impacto de la certificación en el desempeño de las exportaciones a nivel de empresa para Argentina durante el período 1998-2006, asegura que la certificación ISO ha ayudado efectivamente a las empresas argentinas a expandir sus exportaciones, a lo largo del margen extensivo, esto principalmente en términos de países

de destino, así como a lo largo del margen intensivo. Por su parte, [Goedhuys and Sleuwaegen \(2016\)](#), afirman que la certificación juega un papel importante en reducir los costos de transacción en los mercados internacionales, al mismo tiempo que mantiene y aumenta la eficiencia.

[Adams \(1999\)](#), a partir de un modelo de regresión logística, con datos transversales de 1994 para Nueva Zelanda, encuentra que la acreditación ISO se relacionó positivamente con el tamaño de la empresa, el conjunto de oportunidades de inversión y la segmentación del mercado. Así mismo, [Castagnino \(2006\)](#), afirma que las firmas que se han certificado algún estándar de calidad internacional muestran, en conjunto, un mejor desempeño relativo en los mercados internacionales. Así como, que la permanencia en los mercados internacionales está asociada al estado de certificación (las empresas que registran certificaciones de calidad llevan más años exportando).

Según [Peñaloza \(2016\)](#), las certificaciones de calidad tienen un impacto significativo en la internacionalización de las empresas, y, cuantitativamente, la implementación de estas aumenta en un 20% la probabilidad de que la empresa se internacionalice. Esto, de acuerdo con el autor, demuestra que la certificación internacional es una estrategia que genera ventajas competitivas diferenciadoras entre las empresas y contribuye a una mayor inserción de los mercados internacionales.

De igual forma, existe bastante evidencia empírica que apoya la relación positiva entre el desempeño económico (crecimiento del producto) y la gestión de la calidad en el proceso productivo. Para el particular, estudios como el de [DIN \(2011\)](#) para Alemania , y el de [AFNOR \(2009\)](#) para Francia , entre otros, señalan impactos positivos en el crecimiento económico, efectos que se corroboran mediante la inspección de la evolución de la PTF y elementos relacionados con la administración de la calidad.

3 Datos y Mediciones

Para estudiar la relación entre la calidad de los productos e insumos con destinos de exportación, y la relación entre productividad y calidad, se obtuvieron tres bases de datos que contienen la información a nivel de firma y establecimiento del sector manufacturero en Colombia. La primera base de datos que utiliza información a nivel de firma es la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para el periodo 2000-2018 donde se encuentran variables características de las firmas como el número de trabajadores contratados, salarios de los trabajadores, total de ingresos, y el valor del consumo intermedio de la firma. Se utiliza la clasificación CIU para agrupar en qué se especializa cada firma, lo que permite tener el enfoque en las empresas manufac-

tureras, eliminando aquellas que se dedican a procesar commodities ³. Al contar con varios establecimientos por firma, se agregó el valor de los establecimientos para poder obtener el valor anual de la firma.

Esta agregación por establecimiento se hizo para todas las variables excepto las que dan información sobre las características de la firma, como el departamento o el número de identificación de la empresa. Para este proceso se construyó una variable agregada, la cual contiene la suma de los valores por empresa de sus diferentes establecimientos, de esta forma poder obtener el valor global de la firma. A su vez, la variable de porcentaje de ventas al exterior se modificó para dejarla de tal forma que efectivamente estuviera en términos porcentuales, dado que para esta variable el DANE la ha manejado con diferentes metodologías a través de los años, siendo realmente el porcentaje de ventas al exterior hasta el año 2007. Después de este año se maneja la variable como el valor continuo de las ventas al exterior en vez del porcentaje que representaba sobre sus ventas. Para estos últimos años se dividió por el valor de las ventas totales de la empresa.

Para las variables de mejoras de calidad e innovación se utiliza la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT-DANE) para el periodo 2007-2018 que contiene variables como la capacitación de trabajadores, mejoras en los procesos de producción, innovaciones en las líneas de productos, certificaciones de calidad, entre otras. Esta encuesta se encuentra de forma bienal, es decir, encontramos dos años diferentes en la misma encuesta, partiendo del 2007 y 2008 en la primera base y la última 2017-2018, para poder obtener los valores anuales se duplicó toda la base y de esta forma poder contar con un valor anual para cada año y de esta forma ya no aparece una base para 2007 y 2008, sino que se puede tener la base de 2007 y 2008. Adicionalmente a las variables que median el impacto de la calidad en nulo, medio o alto, fueron recodificadas para que cuando tomen el valor de 1 sea nulo, 2 un efecto medio y 3 un efecto alto.

Para la información de comercio internacional se obtienen los datos del DANE y Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). Estas bases de datos de comercio internacional incluyen los valores en dólares de las exportaciones e importaciones de las firmas y su volumen en kilogramos. Detalla la información sobre el país de destino y origen del país de acuerdo con la clasificación Nandina. A estos datos de comercio internacional se les realizó una agregación por año para cada firma. Adicionalmente se adicionó la información sobre el ingreso de los países obtenida del Banco Mundial, para clasificar y ordenar los países de destino de las exportaciones. Clasificando los países por el nivel de ingreso usando el método Atlas del Banco Mundial.⁴ De esta manera se establece si es un país de bajo, medio-bajo, medio-alto o alto ingreso de acuerdo con el ingreso per cápita de los países para el año 2013. Finalmente se realiza un cruce a nivel de firma para los

³(CIU 230 & 270)

⁴Los grupos según ingreso son: Bajo ingreso USD \$ 1,035 o menos; medio-bajo USD \$1,036 - 4,085; medio-alto USD \$4086-12,615 y alto ingreso USD \$12,616 o más.

años 2015-2018.

El rol de los certificados de calidad en productos y procesos es uno de los elementos más reconocidos en la capacidad de exportar de las firmas por lo que su caracterización con las firmas es fundamental⁵. Para el caso Colombiano la tabla 1⁶ muestra que la relación de los certificados de calidad en los productos incrementa con el tamaño de la firma por medio del número de empleados. En particular, en promedio entre 2007 y 2018 las firmas de tamaño mediano y grande tuvieron un porcentaje de 9.2% y 16% con al menos una certificación, respectivamente, reforzando el argumento que se encuentra en la literatura, en donde un mayor tamaño de la firma implica una mayor calidad del producto [Kugler and Verhoogen \(2011\)](#).

De igual forma se puede observar que para el periodo 2015 y 2018 las grandes firmas tienen un precio promedio de exportación mayor respecto al resto. Por otro lado, la tabla 2⁷ muestra que en promedio no necesariamente se conserva la relación de la asociación de calidad en los productos con un mayor tamaño de la firma utilizando como variable categórica el porcentaje vendido al exterior. Esto muestra que las firmas que concentran la mayor cantidad de certificados y exportan son las de tamaño medio con 12% en promedio entre 2007 y 2018. Complementario al tamaño de las firmas por número de trabajadores, la tabla 3

va en la misma línea, en este caso clasificando las firmas por su valor en las ventas⁸, siendo en promedio para el periodo 2007-2018 solo el 14% de las firmas medianas son las que cuentan con certificados de calidad en sus productos, en comparación a las microempresas que tan solo 2% cuentan con un certificado de calidad en los productos. También, se mantiene la dinámica de una gran diferencia entre los precios FOB de las firmas, en donde las medianas empresas son las que tienen un precio FOB promedio mayor. Para calcular el porcentaje de empresas que poseen certificados se dividieron el número de firmas que tenían al menos 1 certificado de calidad por su tamaño y año y se dividió en el número total de empresas de ese tamaño según su clasificación para cada año.

Para el caso de los certificados del procedimiento también se puede observar

⁵(Ver [Martincus et al. \(2010\)](#); [Goedhuys and Sleuwaegen \(2016\)](#); [Adams \(1999\)](#); [Castagnino \(2006\)](#); [Peñalosa \(2016\)](#); [Chen et al. \(2006\)](#); [Clougherty and Grajek \(2014\)](#); [Hudson and Jones \(2003\)](#))

⁶Definiendo una microempresa como aquella que cuenta con no más de 10 empleados, pequeña empresa si tiene entre 10 y 50 empleados, mediana empresa cuenta con más de 50 y menos de 200 empleados y la gran empresa es aquella con 200 o más empleados

⁷El tamaño por exportación se definió por el porcentaje que implica sobre sus ventas, siendo pequeña exportadora si solo el 30% de sus ventas se exporta, media si exporta más del 30% y menos del 70% y gran exportadora si exporta más del 70% de sus ventas

⁸Esta clasificación se hizo con base en el decreto 957 de 2019 de la cámara de comercio, donde estipula el tamaño según el valor de ventas. Microempresa menor o igual a 23.563 UVTs, pequeña empresa sea mayor a 23.563 UVTs y menor o igual a 204.995 UVTs y la mediana empresa que tenga más de 204.995 UVTs y un valor menor o igual a 1'736.565 Unidades de Valor Tributario

en la tabla 4 como es mayor la relación entre el tamaño por número de empleados y los certificados a medida que el tamaño de la empresa aumenta. Viendo que en promedio para el lapso del 2007-2018 las empresas medianas y grandes poseen un 21% y 33%, respectivamente, de tener al menos un certificado de calidad en el procedimiento. Durante el 2015 y 2018 las empresas medianas y grandes tuvieron más del 10% y 20% de tener al menos 1 certificado. Mientras que si se analizan las empresas por su capacidad exportadora en la tabla 5, se puede observar cómo las medianas empresas son las que más certificados tienen en promedio para los años 2007-2018, contando con un promedio del 21% de las empresas con al menos un certificado, al igual se puede observar que no existe una gran cantidad de empresas medianas o grandes exportadoras.

Por medio del tamaño de las empresas por su valor de ventas en la tabla 6 se puede entender porqué no hay tantas empresas exportadoras, ya que en relación con el tamaño por ventas las empresas medianas son las que cuentan con un promedio del 29% de tener un certificado en sus procedimientos, contraste fuerte con las empresas pequeñas que solo cuentan con un 5% y son la mayoría de empresas. Todos estos resultados evidencian la existente relación que hay entre un mayor tamaño de empresa y una mayor calidad en los procedimientos de las firmas. Al igual que con la calidad de los productos, para hallar el porcentaje de empresas que tienen certificados de calidad sobre sus procesos se tomaron todas las empresas que tuvieran al menos un certificado del proceso y se dividieron entre el total de empresas que hay por tamaño y año. Manteniendo la dinámica de que las empresas medianas y grandes son aquellas que tienen mayor porcentaje de certificados de calidad de los procesos, a pesar de ser una menor cantidad de firmas las que se encuentran en estas categorías.

