

**DEPRECIACIÓN DEL CAPITAL FIJO Y PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN
COLOMBIA**

MANUEL PÁEZ BASTIDAS

RODRIGO ALFONSO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

Bogotá D.C, Junio de 2015.

**DEPRECIACIÓN DEL CAPITAL FIJO Y PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN
COLOMBIA**

Trabajo de grado presentado por:

MANUEL PÁEZ BASTIDAS

RODRIGO ALFONSO

En cumplimiento parcial de los requisitos para optar por el grado de Magíster en
Economía

Bajo la dirección de:

David Andrés Londoño Bedoya

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN ECONOMÍA
Bogotá D.C, Junio de 2015.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	10
3. DATOS.....	13
4. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.....	14
5. CONSTRUCCIÓN DEL PANEL, METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	15
6. CONCLUSIONES.....	22
7. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....	24
8. ANEXOS.....	26

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Sectores y Número de Empresas.....	14
TABLA 2. Composición Regional de la Muestra.....	15
TABLA 3. Test de Hausman.....	17
TABLA 4. Estimación de la PTF por el Método del Residuo.....	17
TABLA 5. Medidas de Tendencia Central para PTF.....	19
TABLA 6. Estimación del Efecto de la Depreciación sobre la PTF.....	20

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. Evolución Histórica de la PTF.....	18
---	----

DEPRECIACIÓN DEL CAPITAL FIJO Y PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN COLOMBIA*

Trabajo de grado presentado por**:

MANUEL PÁEZ BASTIDAS

RODRIGO ALFONSO

Resumen

Este documento tiene como objetivo conocer cuál es la relación existente entre la depreciación del capital físico y la Productividad Total de los Factores (PTF) para algunos sectores de la economía colombiana. Los sectores que se analizarán serán el sector financiero (actividades diversas de inversión), comercio al por mayor y construcción (construcciones de obras residenciales). El análisis es basado en un panel de raíz unitaria y se realizó un test de heterogeneidad con el fin de validar el uso de un análisis de panel. Se trabajó con un panel de co-integración, el cual permitirá interdependencia del corte transversal con diferentes efectos individuales, que es utilizado para funciones dinámicas de largo plazo. Finalmente, el propósito de este trabajo es mostrar si la relación entre la depreciación del stock de capital fijo y la PTF de cada una de los sectores anteriormente mencionado es positiva. Los resultados para Colombia muestran la relación positiva que existe entre la depreciación del stock de capital fijo y la PTF de cada uno de los sectores de la economía colombiana que se estudiaron en este documento.

Palabras Clave: Depreciación, PTF, capital fijo, raíz unitaria, heterogeneidad, panel, co-integración.

* Trabajo presentado para optar el título de Magister en economía de la Pontificia Universidad Javeriana.

** Agradecemos la Dirección del Profesor David Andrés Londoño Bedoya

** Agradecemos la Dirección del Profesor David Andrés Londoño Bedoya

FIXED CAPITAL DEPRECIATION AND TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY IN COLOMBIA *

Thesis presented by ** :

MANUEL PAEZ BASTIDAS

RODRIGO ALFONSO

Abstract

This paper aims to know the relationship between the depreciation of fixed capital and Total Factor Productivity (TFP) for some sectors of the Colombian economy. The sectors to be discussed are financial sector (various investment activities), retail sector and construction. The analysis is based on a panel unit, and it was made a heterogeneity test in order to validate the use of a panel analysis. We worked with a co-integration panel, which allows cross-sectional interdependence with different individual effects, which is used for long-term dynamic functions. Finally, the purpose of this paper is to show if the relationship between the depreciation of fixed capital stock and TFP in the mentioned sectors in Colombia is positive. The results for Colombia show the positive relationship between depreciation of fixed capital stock and TFP for the economic sector chosen.

Keywords: Depreciation, PTF, fixed capital, unit root, heterogeneity, panel co-integration.

* This paper is presented as thesis to obtain master's degree in Economics from the Pontificia Universidad Javeriana.

** We thank Professor David Andrés Londoño Bedoya for the support.

INTRODUCCIÓN

Las tendencias del conocimiento, las habilidades y la tecnología determinan la Productividad Total de los Factores (PTF), por lo que ésta ocupa un lugar importante en el crecimiento económico de los países. Por otro lado, el capital físico de las economías es una herramienta significativa al momento de analizar la PTF, pues interactúa con los agentes económicos al momento de producir y realizar mejoras a los procesos de producción. Dado lo anterior, la depreciación del capital físico podría ser uno de los indicadores que determinan la PTF de las economías modernas[†], ya que ésta tiene efectos directos en las decisiones de inversión de los agentes.