Al examinar las estadísticas descriptivas de las diferentes estimaciones de la productividad, se observa en la tabla 7 que la especificación de OP reporta valores bastante superiores de la PTF a las demás, esto se debe a que si las firmas expanden la producción mediante el consumo intermedio, al no ser incluido este término en la ecuación, la proxy de productividad estaría sobrestimada puesto que la productividad no observada estaría correlacionada con las otras variables. Los métodos de LP y Wooldridge corregirían este sesgo produciendo valores insesgados de la productividad cuando se produce los choques que llevan a las firmas a expandir la producción con el objeto de maximizar su utilidad.

4 Análisis Econométrico

En esta sección se presentan los principales resultados y análisis de las regresiones realizadas con la base de datos construida para las firmas manufactureras colombianas con relación a las diferentes variables de calidad que afectan los precios de los insumos y productos.

4.1 Calidad de insumos

4.1.1 Salarios

Para medir la calidad del trabajo la literatura utiliza el salario promedio que cada firma paga a sus trabajadores, de manera que un mayor salario puede incrementar la capacidad exportadora de las firmas. Específicamente, la medida de calidad de trabajo a nivel de firma es el salario medio q_{it} , donde:

$$q_{it} = \beta_0 + \beta_1 HI_{it} + \beta x'_{it} + \theta_{1i} + \theta_{2t} : \theta_{3i} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

Esta ecuación relaciona una medida de precio del insumo q_{it} en la firma i y en el año t con un indicador de calidad que incrementa estos precios y a su vez la capacidad de exportación de la firma, HI_{it} . Esto a su vez incluye con controles para las características de la firma x'_{it} y un efecto fijo θ_{it} el cual varía a través de las especificaciones.

Para este caso se realizaron diferentes estimaciones con diferentes medidas de salarios sobre diferentes variables de calidad de la EDIT. Las tablas 10, 12, 14 y 15 resumen los diferentes resultados de estimación realizados para diferentes tipos de salario medio, el primero corresponde al salario medio de todo el personal ocupado permanente, el segundo para el salario medio de los trabajadores técnicos permanentes, el tercero al salario medio de los trabajadores obreros permanentes y el último corresponde a el salario medio de los trabajadores administrativos permanentes⁹.

Estas variables dependientes fueron estimadas con diferentes variables de calidad como la mejora en la calidad de bienes y servicios, aumentos en la productividad debido a la mejora de bienes significativamente mejorados, reducción de los costos laborales debido a mejoras significativas en los bienes y servicios o mejoras en los procesos de producción, reducción en el uso de materias primas debido a la mejora de bienes y servicios o mejoras en los procesos de producción, entre otros. En particular, estas mediciones con estas variables de calidad debido a su construcción permiten medir el efecto del cambio de estado sobre la variable dependiente¹⁰. Por ejemplo, para el caso de mejora en la calidad de los bienes o

⁹No se incluyen los empleados temporales dado que no muestran necesariamente la estructura de las firmas sino a elementos estacionales.

¹⁰Las variables independientes de calidad están construidas a un rezago de un año.

servicios las firmas deben reportar si esta mejora fue nula correspondiente a 1, media correspondiente a 2 y alta correspondiente a 3¹¹. De esta manera, se define el cambio de 1 a 2 o de 2 a 3 como un cambio de estado de la variable de calidad sobre su variable independiente.

La tabla 10 muestra la relación entre salario medio de las firmas y diferentes medidas de calidad. En las columnas 1 y 3 se muestra como la mejora en la calidad de los bienes o servicios mantienen una relación positiva y significativa con el salario medio, siendo bajo efectos aleatorios para la columna 1 y con efectos fijos con las segundas variables de control para la columna 3, en específico el hecho de cambiar de estado en mejora de la calidad de nulo a medio o medio a alto incrementa el salario promedio 2%, dejando todo lo demás constante. La columna 2 muestra que al incluir las primeras variables control esta variable de calidad pierde significancia. En las columnas 4, 5 y 6 se observa como el número de certificados de calidad de los procesos de las firmas bajo efectos fijos son significativas incluyendo o no las diferentes variables control. A diferencia del número de certificados de calidad de los productos, en los cuales ya pierde significancia al incluir las segundas variables control como se puede observar en la columna 9. La inversión en ciencia, tecnología e innovación, columnas 10, 11 y 12, también resulta significativa para el salario medio bajo efectos fijos incluyendo o no las variables control.

Para el salario técnico promedio la tabla 12 muestra en la columna 1 y 3 que el tener proyectos nuevos o significativamente mejorados posee un efecto positivo y significativo sobre el salario medio de técnicos bajo efectos fijos y con las segundas variables control. Provocando un aumento del 10% u 9% respectivamente sobre el salario y dejando lo demás constante. La reducción de los costes laborales fruto de la introducción o mejora de bienes o la implementación de procesos nuevos o mejorados se vuelve una variable significativa y que afecta positivamente este salario medio bajo las variables control y con efectos fijos, excepto para el caso sin variables control en la columna 4, siendo significativa y positiva, pero con efectos aleatorios. En la columna 7 observamos como la reducción en los costes materiales gracias a la introducción de una mejora de bienes es significativa y positiva solo para el modelo sin variables control, aumentando un 7% el salario y dejando todo lo demás constante. Mientras que obtener un certificado de calidad para el proceso de la firma solo resulta positiva y significativa si se le incluyen las primeras variables control bajo efectos fijos, por lo que si la empresa si obtiene un certificado de calidad, el salario se ve aumentado en un 9%.

En el caso del salario medio de obreros en la tabla 14 solo resulta significativa y positiva el número de certificados de calidad de los procesos que la firma tenga, columna 2, incluyéndole las variables control. entonces al aumentar en 1% el

¹¹Pregunta en particular: Señale el grado de importancia del impacto, que tuvo sobre los siguientes aspectos de su empresa durante el período 2014 - 2015, la introducción de servicios o bienes significativamente mejorados, y/o la implementación de procesos nuevos o significativamente mejorados, de métodos organizativos nuevos, o de técnicas de comercialización nuevas.

número de certificado, el salario medio obreros incrementa en un 5%.

Para el caso de los salarios promedio de los administrativos la tabla 15 muestra como el aumento en la producción, la reducción de costes laborales y de materias, junto al CTI, tienen un efecto positivo y significativo para el salario medio de administrativos. En la columna 2 se puede observar si efectivamente hay un aumento en la productividad, el salario aumentará en un 4%, mientras que la reducción en costes laborales y materiales solo tendrá un efecto del aumento del 2% para el salario, columna 5 y 8 respectivamente. Mientras que al invertir un 1% más en CTI solo aumenta un 0.8% del salario administrativo medio.

4.1.2 Consumo intermedio y materias primas del exterior

Otra medida de impacto en la calidad y exportaciones es el consumo intermedio o las materias primas que importan las firmas para producir sus bienes. Las tablas 17 y 18 muestran la relación entre las materias primas compradas en el exterior con el consumo intermedio y la relación entre las materias primas compradas en el exterior con respecto a las materias primas compradas en total.

En la columna 1 y 3 de la tabla 17 muestra como el número de certificados en la calidad de los procesos de la firma afectan positivamente esta relación en un 0.1%, manteniendo lo demás constante, al igual que en número de certificados de calidad del producto en la columna 5. Para la razón entre materias primas del exterior y el total la tabla 18 también el certificado de calidad, tanto en procesos como de producto afecta en un 0.1% a la razón, independientemente de la variables control que se empleen. De esta forma dejando ver la relación que existe entre la calidad del producto y de los procesos con la materia prima que se usa, evidenciando que un aumento en la certificación de calidad de los productos y procesos implica un aumento en la cantidad de materias primas del exterior.

4.2 Calidad de los productos

Debido a que la relación entre calidad y exportaciones de las firmas es directa, se espera que las variables de calidad tengan un impacto positivo. La tabla 8 resume los resultados que muestran en la columna 1 que el efecto de emprender proyectos para mejorar los bienes producidos o cadenas de producción puede incrementar en un 0.3% el porcentaje de ventas al exterior, manteniendo lo demás constante. Ahora bien, en las columnas 4, 7 y 10 se puede observar como se espera, la importancia que tienen los certificados de calidad con respecto al porcentaje de ventas al exterior, ya que al obtener un certificado de calidad de los procesos aumenta el porcentaje de ventas en un 0.5%, mientras que al aumentar en un 1% la cantidad de certificados de calidad de los procesos y de los productos incrementa el porcentaje de las ventas al exterior en un 0.9% y 0.3% respectivamente. Un resultado curioso es que para el número de certificados de calidad del producto si agregamos las variables control, deja de ser significativa para las ventas al exterior, columnas 11 y 12.

Para la calidad en los productos la variable de interés es el precio de exportación de bienes de la firma

$$uv_{ijkt} = \beta_0 + \beta_1 HI_k + \theta_{1,t} + \theta_{2,j} + \epsilon_{ijkt} \quad (2)$$

donde uv_{ijkt} es el valor FOB por kilogramo j puesto por la firma i para el país de destino k en el año t , HI_k es la variable dummy para la variable de calidad de la firma, $\theta_{1,t}$ y $\theta_{2,j}$ representan un vector de efectos fijos por año y por producto, y ϵ_{ijkt} es el termino error.

En este caso se realizaron dos estimaciones tanto par los precios FOB en dolares como para los precios FOB en pesos. Para el primero, la tabla 20 en la columna 1 muestra que la reducción en el costo de materias primas, fruto de mejorar los procesos o productos, tienen un efecto tanto positivo como significativo. Por otro lado, de las columnas 3 a la 6 las variables relacionadas con la certificación de calidad en los productos muestran un efecto importante sobre los precios de exportación de las firmas. De igual manera la columna 7 muestra que la inversión en CTI impacta positivamente los precios como output de calidad en los productos. En este mismo sentido, la tabla 21 que muestra el efecto de las variables de calidad sobre los precios FOB en pesos confirman los resultados previos respecto a la reducción de los costes de las materias primas y las certificaciones de calidad en los productos.