Varios autores han buscado las relaciones que existen entre estos indicadores, para así poder contar con instrumentos adicionales a la hora de tomar decisiones y/o crear políticas enfocadas a mejorar la productividad y la inversión de las economías. En el trabajo de Howitt (1998), Musso (2004) y Mukoyama (2008) se demostró que una rápida depreciación del capital físico lleva a una rápida reposición del stock de capital, con lo cual se llega a una mayor inversión e implica niveles superiores de PTF. Lo anterior, llevaría a una relación positiva entre los gastos de depreciación y PTF, dado que las nuevas inversiones están caracterizadas por niveles superiores de calidad en los nuevos bienes de capital. Por otro lado, Bu (2006), mostró en su trabajo que la depreciación del capital para algunos países desarrollados es más rápida que en otros, lo que conlleva a menores niveles de ahorro, inversión y ayuda internacional para los procesos de crecimiento, encontrando así una asociación negativa entre los gastos de depreciación y la PTF. Por último, otros autores encontraron resultados mixtos en lo concerniente a la contribución de grandes acumulaciones de capital en el crecimiento económico en los países en desarrollo. Elias (1992) argumentó que la contribución de la PTF al crecimiento es mucho menor para los países

[†] Apergis, N., Sorros, J., (2012). Fixed Capital Depreciations and TFP growth, *International Journal of Finance*, 4 2012, pag. 28

latinoamericanos que para los asiáticos y Pritchett (2000) mostró que la mayoría de los países en desarrollo presentan una figura negativa para la PTF.

El principal problema que se presentó al momento de realizar el presente documento fue la forma de medición de la depreciación y la PTF. De acuerdo a la OCDE, los países industriales impusieron diferentes criterios para determinar la depreciación del capital físico, así como en los países en desarrollo. De esta manera, contar con una medida específica para la tasa de depreciación no sería una conclusión válida, pues el capital físico es altamente afectado por las diferencias en los costos de mantenimiento, así como por diferencias en nuevas inversiones de capital a través de los países y las industrias. Ante estos problemas de unificación en la medición, Apergis y Sorros (2012) decidieron hacer un estudio en el cual pudieran realizar dicha unificación y así encontrar una relación entre la depreciación del capital fijo y la PTF. En su trabajo llegaron a la conclusión que existe una relación positiva entre estos dos factores. Para lograrlo tomaron información sobre la totalidad de los activos fijos de diferentes empresas de 25 países de la OCDE, y utilizando la metodología de co-integración de panel y corrección de error, lograron obtener evidencia acerca del posible impacto del gasto en la depreciación del capital fijo sobre la PTF. La depreciación del capital y el gasto relacionado a este rubro se obtuvo de los balances de las empresas, diferenciando de esta manera la medida económica de la depreciación con la de la contabilidad de las empresas.

Teniendo en cuenta lo anterior, y basándonos en la medición de depreciación de Apergis y Sorros (2012), se quiere conocer cuál es la relación existente entre la depreciación del capital físico y la PTF para algunos sectores de la economía colombiana. Los sectores que se analizarán serán sector financiero (actividades diversas de inversión), comercio al por mayor y construcción (construcciones de obras residenciales).

MARCO TEÓRICO

Como se ha mencionado anteriormente, la PTF muestra el progreso tecnológico, y en la mayoría de los casos es una variable que no se pueda observar directamente en el entorno económico. Desde otra mirada también representa choques tecnológicos que conducen a los ciclos de negocio (Romer, 1990) o políticas que favorecen la adopción de nueva tecnología (Prescott, 1997). Por esta razón, para modelar la PTF los economistas se han remitido siempre al lado de la oferta, dado que ésta refleja el progreso de la tecnología dentro los procesos productivos. Las estimaciones de PTF se obtienen como el residuo entre el crecimiento de la producción y la participación de la suma de trabajo, crecimiento del capital y crecimiento del capital humano. Para este procedimiento nos basamos en una función de producción Cobb-Douglas con retornos constantes a escala.