4.3 PTF y estándares de calidad

Existen numerosas fuentes de sesgos cuando se quiere estimar la PTF utilizando el valor agregado (o la producción bruta) y los factores de producción. Tradicionalmente la PTF ha sido estimada como el residuo de una estimación de la función Cobb-Douglas. Sin embargo, los choques en productividad están altamente correlacionados con los factores de producción: capital y trabajo. Además, es lógico pensar que existe un problema de endogeneidad puesto que los factores de producción determinan el nivel de producción, pero este explica la variación de aquellos: el crecimiento del producto y de la PTF permiten variar el trabajo y el capital según las necesidades de corto y largo plazo respectivamente. El problema de endogeneidad se ha enfrentado a través de estimaciones incorporando efectos fijos a nivel de firmas, variables instrumentales o funciones de control (control function). En este último caso, el problema de endogeneidad se corrige modelándola en el término de error.

El problema de simultaneidad y el sesgo de endogeneidad sobrestiman los parámetros de la función Cobb-Douglas, por lo que, al mismo tiempo, se puede subestimar el verdadero valor de la PTF. Este problema esencialmente se produce cuando existen choques de productividad no observados, que al no ser tratados adecuadamente -resolviendo los problemas mencionados- sesgan las estimaciones de la PTF. Por ejemplo, las firmas aumentan los factores de producción cuando se presenta un choque de productividad, pero esto no puede ser observado en los

datos. A cambio se produce un sesgo en las estimaciones de la PTF: sesgo de simultaneidad.

Existe también un sesgo de selección. Las firmas que enfrentan choques negativos de productividad pueden salir del mercado y al dejar de ser observadas se produce el sesgo de selección. La probabilidad de salida está correlacionada negativamente con el stock de capital, puesto que las firmas grandes tienen costos hundidos que las hacen resistir por más tiempo los choques en productividad. Como consecuencia el parámetro del capital está sesgado hacia abajo y la PTF hacia arriba.

Los problemas de simultaneidad pueden resolverse utilizando la inversión como un proxy de los choques no observados en productividad, mientras que el sesgo de selección puede controlarse utilizando las probabilidades de supervivencia observadas en los datos (Olley and Pakes, 1996). Sin embargo, es posible que las firmas respondan al incremento de la producción, generado por los choques no observados en la productividad, mediante la expansión del consumo intermedio (Levinsohn and Petrin, 2003). El argumento de estos autores se basa en el hecho de que las decisiones de inversión son más lentas como para responder al choque de productividad sugiriendo que econométricamente se obtienen parámetros consistentes al usar como proxy el consumo intermedio u otros inputs más flexibles. Las estimaciones de estos autores se basan en un método en dos etapas donde primero se estima la variable proxy y después se incorpora a la función de producción (ver sección 6.1).

Otra aproximación sugiere reemplazar el método de dos etapas por el método generalizado de momentos (GMM). De esta forma se obtienen errores estándar robustos que pueden estar siendo sobrestimados mediante el uso de variables instrumentales, por los problemas de correlación serial y heteroscedasticidad que son frecuentes en los datos panel.

Una vez se obtuvieron los resultados de la PTF ϕ_{it} , utilizando información anual de las firmas, se estimó un modelo de datos panel para encontrar la relación existente con diferentes medidas de calidad C_{it} . La variable de calidad se utilizó rezagada, puesto que una vez la firma adopta un proceso de este tipo, los resultados esperados en productividad se producen en el futuro:

$$\phi_{it} = \delta_i + C_{i,t-n}\theta + \mu_{it} \quad (3)$$

La estimación de los coeficientes mediante el uso del panel EAM-EDIT se hace tradicionalmente bajo diferentes supuestos del coeficiente δ_i . En el modelo de efectos fijos se permite que este parámetro este correlacionado con la variable de calidad permitiendo una forma limitada de endogeneidad que probablemente exista. A cambio, el modelo de efectos aleatorios asume que la correlación mencionada es inexistente y el parámetro es ortogonal a la variable de calidad. Si bien cada uno de los supuestos mencionados tiene ventajas o desventajas, el modelo apropiado se

escoge mediante una prueba de Hausman utilizando las matrices de covarianzas de los residuos estimados. La prueba indica cuál de los modelos utilizados producen estimadores consistentes, por lo que para cada estimación de la ecuación fue verificado y reportado. Los modelos también utilizaron errores robustos y agrupados con el fin de hallar los errores estándar sin sobreestimación por heterocedasticidad.

Al observar la relación entre las variables de la PTF y la calidad en las firmas manufactureras de Colombia en la tabla 22, se encuentra que las variables de la calidad rezagada y la eficiencia técnica de las firmas tienen una relación positiva. Además, hay una relación fuerte y positiva entre la productividad y los procesos de calidad que las firmas adoptan, pues, aquellas firmas que adoptan mejoras en calidad cuentan con una productividad mayor, respecto a las firmas que no aplican estas mejoras.

Del mismo modo, cuando se utilizan otras medidas de calidad, como el número de certificaciones que han adquirido las firmas, la PTF aumenta 0.037 por cada una de las certificaciones obtenidas y 0.039 cuando se tiene en cuenta la probabilidad de mantenerse en el mercado. Finalmente, al estimarse mediante el logaritmo de la inversión en CTI, donde se suponen mejoras de calidad cuando se adoptan procesos de innovación tecnológica, se encontró que la relación es fuerte y positiva cuando se utilizan los supuestos de OP y se mantiene positiva, pero a un nivel de significancia menor, cuando se utilizan los supuestos de LP.

5 Conclusiones y recomendaciones

En este documento se analiza la relación entre las variables de calidad e innovación con diferentes indicadores y medidas de una mayor capacidad de exportación e incrementos en la productividad de las firmas. Estos resultados se pueden analizar individualmente ya que la variable resultado cambia, sin embargo también se puede analizar conjuntamente a través de las características de la firma.

En primera instancia, por el lado de las exportaciones se puede observar que a pesar de que en la literatura hay un consenso sobre las diferentes proxys de precios de calidad en las exportaciones, hay también una serie de variables de calidad propias que dan una mejor aproximación a la posibilidad de exportaciones de la firma y que influyen sobre estos precios. Se encuentra que con una interacción de certificaciones y teniendo en cuenta las características de la firma, los precios de los productos e insumos se ven positivamente afectados ya sea con el hecho de tener una sola certificación o de acumular certificaciones a lo largo del tiempo ya que, por ejemplo el obtener certificaciones de calidad tipo ISO cuentan el doble con respecto a otro tipo de certificaciones. De igual manera, los resultados muestran que emprender proyectos que mejoren la calidad de procesos y productos, mejorar la calidad en procesos y productos, al igual que invertir en CTI tiene un efecto positivo tanto en los precios de los insumos como de los productos de exportación.

Es importante resaltar que en promedio para el periodo 2007-2018 a mayor tamaño de la firma, por número de empleado, valor de las ventas y porcentaje vendido al exterior, los certificados juegan un rol fundamental para exportar a países de altos ingresos. De esta manera estas certificaciones, mejoras en la calidad e inversiones en CTI son fundamentales en la capacidad de exportaciones de las firmas y sus precios que son variables proxy de indicadores de exportaciones a países de altos ingresos. Por lo que se vuelve necesario incentivar estas acciones en las empresas, fomentar la inversión en CTI y generar programas o ayudas que permitan una mejora en calidad e innovación de las firmas que ayuden a incrementar la certificación de calidad tanto de sus productos como de sus procedimientos.

Así mismo, la relación entre un mayor tamaño de la firma mayor cantidad de certificados de calidad se obtienen, siendo una relación bidireccional tamaño-calidad, reflejado en el mayor precio de exportación que emplean las empresas más grandes, manteniendo un precio FOB promedio muy superior al de las empresas pequeñas, por lo que resulta esencial fijarse en el tamaño de las empresas nacionales y hacerlas crecer. Al mejorar el tamaño y la obtención de certificados, provocará un incremento en su capacidad de exportación con un mayor valor agregado en sus productos, lo que resulta en una mayor relación exportadora con países de altos ingresos y una mayor cantidad de ingresos por exportaciones, de esta forma ir desplazando poco a poco la gran dependencia de exportación de productos primarios e iniciar el proceso de exportar más bienes manufactureros con mayor valor agregado.

Por otro lado, el efecto de las medidas de calidad sobre la productividad se pueden analizar en dos partes. La primera corresponde a los diferentes tipos de medición de la productividad ya que cada uno cuenta con diferentes supuestos lo que puede generar variaciones en los resultados. En este sentido esta relación entre calidad y PTF se debe modelar tratando de evitar los posibles sesgos de endogeneidad que pueda generar este mecanismo, por ejemplo, la ecuación 3 puede estimarse con diferentes variables control y darles mejor tratamiento a problemas subyacentes del panel de datos. Por otro lado, se evidenció una fuerte relación entre la PTF y las variables de calidad. En este sentido los coeficientes varían entre 6% y 10% de una desviación estándar indicando que es una variable de política clave para aumentar la productividad de las firmas, en especial de aquellas que tienen limitaciones importantes para adoptar estos estándares.

Esto a su vez muestra que es fundamental reconocer el círculo virtuoso que existe entre calidad, productividad y la capacidad de que las firmas puedan expandir sus mercados. A su vez este mecanismo puede operar de manera contraria, es decir, las firmas que tienen limitaciones para adoptar estos estándares de calidad tienen restricciones para acceder a ciertos mercados limitando de esta forma su capacidad de crecimiento, y a su vez su capacidad de absorber los choques agregados de productividad lo que las dejan en riesgo de salir del mercado. Esta alta rotación de empresas y bajo ciclo de vida destruye la inversión en capital físico y humano de las empresas y trabajadores lo que lo vuelve parte de la explicación del bajo nivel exportador del país.

References

- Adams, M. (1999). Determinants of iso accreditation in the new zealand manufacturing sector. *Omega*, 27(2):285–292.
- AFNOR (2009). The economic impact of standardization – technological change, standards and long-term growth in france.
- Alessandria, G. A., Arkolakis, C., and Ruhl, K. J. (2020). Firm dynamics and trade. Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Baldwin, R. and Harrigan, J. (2011). Zeros, quality and space: Trade theory and trade evidence. *American Economic Journal: Microeconomics*, 3(2):60–88.
- Bastos, P. and Silva, J. (2010). The quality of a firm’s exports: where you export to matters. *Journal of International Economics*, 82(2):99–111.
- Brambilla, I., Lederman, D., and Porto, G. (2012). Exports, export destinations, quality and wages. *American Economic Review*, 102(7):3406–3438.
- Brambilla, I. and Porto, G. (2016). High-income export destinations, quality and wages. *Journal of International Economics*, 98:21–35.
- Carranza, J., González, A., and Serna, N. (2014). La relación entre la producción y el comercio exterior de la industria manufacturera colombiana(2000-2010). *Borradores de Economía*, (806).
- Carranza, J. E., González-Ramírez, A., and Pérez, A. (2020). The quality and the destination of the colombian manufacturing exports. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 29(3):247–271.
- Castagnino, T. (2006). Estándares internacionales de calidad y desempeño exportador: Evidencia a nivel de firma. *Revista deL CEI. Comercio Exterior e Integración*, (7):93–105.
- Chen, M. X., Otsuki, T., and Wilson, J. S. (2006). *Do standards matter for export success?*, volume 3809. World Bank Publications.
- Clougherty, J. A. and Grajek, M. (2014). International standards and international trade: Empirical evidence from iso 9000 diffusion. *International Journal of Industrial Organization*, 36:70–82.
- Crinò, R. and Epifani, P. (2012). Productivity, quality and export behaviour. *The Economic Journal*, 122(565):1206–1243.
- Curzi, D. and Olper, A. (2012). Export behavior of italian food firms: Does product quality matter? *Food Policy*, 37(5):493–503.
- Cusolito, A. P. and Maloney, W. F. (2018). *Productivity revisited: Shifting paradigms in analysis and policy*. The World Bank.

- DANE (2019). Boletín técnico encuesta anual manufacturera 2018.
- Demir, B., Fieler, A. C., Xu, D., and Yang, K. K. (2021). O-ring production networks. Technical report, National Bureau of Economic Research.
- DIN (2011). The economic benefits of standardisation: An update of the study carried out by din in 2000.
- Goedhuys, M. and Sleuwaegen, L. (2016). International standards certification, institutional voids and exports from developing country firms. *International Business Review*, 25(6):1344–1355.
- Görg, H., Halpern, L., and Murakozy, B. (2010). Why do within firm-product export prices differ across markets? *Kiel Institute for the World Economy*, (1596).
- Hallak, J. C. (2006). Product quality and the direction of trade. *Journal of international Economics*, 68(1):238–265.
- Hudson, J. and Jones, P. (2003). International trade in ‘quality goods’: signalling problems for developing countries. *Journal of international Development*, 15(8):999–1013.
- Krishna, P., Levchenko, A. A., and Maloney, W. F. (2020). Growth and risk: A view from international trade.
- Kugler, M. and Verhoogen, E. (2011). Prices, plant size, and product quality. *Review of Economic Studies*, 79:307–339.
- Levinsohn, J. and Petrin, A. (2003). Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *The review of economic studies*, 70(2):317–341.
- Manova, k. and Zhang, Z. (2012). Export prices across firms and destinations. *The Quarterly Journal of Economics*, 127:379–436.
- Martincus, C. V., Castresana, S., and Castagnino, T. (2010). Iso standards: A certificate to expand exports? firm-level evidence from argentina. *Review of International Economics*, 18(5):896–912.
- Mollisi, V. and Rovigatti, G. (2017). Theory and Practice of TFP Estimation: the Control Function Approach Using Stata. CEIS Research Paper 399, Tor Vergata University, CEIS.
- OECD (2019). *Estudios Económicos de la OCDE: Colombia 2019*.
- Olley, G. S. and Pakes, A. (1996). “the dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry.” *econometrica* 64 (6): 1263–1297<https://doi.org/10.2307/2171831>.

Peñaloza, H. A. B. (2016). Las certificaciones de calidad y la internacionalización de las firmas industriales colombianas. *Suma de Negocios*, 7(16):73–81.

Wooldridge, J. M. (2009). On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. *Economics Letters*, 104(3):112–114.

6 Anexos

Figure 1: Costos de exportación (USD)

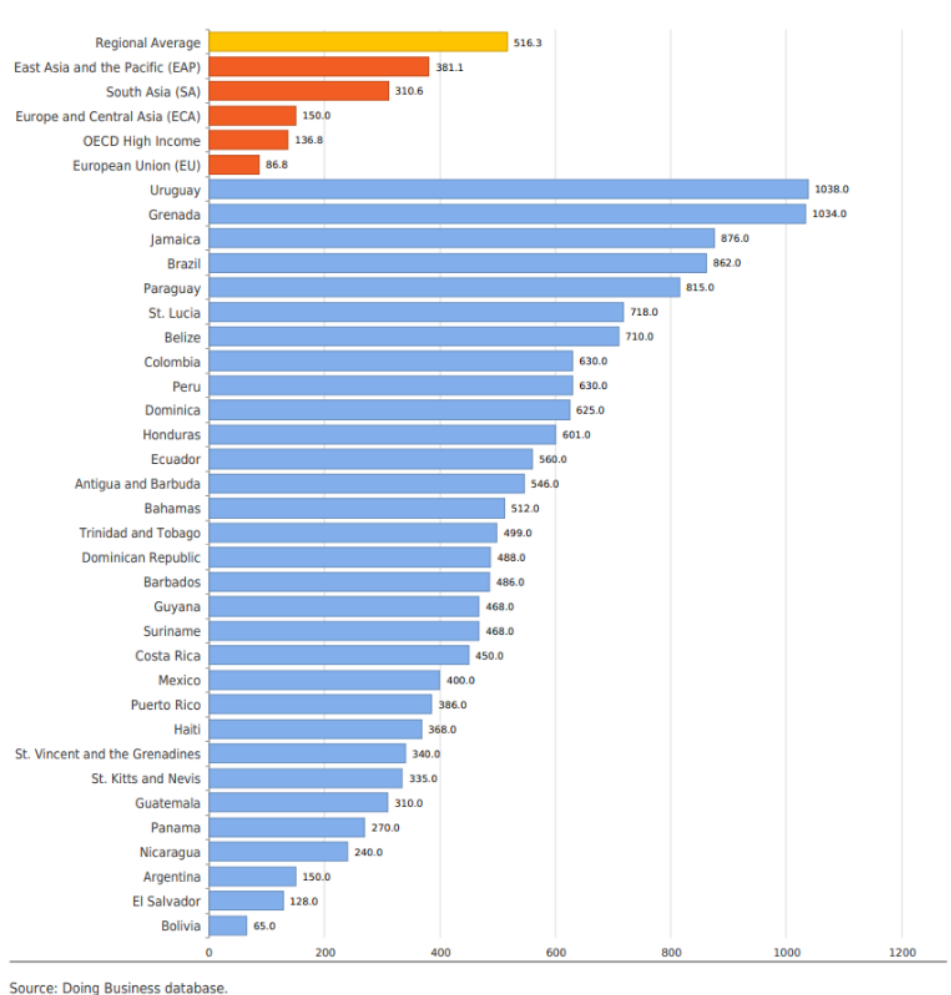


Figure 2: La calidad promedio de un producto incrementa con el nivel de desarrollo

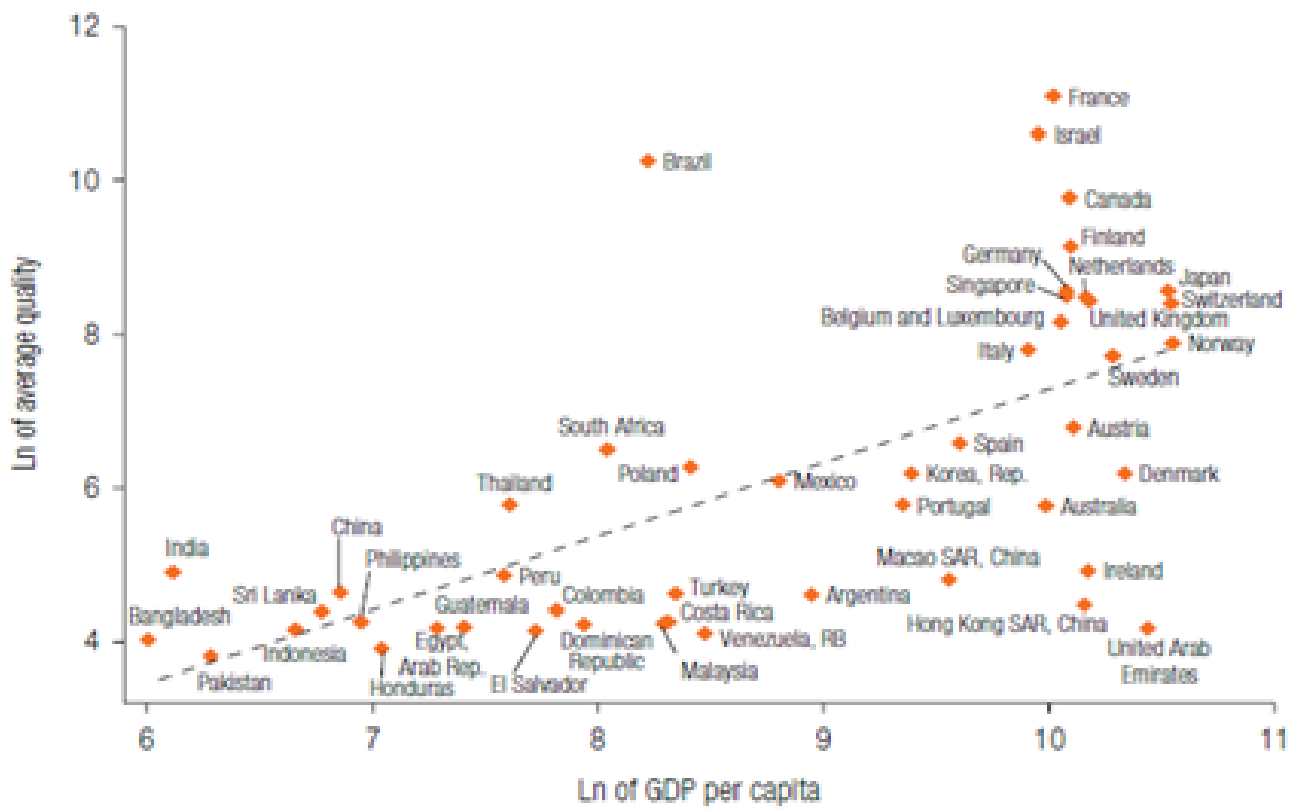


Table 1: Certificados de calidad en los productos y tamaño de las firmas por número de empleados