$$Y = AK^\alpha L^{(1-\alpha)} \quad (1)$$

Donde α indica la participación del capital y $(1 - \alpha)$ la participación del trabajo en la producción (Y). Dado lo anterior el cambio en la PTF se calcularía de la siguiente manera:

$$\Delta PTF = \dot{A}/A = \dot{Y}/Y - \alpha \dot{K}/K - (1-\alpha) \dot{L}/L \quad (2)$$

La ecuación para determinar la PTF ha sido ampliamente usada, no solo para descomponer el crecimiento, sino también para explicar las diferencias en los ingresos per-cápita entre países (Mankiw, 1992). Sin embargo, esta metodología tiene ciertas deficiencias, las cuales han generado algunas preocupaciones acerca de la validez del acercamiento al residuo como una adecuada medida de progreso tecnológico o la PTF. Estas deficiencias están relacionadas a las cuestiones del mantenimiento preventivo del personal, el exceso de la capacidad, la calidad de los insumos y algunos problemas en la medición de datos. Para este caso, al usar información al nivel de las firmas se ganará un mejor entendimiento de los desarrollos al interior de dichas compañías, a diferencia de los estudios que usan información agregada. Esto debido a que la información desagregada del capital

fijo, tomada directamente de los balances contables refleja mejor la adopción de diferentes tipos de tecnología y el desarrollo de actividades incorporadas en dicho capital fijo (Foster 2001).

Siguiendo con el modelo, también se asume que la acumulación de capital sigue la ecuación:

$$K = qI - \delta K \quad (3)$$

Donde I es inversión, q es el nivel de inversión en tecnología específica y δ es la tasa de depreciación. Reemplazando (3) en (2):

$$\dot{A}/A = \dot{Y}/Y - \alpha (qI/K - \delta) - (1-\alpha) \dot{L}/L \quad (4)$$

De (4) se obtiene que $\partial(\dot{A}/A)/\partial\sigma = \alpha$, que es positivo e implicaría una relación positiva entre la depreciación del capital fijo y la PTF.

Lo anterior mostraría la existencia de una relación positiva entre la depreciación del capital fijo y la PTF. Se necesita ahora probar empíricamente la relación positiva entre estas dos variables y para hacerlo se deberán utilizar diferentes firmas puesto que se puede presentar el caso en que distintos tipos de depreciación del capital impliquen diferentes tasas de acumulación de capital. Como resultado, la contabilidad para diferentes valores de depreciación en la construcción de series de stock de capital llevaría necesariamente a diferentes estimaciones del crecimiento del PTF. El acercamiento empírico del presente trabajo recae sobre depreciación reportada, lo cual podría contrastar con la racionalidad de la medición del crecimiento.

Por medio de un panel auto-regresivo se buscará probar la hipótesis del presente trabajo. Esta metodología ha sido utilizada anteriormente para trabajar con series de stock de capital, trabajo y gastos de depreciación por autores como Maddala and Wu (1999), Breitung (2000), Hadri (2000), Choi (2001), entre otros. El propósito es demostrar la relación que existe entre los PTF y las depreciaciones del capital físico.

Un problema que se puede presentar durante el análisis es la heterogeneidad de las empresas incluidas dentro de la base de datos, pues éstas pueden presentar

cambios durante el periodo analizado que puede tener efectos en la relación de la depreciación de las PTF de las diferentes estructuras operacionales de los marcos establecidos en cada empresa.

La intención del presente trabajo es seguir la propuesta de Apergis y Sorros (2012), donde proponen hacer un test de heterogeneidad utilizando las técnicas propuestas por Holtz-Eakin (1986). La intención de este test es evaluar la heterogeneidad de las empresas que componen la base de datos, con el fin de validar el uso de un análisis de panel.

Se espera como resultado la presencia de heterogeneidad en las varianzas dinámicas y de errores del panel, por lo cual se trabajará con un panel de co-integración utilizado por Pedroni (1999-2004), el cual permitirá interdependencia del corte transversal con diferentes efectos individuales, que es utilizado para funciones dinámicas de largo plazo.

Una vez se establezca que existe una combinación lineal que mantenga la proporción de las variables de una a otra en el largo plazo, se puede proceder a generar una estimación individual en ambas ecuaciones en el largo plazo. Siguiendo a Pedroni (2000), utilizando el método de mínimos cuadrados completamente modificados (FMOLS) se considera la siguiente relación de largo plazo entre producto, capital y trabajo:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + b_{li}K_{it} + b_{li}L_{it} + \widehat{\epsilon}_{it} \quad (5)$$

En ausencia de la co-integración en el largo plazo se puede utilizar la estimación de un panel de vectores auto regresivo (VAR), para así inferir la relación de corto plazo entre las variables. Siendo así, se estimará el siguiente modelo VAR:

$$PTF_{it} = \omega_{1j} + \sum_{k=1}^q \gamma_{11ik} PTF_{it-k} + \sum_{k=1}^q \gamma_{12ik} \Delta d_{it-k} + \hat{u}_{1it} \quad (6)$$

$$\Delta d_{it} = \omega_{2j} + \sum_{k=1}^q \gamma_{21ik} PTF_{it-k} + \sum_{k=1}^q \gamma_{22ik} \Delta d_{it-k} + \hat{u}_{2it} \quad (7)$$

Como resultado se espera que en el corto plazo exista una relación positiva unidireccional de la depreciación del capital hacia la PTF.

DATOS

Teniendo en cuenta el análisis que realizaremos para los sectores de la economía colombiana, a continuación hacemos un listado de los datos a utilizar para el análisis empírico de nuestro trabajo y comentarios generales. (Depreciación de capital fijo vs PTF, en Colombia)

- Balances de empresas reportados a la Superintendencia de Sociedades de Colombia.
- 425 empresas.
- 3 sectores: comercio, construcción y financiero.
- Periodo de estudio 1995-2012
- Producción (Y) será medida como la utilidad bruta.
- Capital (K) será medida como activos fijos.
- Trabajo (L) será medida como el número de empleados de cada empresa. Utilizaremos una variable proxy por medio de la productividad laboral de cada sector y su relación con la producción (Y) de cada una de las empresas analizadas.

$$L = Y_{\text{empresa}} / \text{Productividad Laboral del Sector (PLS)}$$

$$\text{PLS} = Y_{\text{sector}} / L_{\text{sector}}$$

- Y y L del sector son obtenidos del DANE.
- La depreciación es obtenida de los balances de las empresas.
- Inversión (I) también se obtiene de reportes financieros como los flujos de dinero generados por las compras de capital fijo hechas por la empresa.
- Los datos son reales a precios constantes de 1.995.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

El proceso de estimación se realizó para un conjunto de empresas colombianas pertenecientes a tres diferentes sectores. En la tabla N° 1 se muestran los sectores y el número de empresas por sector.

Tabla N° 1: Sectores y Número de Empresas.

Sector	Número de Empresas	Proporción	Proporción Acumulada
ACTIVIDADES DIVERSAS DE INVERSION	5	1.2%	1.2%
COMERCIO AL POR MAYOR	352	82.9%	84.0%
CONSTRUCCION DE OBRAS RESIDENCIALES	68	16.0%	100.0%
Total	425	100%	

Fuente: Cálculos propios – Excel 2013.

Así, para el sector de actividades diversas de inversión se cuenta con una submuestra de 5 empresas, representando el 1.2% de la muestra; para el sector de comercio al por mayor hay 352 empresas, representando el 82.9% de la muestra y, para el sector de construcción de obras residenciales se cuenta con una submuestra de 68 empresas, representando el 16% de la muestra. La información contable de estas empresas se recolectó de la base de datos de la Superintendencia de Sociedades para el periodo comprendido entre 1995 – 2012, por ser el de mayor duración disponible. Si bien el número de empresas en la base de la Superintendencia de Sociedades es mayor, las empresas que se escogieron son las que poseen información disponible durante todo el periodo de análisis, es decir, las empresas con información para los 18 años.

Para cada sector la muestra es heterogénea por región de procedencia. En la tabla N° 2 se muestra la conformación regional por sector. La mayor concentración de

empresas se encuentra en Bogotá, con 299 empresas: 4 pertenecen al sector de actividades diversas de inversión, 241 al sector de comercio al por mayor y 54 al sector de construcción de obras residenciales; seguido de Antioquia con 48 empresas: 1 perteneciente al sector de actividades diversas de inversión, 44 al sector de comercio al por mayor y 3 al sector de construcción de obras residenciales; Valle es tercero con 29 empresas: 25 pertenecientes al sector de comercio al por mayor y 4 al sector de construcción de obras residenciales; seguido de Atlántico con 20 empresas: 18 pertenecientes al sector de comercio al por mayor y 2 al sector de construcción de obras residenciales.