Año	Tamaño por empleados	Número de firmas			FOB Dolares (promedio)
		Certificados	Total	%	
2015	Microempresa	10	6137	0,2%	\$ 21.155
	Pequeña	75	3651	2,1%	\$ 17.218
	Mediana	109	1747	6,2%	\$ 18.134
	Grande	58	510	11,4%	\$ 24.708
2016	Microempresa	13	6105	0,2%	\$ 16.490
	Pequeña	66	3563	1,9%	\$ 15.917
	Mediana	111	1724	6,4%	\$ 16.794
	Grande	62	523	11,9%	\$ 71.526
2017	Microempresa	2	6489	0,0%	\$ 17.147
	Pequeña	75	3634	2,1%	\$ 26.152
	Mediana	107	1864	5,7%	\$ 18.582
	Grande	59	568	10,4%	\$ 39.550
2018	Microempresa	2	6620	0,0%	\$ 33.680
	Pequeña	57	3239	1,8%	\$ 20.149
	Mediana	80	1670	4,8%	\$ 22.386
	Grande	53	528	10,0%	\$ 64.954
2007-2018	Microempresa	24	5661	0,5%	
	Pequeña	124	3855	3,1%	
	Mediana	156	1703	9,2%	
	Grande	82	511	16,1%	

Nota: Relación entre el tamaño de las firmas por número de empleados y el promedio de la cantidad de certificados de calidad del producto para las empresas de ese tamaño para los diferentes años, la cantidad de empresas de ese tamaño para ese año y el promedio de l valor FOB dólares de los productos de las empresas para cada tamaño.

Table 2: Certificados de calidad en los productos y tamaño de las firmas por porcentaje de exportaciones

Año	Tamaño por exportaciones	Número de firmas			FOB Dolares (promedio)
		Certificados	Total	%	
2015	Pequeña	147	5022	3%	\$ 16.282
	Mediana	20	156	13%	\$ 17.802
	Grande	6	120	5%	\$ 42.849
2016	Pequeña	166	5057	3%	\$ 28.449
	Mediana	20	188	11%	\$ 22.774
	Grande	7	127	6%	\$ 58.433
2017	Pequeña	168	5132	3%	\$ 18.565
	Mediana	18	203	9%	\$ 29.446
	Grande	4	130	3%	\$ 64.617
2018	Pequeña	137	4508	3%	\$ 30.663
	Mediana	10	183	5%	\$ 20.002
	Grande	5	122	4%	\$ 97.356
Promedio 2007-2018	Pequeña	244	5194	5%	
	Mediana	26	201	12%	
	Grande	10	127	8%	

Nota: Relación entre el tamaño de las firmas por capacidad exportadora y el promedio de la cantidad de certificados de calidad del producto para las empresas de ese tamaño para los diferentes años, la cantidad de empresas de ese tamaño para ese año y el promedio de l valor FOB dólares de los productos de las empresas para cada tamaño.

Table 3: Certificados de calidad en los productos y tamaño de las firmas por valor ventas

Año	Tamaño por valor ventas	Número de firmas			FOB Dolares (promedio)
		Calidad	Total	%	
2015	Microempresa	131	9668	1%	\$ 19.408
	Pequeña	69	1816	4%	\$ 15.025
	Mediana	52	561	9%	\$ 26.395
2016	Microempresa	111	9205	1%	\$ 15.439
	Pequeña	74	2004	4%	\$ 14.240
	Mediana	67	706	9%	\$ 73.679
2017	Microempresa	113	9786	1%	\$ 23.853
	Pequeña	70	2030	3%	\$ 13.955
	Mediana	60	739	8%	\$ 46.019
2018	Microempresa	90	9549	1%	\$ 19.163
	Pequeña	47	1819	3%	\$ 15.869
	Mediana	55	689	8%	\$ 78.947
Promedio 2007-2018	Microempresa	211	9360	2%	
	Pequeña	104	1805	6%	
	Mediana	73	565	14%	

Nota: Relación entre el tamaño de las firmas por el valor total de las ventas y el promedio de la cantidad de certificados de calidad del producto para las empresas de ese tamaño para los diferentes años, la cantidad de empresas de ese tamaño para ese año y el promedio de l valor FOB dólares de los productos de las empresas para cada tamaño.

Table 4: Certificados de calidad en los procedimientos y tamaño de las firmas por número de empleados

Número de firmas					
Año	Tamaño por empleados	Calidad procedimiento	Total	%	FOB Dolares (promedio)
2015	Microempresa	29	6137	0%	\$ 21.155
	Pequeña	215	3651	6%	\$ 17.218
	Mediana	321	1747	18%	\$ 18.134
	Grande	139	510	27%	\$ 24.708
2016	Microempresa	35	6105	1%	\$ 16.490
	Pequeña	204	3563	6%	\$ 15.917
	Mediana	316	1724	18%	\$ 16.794
	Grande	148	523	28%	\$ 71.526
2017	Microempresa	21	6489	0%	\$ 17.147
	Pequeña	156	3634	4%	\$ 26.152
	Mediana	258	1864	14%	\$ 18.582
	Grande	127	568	22%	\$ 39.550
2018	Microempresa	15	6620	0%	\$ 33.680
	Pequeña	138	3239	4%	\$ 20.149
	Mediana	230	1670	14%	\$ 22.386
	Grande	116	528	22%	\$ 64.955
Promedio 2007-2018	Microempresa	40	5661	1%	
	Pequeña	281	3855	7%	
	Mediana	351	1703	21%	
	Grande	168	511	33%	

Nota: Relación entre el tamaño de las firmas por el número de trabajadores y el promedio de la cantidad de certificados de calidad en los procedimientos para las empresas de ese tamaño en los diferentes años, la cantidad de empresas de ese tamaño para ese año y el promedio de l valor FOB dólares de los productos de las empresas para cada tamaño.

Table 5: Certificados de calidad en los procedimientos y tamaño de las firmas por porcentaje de exportaciones

Número de firmas					
Año	Tamaño por exportaciones	Calidad procedimiento	Total	%	FOB Dolares (promedio)
2015	Pequeña	418	5022	8%	\$ 16.282
	Mediana	32	156	21%	\$ 17.802
	Grande	18	120	15%	\$ 42.849
2016	Pequeña	478	5057	9%	\$ 28.449
	Mediana	37	188	20%	\$ 22.774
	Grande	17	127	13%	\$ 58.433
2017	Pequeña	361	5132	7%	\$ 18.565
	Mediana	32	203	16%	\$ 29.446
	Grande	13	130	10%	\$ 64.617
2018	Pequeña	315	4508	7%	\$ 30.663
	Mediana	28	183	15%	\$ 20.002
	Grande	14	122	11%	\$ 97.356
Promedio 2007-2018	Pequeña	528	5195	10%	
	Mediana	49	251	21%	
	Grande	21	127	17%	

Nota: Relación entre el tamaño de las firmas por capacidad exportadora y el promedio de la cantidad de certificados de calidad en los procedimientos para las empresas de ese tamaño en los diferentes años, la cantidad de empresas de ese tamaño para ese año y el promedio de l valor FOB dólares de los productos de las empresas para cada tamaño.

Table 6: Certificados de calidad en los procedimientos y tamaño de las firmas por valor ventas

Año	Tamaño por valor ventas	Número de firmas			FOB Dolares (promedio)
		Calidad Procedimiento	Total	%	
2015	Microempresa	394	9668	4%	\$ 19.408
	Pequeña	172	1816	9%	\$ 15.025
	Mediana	138	561	25%	\$ 26.395
2016	Microempresa	344	9205	4%	\$ 15.439
	Pequeña	196	2004	10%	\$ 14.240
	Mediana	163	706	23%	\$ 73.679
2017	Microempresa	271	9786	3%	\$ 23.853
	Pequeña	156	2030	8%	\$ 13.955
	Mediana	135	739	18%	\$ 46.019
2018	Microempresa	251	9549	3%	\$ 19.163
	Pequeña	120	1819	7%	\$ 15.869
	Mediana	128	689	19%	\$ 78.947
Promedio 2007-2018	Microempresa	463	9360	5%	
	Pequeña	223	1805	13%	
	Mediana	154	565	29%	

Nota: Relación entre el tamaño de las firmas por el valor total en ventas y el promedio de la cantidad de certificados de calidad en los procedimientos para las empresas de ese tamaño en los diferentes años, la cantidad de empresas de ese tamaño para ese año y el promedio de l valor FOB dólares de los productos de las empresas para cada tamaño.