Tabla N° 2: Composición Regional de la Muestra

Región	ACTIVIDADES DIVERSAS DE INVERSION	COMERCIO AL POR MAYOR	CONSTRUCCION DE OBRAS RESIDENCIALES	Total
ANTIOQUIA	1	44	3	48
ATLÁNTICO	0	18	2	20
BOGOTÁ	4	241	54	299
BOLIVAR	0	0	1	1
CALDAS	0	8	0	8
CUNDINAMARCA	0	4	1	5
MAGDALENA	0	3	0	3
META	0	1	0	1
NORTE DE SANTANDER	0	1	0	1
RISARALDA	0	2	0	2
SANTANDER	0	6	3	9
VALLE	0	25	4	29
Total	5	352	68	425

Fuente: Cálculos propios – Excel 2013.

CONSTRUCCIÓN DEL PANEL, METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las variables se recolectaron de los estados financieros y el balance general de las empresas, disponibles en la página web de la Superintendencia de Sociedades, para establecer el efecto de la depreciación de capital fijo sobre la Productividad Total de los Factores (PTF). Siguiendo a Apergis y Sorros (2012), se construyó el panel con las siguientes variables: utilidad bruta; stock de capital fijo; propiedad, planta y equipo; depreciación; inversión y activo corriente. Todas son medidas en términos de su valor corriente, por lo que se deflactaron y se llevaron a precios constantes de 1995 usando los datos del Índice de Precios al Consumidor, disponible en la página web del DANE.

El número de trabajadores fue construido por medio de una variable proxy, donde usamos el PIB de cada uno de los sectores y el número de ocupados por sector (datos del DANE) para encontrar la productividad laboral, y así llegar a un valor aproximado del número de empleados por empresa (Producto (Y) de la empresa/Productividad laboral del sector al que pertenece). Esta estimación corresponde a una aproximación dado la información disponible, ya que la base de la Superintendencia de Sociedades no incluye dichos datos.

Se estimó un modelo de Panel Auto-regresivo (Panel - VAR) para establecer el efecto que tiene la depreciación de los activos fijos sobre la productividad total de los factores. Primero, para la construcción de la serie de la productividad total de los factores, variable no observable en los Estados Financieros y Balance General de las empresas, se utilizó un enfoque ampliamente usado en la bibliografía relacionada: La Contabilidad del Crecimiento o Growth Accounting (Apergis y Sorros). El objetivo de dicho enfoque es estimar, por medio de una técnica de residuo, el aporte no explicado por los factores de producción a la producción total. Para esto, se utilizó como variable endógena la serie del valor de la utilidad bruta de las empresas a precios de 1995 y como variables exógenas el valor real del capital a precios de 1995 y el número de trabajadores. Se estimó una función de producción de tipo Cobb - Douglas lineal en términos de logaritmos, para estimar los parámetros, los cuales, en este caso representan las elasticidades producto - capital y producto - trabajo. Además, se realizó una prueba de Hausman para establecer el tipo de efectos adecuado para la estimación, de donde se obtuvo que se debía estimar con efectos aleatorios, dada la existencia de características

heterogéneas no observables entre individuos, permitiendo también estimadores más consistentes. En la tabla N° 3 encontramos los resultados obtenidos para la prueba de Hausman, y en la tabla N°4, los resultados para la estimación de la PTF.

Tabla N°3: Test de Hausman.

	Fijos	Aleatorios	Diferencia	$\text{sqrt}(\text{diag}(V_b - V_B))$
Log Capital	0.1139396	0.1482013	-0.0342618	0.0042059
Log L	0.4911476	0.4542776	0.03687	0.0149299
Statistic	99.86			
P-Value	0.000			

Fuente: Cálculos propios - Stata MP13.

Para el test de Hausman, al ser el P-Value menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula de inexistencia de diferencia significativa entre los estimadores hallados por medio de efectos fijos y efectos aleatorios. Lo que implica que los estimadores consistentes son los hallados por medio de efectos aleatorios, confirmando que existe un efecto heterogéneo entre los individuos que no cambia a través del tiempo y con distribución de probabilidad desconocida.

Tabla N° 4: Estimación de la PTF por el Método del Residuo.

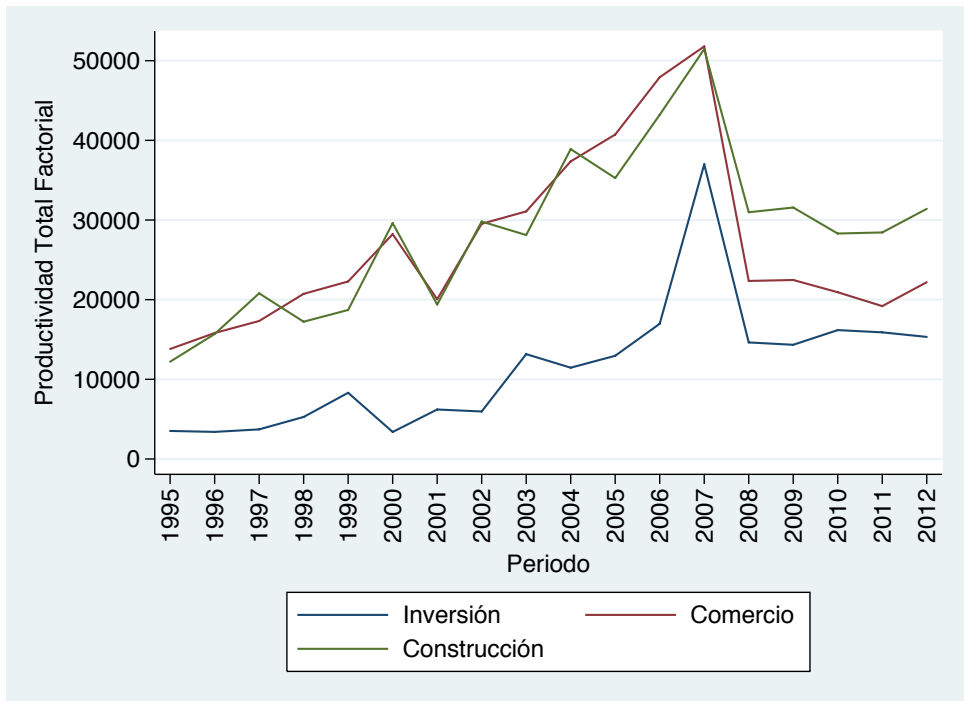
Variables	Coefficientes
Capital Real	0.1482***
	(0.14820)
Número de Trabajadores	0.4542***
	(0.03409)
Constante	8.9333***
	(0.23693)
Observations	7,686
Number of NIT	425
R-squared	20.78%

Standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: Cálculos propios - Stata MP13.

Por su parte, los coeficientes obtenidos son significativos al 1% y tienen los signos esperados. Así, se espera que, en promedio, un aumento de 1% en el capital real implique un aumento de 0.1482% en la utilidad bruta de las empresas. De forma similar, un aumento de 1% en la cantidad de trabajadores genera un aumento del 0.4542% en la utilidad. Finalmente, el valor de la constante no tiene interpretación, debido a que las empresas no obtienen utilidad al contratar cero factores de producción. La gráfica N° 1 muestra el comportamiento de la productividad total de los factores estimada a nivel sectorial.

Gráfica N° 1: Evolución Histórica de la PTF.



Fuente: Cálculos propios - Stata MP13.

Es posible identificar una tendencia creciente en la serie para los tres sectores. Así mismo, la serie alcanza su máximo en el año 2007 y luego, por causas de la crisis financiera mundial de dicho año, baja a los niveles registrados durante comienzos de la primera década del siglo. De igual forma, se encuentra que, en niveles, la

productividad total de los factores en el sector de actividades diversas de inversión es menor a la del sector de comercio al por mayor y a la de la construcción. Además, durante los últimos años de la década (2008 - 2009) y primeros de la segunda década (2011 - 2012) el nivel de la serie disminuye y siguen trayectorias paralelas, pero siendo la construcción el sector de mayor productividad, resultado que puede estar relacionado a los programas de vivienda e infraestructura del Gobierno Nacional. En la tabla N° 5 se muestran un conjunto de estadísticas de tendencia central para caracterizar la serie de productividad total de los factores por sector.