Table 7: Estadísticas descriptivas PTF

PTF		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Media	Global	4.23	4.48	2.44	2.41	2.32
	Entre firmas					
	En el tiempo					
Desv Estándar	Global	0.39	0.42	0.24	0.24	0.87
	Entre firmas	0.33	0.36	0.21	0.21	0.84
	En el tiempo	0.13	0.13	0.10	0.10	0.48
Mín	Global	3.51	3.74	1.65	1.65	-6.68
	Entre firmas	3.55	3.76	1.80	1.79	-3.92
	En el tiempo	3.15	3.32	1.68	1.67	-3.52
Máx	Global	6.84	7.24	3.95	3.94	6.01
	Entre firmas	6.61	7.01	3.67	3.66	6.01
	En el tiempo	5.21	5.39	3.53	3.52	6.78
Observaciones		9,802	9,802	9,380	9,380	11,689

Nota: La columna 1 muestra los resultados con el método de estimación de Olley-Pakes (OP), la segunda columna es la estimación mediante Olley-Pakes Attrition (OPA). En la tercera columna está la estimación por Levinsohn-Petrin (LP) y en la columna cuatro la estimación por Levinsohn-Petrin attrition (LPA). En la última columna está la metodología Wooldridge GMM

Table 8: Ventas al exterior y calidad

Variable dependiente:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Valor exp												
Promarch	0.003** (0.001)	0.003 (0.002)	0.003** (0.001)									
Obtcetcalproce				0.005** (0.001)	0.007** (0.002)	0.005** (0.001)						
Numcalproce							0.009** (0.001)	0.006** (0.002)	0.006** (0.001)			
Numcalproduct										0.003*** (0.002)	0.002 (0.003)	0.002 (0.002)
Variables de control	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí	-
Variables de control 2	-	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí
FE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	58,743	27,399	58,743	58,743	27,399	58,743	98,084	43,938	98,084	98,084	43,938	98,084
R-cuadrado	0.005	0.06	0.05	0.009	0.06	0.05	0.007	0.06	0.03	0.002	0.06	0.03

Nota: Test de robustez entre paréntesis ** y *** denotan un nivel de significancia al 5% y 10%, respectivamente. La variable dependiente es el porcentaje de la producción vendido al exterior. Promarch es una variable dummy que toma el valor de 1 si la firma tiene algún proyecto para la obtención de bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados o de mejora en el proceso de producción, 0 en el caso contrario. Obtcetcalproduc es una variable dummy que toma el valor de 1 si la firma tuvo certificaciones de calidad de producto, 0 en caso contrario. También se incluye Numcalproce que es el logaritmo del número de certificados de calidad en los procesos de la firma, y Numcalproduct que es el logaritmo del número de certificados de calidad de los productos. Todas las variables dependientes (Sin incluir las variables control) tienen un rezago a un año. Las variables control son el número de empleados permanentes, valor total de las ventas como variable de ingresos de la firma, el consumo intermedio y la PTF. En las segundas variables de control excluimos el número de empleados y la PTF para evitar posibles problemas de colinealidad. Los modelos son seleccionados por el test de Hausman, entre los efectos fijos (FE) o aleatorios (RE), colocando sí si se escoge ese modelo o - en el otro caso.

Table 9: Diferencias: Ventas al exterior y calidad

Variable dependiente: ΔValor exp	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Δ Numcalproce	0.008** (0.05)	0.01** (0.003)	0.01** (0.003)	0.008** (0.002)	0.008** (0.002)
Variables de control en nivel	-	Sí	-	-	-
Variables de control en diferencias	-	-	Sí	-	-
Variables de control 2 en nivel	-	-	-	Sí	-
Variables de control 2 en diferencias	-	-	-	-	Sí
FE	-	Sí	-	Sí	-
Observaciones	66,407	30,314	24,988	66,407	66,407
R-cuadrado	0	0.002	0.01	0.001	0.009

Nota: Test de robustez entre paréntesis ** y *** denotan un nivel de significancia al 5% y 10%, respectivamente. La variable dependiente Δ Valor exp, es el valor de las exportaciones en diferencias. Δ Numcalproce es el logaritmo de la cantidad de certificados de calidad en los procesos de las firmas en diferencia. Todas las variables dependientes (Sin incluir las variables control) tienen un rezago a un año. Las variables control tanto en nivel como en diferencia son el número de empleados permanentes, valor total de las ventas como variable de ingresos de la firma, el consumo intermedio y la PTF. Para las segundas variables de control, tanto en nivel como en diferencia, se eliminaron el número de empleados y la PTF para evitar posibles problemas de colinealidad, El modelo seleccionado se escoge a través del test de Hausman, el cual elige entre efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), por lo que se coloca sí en el caso que se escoja ese modelo o - en el otro caso.

Table 10: Salario medio y calidad

Variable dependiente:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
SM												
Mejcal	0.02** (0.01)	0.006 (0.01)	0.02** (0.01)									
Numcalproce				0.15** (0.02)	0.09** (0.01)	0.08** (0.02)						
Numcalproduct							0.07** (0.02)	0.03*** (0.02)	0.03 (0.02)			
CTI										0.008** (0.001)	0.004** (0.001)	0.006** (0.001)
Variables de control	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí	-
Variables de control 2	-	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí
FE	-	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	19,966	12,537	19,966	108,264	51,584	108,264	108,264	51,584	108,264	30,597	17,318	30,597
R-cuadrado	0	0.09	0.1	0.01	0.1	0.1	0.004	0.1	0.1	0.04	0.1	0.1

Nota: Test de robustez entre paréntesis ** y *** denotan un nivel de significancia al 5 % y 10 %, respectivamente. La variable dependiente es el salario medio. Mejcal es una variable que califica el impacto que ha tenido una mejora en la calidad de bienes y servicios, valorando el efecto en nulo, medio o alto. Numcalproce es el logaritmo del número de certificados de calidad en los procesos de la firma. Numcalproduct es el logaritmo del número de certificados de calidad en el producto. CTI que es el monto invertido Estas variables están rezagadas en un año. Las variables control tanto en nivel como en diferencia son el número de empleados permanentes, valor total de las ventas como variable de ingresos de la firma, el consumo intermedio y la PTF. Para las segundas variables de control, se eliminaron el número de empleados y la PTF para evitar posibles problemas de colinealidad, El modelo seleccionado se escoge a través del test de Hausman, el cual elige entre efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), por lo que se coloca sí en el caso que se escoja ese modelo o - en el otro caso.

Table 11: Diferencias: Salario medio y calidad

Variable dependiente:					
ΔSM	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ΔCTI	0.002 (0.001)	0.003 0.002	0.004*** (0.002)	0.002 (0.001)	0.003 0.002
Variables de control en nivel	-	Sí	-	-	-
Variables de control en diferencias	-	-	Sí	-	-
Variables de control 2 en nivel	-	-	-	Sí	-
Variables de control 2 en diferencias	-	-	-	-	Sí
FE	-	Sí	Sí	-	Sí
Observaciones	19,946	11,678	10,024	19,946	19,946
R-cuadrado	0	0	0.001	0	0.001

Nota: Test de robustez entre paréntesis ** y *** denotan un nivel de significancia al 5% y 10%, respectivamente. La variable dependiente δSM es el salario medio en diferencias. ΔCTI es logaritmo del monto invertido. Las variables control tanto en nivel como en diferencia son el número de empleados permanentes, valor total de las ventas como variable de ingresos de la firma, el consumo intermedio y la PTF. Para las segundas variables de control, tanto en nivel como en diferencia, se eliminaron el número de empleados y la PTF para evitar posibles problemas de colinealidad. El modelo seleccionado se escoge a través del test de Hausman, el cual elige entre efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), por lo que se coloca sí en el caso que se escoja ese modelo o - en el otro caso.

Table 12: Salario técnico y calidad

Variable dependiente: ST	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Promarch	0.1** (0.05)	0.07 (0.05)	0.09*** (0.05)									
Redcostlab				0.11** (0.03)	0.06*** (0.03)	0.08** (0.03)						
Redcostmat							0.07** (0.03)	0.03 (0.03)	0.04 (0.03)			
Obtcetcalproce										0.07 (0.05)	0.09*** (0.05)	0.06 (0.05)
Variables de control	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí	-
Variable de control 2	-	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí
FE	Sí	Sí	Sí	-	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	11,549	9,581	11,549	5,080	4,351	5,080	5,080	4,351	5,080	11,549	9,581	11,549
R-cuadrado	0.02	0.44	0.26	0	0.43	0.26	0.001	0.43	0.27	0.03	0.44	0.26

Nota: Test de robustez entre paréntesis ** y *** denotan un nivel de significancia al 5 % y 10 %, respectivamente. La variable dependiente es el salario medio de técnicos. Promarch es una variable dummy que toma el valor de 1 si la firma tiene algún proyecto para la obtención de bienes o servicios, nuevos o significativamente mejorados o de mejora en el proceso de producción, 0 en el caso contrario. Redcostlab es una variable que califica el impacto que ha tenido una reducción en los costes laborales, tomando los valores de nulo, medio o alto. Redcostmat es la variable que califica el impacto que ha tenido la reducción en los costes de los materiales, tomando los valores de nulo, medio o alto. Obtcetcalproce es una variable dummy que toma el valor de 1 si la empresa ha obtenido al menos un certificado de calidad de sus procedimientos. Las variables están rezagadas a un año. Las variables control tanto en nivel como en diferencia son el número de empleados permanentes, valor total de las ventas como variable de ingresos de la firma, el consumo intermedio y la PTF. Para las segundas variables de control, se eliminaron el número de empleados y la PTF para evitar posibles problemas de colinealidad, El modelo seleccionado se escoge a través del test de Hausman, el cual elige entre efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), por lo que se coloca sí en el caso que se escoja ese modelo o - en el otro caso

Table 13: Diferencias: Salario técnico y calidad

Variable dependiente: ΔST	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$\Delta Redcostlab$	0.07*** (0.04)	0.06 (0.04)	0.04 (0.04)	0.07*** (0.04)	0.07*** (0.04)
VARIABLES DE CONTROL EN NIVEL	-	SÍ	-	-	-
VARIABLES DE CONTROL EN DIFERENCIAS	-	-	SÍ	-	-
VARIABLES DE CONTROL 2 EN NIVEL	-	-	-	SÍ	-
VARIABLES DE CONTROL 2 EN DIFERENCIAS	-	-	-	-	SÍ
FE	-	SÍ	SÍ	-	-
Observaciones	3,063	2,564	2,236	3,063	3,063
R-cuadrado	0	0.02	0.28	0	0.005

Nota: Test de robustez entre paréntesis ** y *** denotan un nivel de significancia al 5 % y 10 %, respectivamente. La variable dependiente ΔST es el salario medio de técnicos en diferencia. $\Delta Redcostlab$ es la una variable que mide el impacto en la reducción de costos laborales manejada en diferencias. Las variables control tanto en nivel como en diferencia son el número de empleados permanentes, valor total de las ventas como variable de ingresos de la firma, el consumo intermedio y la PTF. Para las segundas variables de control, tanto en nivel como en diferencia, se eliminaron el número de empleados y la PTF para evitar posibles problemas de colinealidad, El modelo seleccionado se escoge a través del test de Hausman, el cual elige entre efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), por lo que se coloca sí en el caso que se escoja ese modelo o - en el otro caso.