Tabla N° 5: Medidas de Tendencia Central para PTF

Sector	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Coef. Variación	Des. Estándar
Actividades Diversas de Inversión	9.94	107511.00	11457.33	6104.80	1.32	15106.39
Comercio al por Mayor	0.03	2014329.00	26896.08	9151.32	3.27	88035.79
Construcción de Obras Residenciales	0.30	529685.40	28630.70	9682.39	1.88	53797.51

Fuente: Cálculos propios - Stata MP13.

Con base en los resultados obtenidos es posible caracterizar a los individuos observados por sector como heterogéneos, basándose en los valores del Coeficiente de Variación, lo cual refuerza el uso de efectos aleatorios. Por otro lado, la variable no se distribuye de forma normal, ya que el valor de la media, la mediana y la moda no son iguales. Asimismo, la mayor concentración se da alrededor del valor de la media para cada sector, pero con una desviación estándar más alta para el sector de comercio, seguido del sector de construcción. Esto último refuerza la conclusión inicial sobre la heterogeneidad de los agentes por sector.

Resaltamos que antes de estimar nuestro modelo VAR se deben realizar unas pruebas de raíz unitaria y de co-integración, para establecer que existe una relación de largo plazo que permite que estas variables se comporten de forma

relacionada y poder estimar el efecto de la depreciación sin problemas de espuriedad. Los resultados obtenidos se encuentran en los anexos y permiten concluir que las series no son estacionarias en niveles, pero sí en primeras diferencias, lo que implica que éstas son co-integradas de orden 1 y existe una relación de largo plazo que permite estimar el efecto buscado entre depreciación y productividad total de los factores. Por otro lado, la depreciación es estacionaria en niveles y una sobre diferenciación no afecta su estacionariedad.

Al estimar los coeficientes del Panel Var se encuentran los resultados mostrados en la tabla N° 6.

Tabla N° 6: Estimación del Efecto de la Depreciación sobre la PTF.

Panel Vector Autoregression		Number of obs			6330
Group Variable		NIT	Number of Groups		425
Obs per group			=	15	
Equation	Parms	RMSE	R-sq	F	P > F
Depreciación	433	748518	0.9586	11564.9	0.00
PTF	433	33173.1	0.8711	730.2137	0.00

Variable	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]	
Depreciación						
I1_Depreciacion	1.371448	0.0134494	101.97	0	1.345082	1.397814
I1_PTF	1.424567	0.2887859	4.93	0	0.8584411	1.990693
I2_Depreciacion	-0.4996688	0.0227082	-22	0	-0.5441851	-0.4551525
I2_PTF	-2.506118	0.3782926	-6.62	0	-3.24771	-1.764526
I3_Depreciacion	0.3474133	0.0178641	19.45	0	0.312393	0.3824335
I3_PTF	-0.7999936	0.3063785	-2.61	0.009	-1.400608	-0.1993795
PTF						
I1_Depreciacion	0.0026594	0.0005961	4.46	0	0.001491	0.0038279
I1_PTF	0.6333682	0.0127985	49.49	0	0.6082785	0.6584579
I2_Depreciacion	-0.0032397	0.0010064	-3.22	0.001	-0.0052125	-0.0012668

I2_PTF	0.0632412	0.0167653	3.77	0	0.0303751	0.0961073
I3_Depreciacion	0.0026856	0.0007917	3.39	0.001	0.0011335	0.0042376
I3_PTF	-0.1531459	0.0135782	-11.28	0	-0.1797641	-0.1265277

Contemporary Coefficients		
	Depreciación	PTF
Depreciación	1	-
PTF	-0.00258813	1

Fuente: Cálculos propios - Stata MP13.

El proceso de estimación se realizó por medio de Cadenas de Markov, realizando 3,000 iteraciones para la estimación de los parámetros mostrados en la tabla, con tres rezagos para cada variable y obteniendo estimadores significativos con 99% de confiabilidad. A nivel agregado se encuentra que los resultados son heterogéneos, es decir, para el periodo contemporáneo el efecto de la depreciación sobre la productividad total de los factores es negativo, es decir, un aumento de la depreciación en una unidad, medido en millones de pesos, va a causar una disminución de la PTF, medida en millones de pesos, de 0.00258813. Por su parte, un aumento en la depreciación en una unidad afecta de forma positiva e igual a 0.0026954 a la PTF del siguiente periodo, ambos medidos en millones de pesos. Sin embargo, el efecto dos periodos adelante va a ser negativo e igual a una disminución de la PTF de 0.0032397 millones de pesos. Finalmente, el efecto tres periodos adelante sobre la PTF va a ser positivo e igual a 0.0026856 millones de pesos.