Table 14: Salario obrero y calidad

Variable dependiente: SO	(1)	(2)	(3)
Numcalproce	-0.02 (0.03)	0.05** (0.02)	0.03 (0.03)
VARIABLES DE CONTROL	-	SÍ	-
Variable de control 2			SÍ
FE	SÍ	SÍ	SÍ
Observaciones	36,522	17,583	36,522
R-cuadrado	0.02	0.62	0.28

Nota: Test de robustez entre paréntesis ** y *** denotan un nivel de significancia al 5 % y 10 %, respectivamente. La variable dependiente es el salario medio de obreros. Numcalproce es el logaritmo del número de certificados de calidad de los procesos de la firma. Estas variables se encuentran rezagadas a un año. Las variables control son el número de empleados permanentes, valor total de las ventas como variable de ingresos de la firma, el consumo intermedio y la PTF. Para las segundas variables de control, se eliminaron el número de empleados y la PTF para evitar posibles problemas de colinealidad, El modelo seleccionado se escoge a través del test de Hausman, el cual elige entre efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), por lo que se coloca sí en el caso que se escoja ese modelo o - en el otro caso

Table 15: Salario administrativos y calidad

Variable dependiente: SA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Aumproduc	-0.009 (0.01)	0.04** (0.01)	-0.003 (0.01)									
Redcostlab				0.7** (0.01)	0.02** (0.01)	0.06** (0.01)						
Redcostmat							0.04** (0.01)	0.02** (0.01)	0.03** (0.01)			
CTI										-0.005** (0.002)	0.008** (0.002)	-0.002 (0.002)
Variables de control	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí	-
Variable de control 2	-	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí	-	-	Sí
FE	-	Sí	Sí	-	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	19,659	12,668	19,659	19,659	12,668	19,659	19,659	12,668	19,659	29,135	17,252	29,135
R-cuadrado	0	0.49	0.30	0	0.49	0.30	0	0.49	0.30	0.09	0.49	0.31

Nota: Test de robustez entre paréntesis *, ** y *** denotan un nivel de significancia al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente. La variable dependiente es el. La variable dependiente es el salario medio de administrativos. Aumproduct es una variable que califica el impacto que tuvo el aumento en la productividad en la empresa, valorando como nulo, medio o alto. Redcostlab es una variable que califica el impacto que ha tenido una reducción en los costes laborales, tomando los valores de nulo, medio o alto. Redcostmat al igual que redcostlab califica el impacto en la reducción del consumo de materia prima, valorando como nulo, medio o alto. Las variables están rezagadas a un año. Las variables control tanto en nivel como en diferencia son el número de empleados permanentes, valor total de las ventas como variable de ingresos de la firma, el consumo intermedio y la PTF. Para las segundas variables de control, se eliminaron el número de empleados y la PTF para evitar posibles problemas de colinealidad, El modelo seleccionado se escoge a través del test de Hausman, el cual elige entre efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), por lo que se coloca sí en el caso que se escoja ese modelo o - en el otro caso.

Table 16: Diferencias: Salario administrativos y calidad

Variable dependiente: ΔSA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$\Delta Aumproduc$	0.04*** (0.02)	0.02 (0.02)	0.02 (0.02)	0.04*** (0.02)	0.04*** (0.02)
Variables de control en nivel	-	Sí	-	-	-
Variables de control en diferencias	-	-	Sí	-	-
Variables de control 2 en nivel	-	-	-	Sí	-
Variables de control 2 en diferencias	-	-	-	-	Sí
FE	-	Sí	Sí	-	-
Observaciones	12,830	8,351	7,325	12,830	12,830
R-cuadrado	0	0.01	0.17	0.001	0.004

Nota: Test de robustez entre paréntesis ** y *** denotan un nivel de significancia al 5 % y 10 %, respectivamente. La variable dependiente ΔSA es el salario medio de administrativos en diferencias. $\Delta Aumproduct$ es en diferencia la variable que califica el impacto que tuvo el aumento en la productividad en la empresa, valorando como nulo, medio o alto. Estas variables se encuentran rezagadas a un año. Las variables control tanto en nivel como en diferencia son el número de empleados permanentes, valor total de las ventas como variable de ingresos de la firma, el consumo intermedio y la PTF. Para las segundas variables de control, tanto en nivel como en diferencia, se eliminaron el número de empleados y la PTF para evitar posibles problemas de colinealidad, El modelo seleccionado se escoge a través del test de Hausman, el cual elige entre efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), por lo que se coloca sí en el caso que se escoja ese modelo o - en el otro caso.

Table 17: Razón materias primas del exterior-Consumo intermedio y calidad

Variable dependiente: lncv	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Numcalproce	0.001** (0.0005)	0.001 (0.0008)	0.001** (0.0006)			
Numcalproduct				0.0007 (0.0007)	0.001*** (0.001)	0.0004 (0.0007)
Variables de control	-	Sí	-	-	Sí	-
Variables de control 2	-	-	Sí	-	-	Sí
FE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	117,037	43,755	92,747	117,037	43,755	92,747
R-cuadrado	0.001	0.02	0.005	0.0003	0.02	0.005

Nota: Test de robustez entre paréntesis ** y *** denotan un nivel de significancia al 5 % y 10 %, respectivamente.

La variable dependiente lncv es la diferencia de la razón entre el consumo intermedio y las materias primas compradas en el exterior de un año a otro. La variable dependiente lncv es el logaritmo de la razón entre el valor de materias primas compradas en el exterior y el consumo intermedio. Numcalproce es el logaritmo del número de certificados de calidad de los procesos de la firma. Numcalproduct es el logaritmo del número de certificados de calidad del producto de la firma. Estas variables se encuentran rezagadas en un año. Las variables control son el número de empleados permanentes, el valor de materias primas, el valor de activos, el valor de ventas totales, el porcentaje de ventas al exterior y la PTF. Para las segundas variables de control, tanto en nivel como en diferencia, se eliminaron el valor de materias primas, el valor de ventas totales y la PTF para evitar posibles problemas de colinealidad. El modelo seleccionado se escoge a través del test de Hausman, el cual elige entre efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), por lo que se coloca sí en el caso que se escoja ese modelo o - en el otro caso.

Table 18: Razón Materias primas del exterior-Materias primas y calidad

Variable dependiente: lnvv	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Numcalproce	0.01** (0.001)	0.01** (0.003)	0.01** (0.002)			
Numcalproduct				0.01** (0.002)	0.01** (0.003)	0.01** (0.002)
Variables de control	-	Sí	-	-	Sí	-
Variables de control 2	-	-	Sí	-	-	Sí
FE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	91,191	36,243	75,298	91,191	36,243	75,298
R-cuadrado	0.009	0.05	0.04	0.004	0.05	0.04

Nota: Test de robustez entre paréntesis ** y *** denotan un nivel de significancia al 5 % y 10 %, respectivamente.

La variable dependiente lnnv es el logaritmo de la razón entre el valor de las materias primas compradas al exterior y el valor de las materias primas compradas. Numcalproce es el logaritmo del monto de certificados de calidad de los procesos de la firma. Numcalproduct es el logaritmo del número de certificados de calidad del producto de la empresa. Estas variables se encuentran rezagadas en un año. Las variables control son el número de empleados permanentes, el valor de materias primas, el valor de activos, el valor de ventas totales, el porcentaje de ventas al exterior y la PTF. Para las segundas variables de control, tanto en nivel como en diferencia, se eliminaron el valor de materias primas, el valor de ventas totales y la PTF para evitar posibles problemas de colinealidad. El modelo seleccionado se escoge a través del test de Hausman, el cual elige entre efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), por lo que se coloca sí en el caso que se escoja ese modelo o - en el otro caso.

Table 19: Diferencias: Razón Materias primas del exterior-Materias primas y calidad

Variable dependiente:										
$\Delta \ln v$	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\Delta \text{Numcalproce}$	0.007** (0.002)	0.007 (0.005)	0.005 (0.006)	0.008** (0.003)	0.005 (0.003)					
$\Delta \text{Numcalproduct}$						0.009** (0.003)	0.01** (0.005)	0.01** (0.007)	0.01** (0.003)	0.009** (0.003)
Variables de control en nivel	-	Sí	-	-	-	-	Sí	-	-	-
Variables de control en diferencia	-	-	Sí	-	-	-	-	Sí	-	-
Variables de control 2 en nivel	-	-	-	Sí	-	-	-	-	Sí	-
Variables de control 2 en diferencia	-	-	-	-	Sí	-	-	-	-	Sí
FE	-	Sí	Sí	-	-	-	Sí	Sí	-	-
Observaciones	61,716	24,768	18,427	50,552	44,293	61,716	24,768	18,427	50,552	44,293
R-cuadrado	0	0.008	0.02	0	0	0	0.008	0.02	0	0

Nota: Test de robustez entre paréntesis ** y *** denotan un nivel de significancia al 5 % y 10 %, respectivamente. La variable dependiente $\Delta \ln v$ es la diferencia de la razón entre las materias primas compradas y las materias primas compradas en el exterior de un año al otro. $\Delta \text{Numcalproce}$ es la variable en diferencias del logaritmo del número de certificados de calidad de los procesos que tiene la firma. $\delta \text{Numcalproduct}$ es el logaritmo del número de certificados del producto de la firma en diferencias. Estas variables se encuentran rezagadas en un año. Las variables control tanto en nivel como en diferencia son el número de empleados permanentes, el valor de materias primas, el valor de activos, el valor de ventas totales, el porcentaje de ventas al exterior y la PTF. Para las segundas variables de control, tanto en nivel como en diferencia, se eliminaron el valor de materias primas, el valor de ventas totales y la PTF para evitar posibles problemas de colinealidad, El modelo seleccionado se escoge a través del test de Hausman, el cual elige entre efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), por lo que se coloca sí en el caso que se escoja ese modelo o - en el otro caso.

Table 20: Precios FOB Dólares y calidad

Variable dependiente: Fodx	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Redcostmat	0.13** (0.05)	0.20** (0.06)						
Obtcetcalproduc			0.20** (0.08)	0.01 (0.13)				
Numcalproduct					0.39** (0.18)	0.06 (0.33)		
CTI							0.01*** (0.009)	0.002 (0.01)
Variables de control	-	Sí	-	Sí	-	Sí	-	Sí
FE	-	-	-	Sí	-	-	-	-
Observaciones	2,942	1,698	8,588	5,385	733	343	3,344	1,963
R-cuadrado	0.003	0.04	0.001	0	0.007	0.05	0.001	0.03

Nota: Test de robustez entre paréntesis ** y *** denotan un nivel de significancia al 5 % y 10 %, respectivamente. La variable dependiente Fodx son los precios FOB en dólares. Redcostmat. Obtcetcalproduc.Numcalproduct es el logaritmo del número de certificados del producto de la firma. CTI es el logaritmo del monto invertido en actividades de innovación y mejora del capital humano. Estas variables se encuentran rezagadas en un año. Las variables control son el número de empleados permanentes, el valor de ventas totales, el porcentaje de ventas al exterior y el consumo intermedio. El modelo seleccionado se escoge a través del test de Hausman, el cual elige entre efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), por lo que se coloca sí en el caso que se escoja ese modelo o - en el otro caso.

Table 21: Precios FOB Pesos y calidad

Variable dependiente: Fopx	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Redcostmat	0.13** (0.05)	0.20** (0.06)						
Obtcetcalproduc			0.20** (0.08)	0.02 (0.14)				
Numcalproduct					0.39** (0.18)	0.04 (0.34)		
CTI							0.01*** (0.009)	0.003 (0.01)
Variables de control	-	Sí	-	Sí	-	Sí	-	Sí
FE	-	-	-	Sí	-	-	-	-
Observaciones	2,942	1,698	8,588	5,385	733	343	3,344	1,963
R-cuadrado	0.003	0.04	0.001	0	0.007	0.05	0.001	0.03

Nota: Test de robustez entre paréntesis ** y *** denotan un nivel de significancia al 5 % y 10 %, respectivamente. La variable dependiente Fopx son los precios FOB en pesos. Numcalproduct es el logaritmo del número de certificados del producto de la firma. Estas variables se encuentran rezagadas en un año. Las variables control son el número de empleados permanentes, el valor de ventas totales, el porcentaje de ventas al exterior y el consumo intermedio. El modelo seleccionado se escoge a través del test de Hausman, el cual elige entre efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), por lo que se coloca sí en el caso que se escoja ese modelo o - en el otro caso.

Table 22

Variable dependiente: PTF	Olley-Pakes	Olley-Pakes Attrition	Levinsonhn-Petrin	Levinsonhn-Petrin Attrition	Wooldridge GMM	FE
Mejoras en calidad	0.0113** (1.95)	0.0127** (2.11)	0.0146*** (3.12)	0.0145*** (3.11)	0.0224 (1.16)	
Procesos de mejoramiento en marcha					0.0376* (1.75)	
Obtención de certificación					0.0659*** (2.90)	
Número de certificaciones	0.0370* (1.68)	0.0391* (1.73)				Sí
Ln(Inversión en CTI)	0.0038*** (4.44)	0.0040*** (4.56)	0.0011* (1.67)	0.0011* (1.66)		Sí

Estadístico t entre paréntesis.FE: Efectos Fijos; RE: Efectos Aleatorios.Fuente: Dane, EAM, EDIT. Cálculos

proprios

6.1 Estimación PTF por medio de variables control

En adelante se usará la notación presentada por [Mollisi and Rovigatti \(2017\)](#) quienes desarrollaron un módulo de Stata para estimar los parámetros de la función de producción mediante datos panel. Los autores presentan diferentes formas de estimar el valor agregado y para la empresa i en el momento t :

$$y_{it} = \alpha + W_{it}\beta + X_{it}\gamma + \omega_{it} + \epsilon_{it} \quad (4)$$

En la anterior ecuación, W contiene las variables libres (free variables) representadas por el trabajo, X las variables estado (state variables) representadas por el stock de capital, ω es la productividad no observada y ϵ es el término de error distribuido como ruido blanco [Mollisi and Rovigatti \(2017\)](#). Siguiendo a Olley and Pakes, 1996, (OP) la productividad esperada es una función de la productividad y las variables estado

$$E[\omega_{i,t+1}|\omega_i, X_{it}] \quad (5)$$

El método de estos autores se basa en la idea de que las decisiones de inversión I dependen de la productividad y las variables estado:

$$I_{it} = I(\omega_{it}, X_{it}) \quad (6)$$

La función inversa es utilizada por OP como proxy de la productividad:

$$\omega_{it} = I^{-1}(I_{it}, X_{it}) = h(I_{it}, X_{it}) \quad (7)$$

Reemplazando 7 en 4 obtenemos:

$$y_{it} = \alpha + W_{it}\beta + \phi_{it} + \epsilon_{it} \quad (8)$$

Donde $\phi_{it} = X_{it}\gamma + h(I_{it}, X_{it})$ se estima en una primera etapa mediante un polinomio de orden n en I_{it} , X_{it} y sus interacciones. La función de inversión (ecuación 6) también puede incluir la probabilidad de supervivencia de la firma. Utilizando la esperanza condicional de la ecuación (5) y reordenando los términos de la ecuación (8) se obtiene:

$$y_{it} - W_{it}\beta = \alpha + (X_{it} - X_{i,t-1})\gamma + \phi_{it} + e_{it} \quad (9)$$

La función $\phi(\cdot)$, controla por la productividad no observada de modo que se obtienen parámetros consistentes para las variables libres y las variables estado, al no estar correlacionadas con el término de error. Sin embargo, el sesgo de selección permanece latente. OP proponen adicionar un término a la ecuación (9) que permita controlar por la probabilidad de supervivencia de las firmas. Si χ_{it} es la probabilidad de permanecer en el mercado, entonces

$$\hat{P}r_{i,t+1} = P(\chi_{i,t+1} = 1 | \chi_{it}) \quad (10)$$

La ecuación (10) es estimada mediante un modelo logit con un polinomio en función de las variables estado y la inversión. La ecuación (9) puede ser transformada para eliminar el sesgo de selección utilizando la ecuación (10):

$$y_{it} - W_{it}\beta = \alpha + X_{it}\gamma + g(\phi_{i,t-1} - X_{i,t-1}\gamma, \hat{P}r_{i,t+1}) + e_{it} \quad (11)$$

Por consiguiente, el modelo de OP puede ser estimado en dos etapas mediante la ecuación (9) (cuando no se incluye la probabilidad de supervivencia) o la ecuación (11) cuando se incluye.

Puesto que las firmas toman decisiones inter-temporales sobre la inversión, en algunos años no se observan datos para hacer estimaciones robustas: “Las inversiones no se deciden en cada momento, sino que se posponen durante algunos años antes de realizarse todas a la vez” [Mollisi and Rovigatti \(2017\)](#). Esto puede traer como consecuencia una sobreestimación de la PTF. LP introducen un estimador donde se utiliza el consumo intermedio como proxy de los choques de productividad, gracias a que su comportamiento es más suave y observable cuando se compara con la inversión.

Detrás de esto, se supone que ante un choque de productividad las firmas, que buscan maximizar su utilidad, expanden el consumo intermedio con el fin de aumentar la producción. La estrategia de estimación de LP cambia la inversión (del modelo propuesto por OP), por el consumo intermedio con el fin de obtener estimaciones insesgadas de la productividad de las firmas, gracias a que se resuelve el problema de simultaneidad explicado al comienzo de esta sección.

Para poder usar el consumo intermedio m_{it} sin violar los supuestos del modelo es necesario que $E[m_{it}, X_{it}] = 0$, lo que implica que la productividad no observada equivale a:

$$\omega_{it} = h(m_{it}, X_{it}) \quad (12)$$

Remplazando (12) en (4) obtenemos:

$$y_{it} = \alpha + W_{it}\beta + \phi_{it} + \epsilon_{it} \quad (13)$$

Donde $\phi_{it} = X_{it}\gamma + h(m_{it}, X_{it})$ se estima en una primera etapa mediante un polinomio de orden n en m_{it}, X_{it} o mediante regresión lineal local (local linear regression). Para identificar los parámetros LP estiman la ecuación (13) utilizando un rezago del consumo intermedio para evitar la correlación de la variable contemporánea con el error y resolviendo el problema de minimización de los errores mediante GMM ¹².

OP y LP asumen que la firmas son capaces de ajustar su capacidad productiva ante los choques de productividad, en el primer caso mediante ajustes a la inversión y en el segundo caso a través del aumento del consumo de intermedio, sin que esto derive en costos de ajustes en el trabajo. Si en la primera etapa de estimación los datos presentan una variabilidad independiente de las proxys de productividad es posible hallar parámetros consistentes. “Si este no es el caso, sus coeficientes serían perfectamente colineales en la estimación de la primera etapa y, por lo tanto, no serían identificables.” [Mollisi and Rovigatti \(2017\)](#).

Para evitar este problema en los datos de algunas firmas, [Wooldridge \(2009\)](#) propone reemplazar el método en dos etapas por el estimador GMM. En este caso ϕ será estimado con los rezagos de las variables estado y el consumo intermedio. De esta forma tenemos una amplia gama de estimaciones cuya eficiencia no podemos conocer a priori.

Para comenzar la función de producción y el nivel de productividad de la firma se pueden estimar mediante i) OP; ii) OP controlando por el sesgo de selección; iii) LP; iv) LP controlando por sesgo de selección; v) Wooldridge. Estos cinco procedimientos fueron utilizados en el estudio sin encontrar grandes diferencias en los valores de la productividad de las firmas en el tiempo cuando se utilizaron los tres últimos modelos mencionados.

Con esta información, se pasó a la siguiente fase del estudio donde se tomaron las diferentes mediciones de PTF (a partir de la EAM) y se estimaron las relaciones con las variables de calidad (a partir de información de la EDIT). El siguiente capítulo presenta los principales resultados.

¹²para facilitar la lectura del documento no hemos traído todas las ecuaciones que se presentan en la bibliografía mencionada