Por su parte, el efecto de la PTF sobre la depreciación es positivo para un periodo adelante, es decir, un aumento de la PTF hoy implicará un aumento de la depreciación mañana de 1.371448 millones de pesos. Los efectos para dos y tres periodos adelante son negativos e iguales a 2.506118 y 0.7999936 millones de pesos. Sin embargo, se debe resaltar que estas medidas son basadas en relaciones de correlaciones y como tal no implican relaciones de causalidad.

CONCLUSIONES

Por medio de este trabajo, realizamos una estimación del efecto de la depreciación sobre la productividad total de los factores (PTF) en Colombia con información de los estados financieros y el balance general de 425 empresas colombianas, tomando como base de información los resultados corrientes consignados en la Superintendencia de Sociedades. En el análisis se encontró que el efecto de la depreciación sobre la PTF es positivo en el corto plazo.

En general, los resultados son mixtos dependiendo de los efectos inter-temporales en la relación entre dichas variables. Respecto a un análisis contemporáneo, la depreciación tiene un efecto negativo sobre la PTF, mostrando con esto que a mayores niveles de depreciación la PTF se va a ver afectada de forma negativa. Este resultado es consistente con la dificultad de las empresas de hacer reposiciones de capital en períodos cortos de tiempo. Por otro lado, al analizar las relaciones inter-temporales de ambas variables, observamos que la depreciación tiene un efecto positivo en la PTF del siguiente período, lo que sería consistente con la reposición de capital depreciado por parte de las empresas, lo que aumenta la productividad. También el resultado está en línea con las dinámicas empresariales, ya que las empresas por razones financieras y de presupuesto no pueden reponer en el mismo período el capital depreciado, pero si en el período siguiente a cuando se da la depreciación.

Además, se encontró que existe un alto grado de heterogeneidad entre las empresas a nivel regional y sectorial en términos de contratación de factores de producción, stock de capital, nivel de inversión y utilidades generadas que permanece constante a través del tiempo y que hace que las empresas obtengan diferentes resultados financieros. Por otro lado, se encontró que la crisis financiera de 2008-2009 afectó a las empresas colombianas estudiadas de forma significativa, ya que su nivel de productividad total de los factores luego de la crisis disminuyó hasta los niveles de comienzo de la primera

década del siglo y luego continuó con una tendencia estable, pero con una aceleración más lenta a la que traía antes de la crisis.

Posibles extensiones de este trabajo podrían buscar analizar factores específicos que puedan determinar diferentes efectos de la depreciación sobre la PTF a nivel regional. También se podría desagregar el capital, para así determinar diferentes efectos dependiendo del tipo de capital (inmueble, mueble, otros). Finalmente, encontrar los efectos de la tasa de cambio sobre la relación de la depreciación y la PTF en sectores altamente expuestos al comercio internacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Apergis, N., Sorros, J., (2012). Fixed Capital Depreciations and TFP growth, *International Journal of Finance*, 4 2012, pag. 28 – 50
- Breitung, J (2000). The local power of some unit root test for panel data, *Advances in Econometrics* 15, pp. 161 – 177.
- Bu, Y. (2006). Fixed capital stock depreciation in developing countries: some evidence from firm level data, *Journal of Development*, 42, pp. 881-901
- Choi, I. (2001). Unit root test for panel data, *Journal of International Money and Finance*, 20, pp 249-272
- Durbin, J. and Koopman, S. J. (2001) *Time Series Analysis by state Space Methods*, Oxford University press, New York.
- Elias, V.J. (1992) *Sources of growth: A study of seven Latin American Economis*, ICS Press, San Francisco
- Esposti, R. (2000) Stochastic technical change and procyclical TFP: the Italian agriculture case, *Journal of Productivity Analysis*, 14, pp. 119-141
- Foster, L Haltiwanger, J. and Syverson, C. (2008). Reallocation, firm turnover, and efficiency: selection on productivity or profitability?, *American Economic Review*, 98, pp. 394 – 425.
- Hadri, K. (2000). Testing for stationary in heterogeneous panel data, *Econometrics Journal*, 3, pp. 148 -161
- Harvey, A. and Wren-Lewis, S. (1986). Stochastic trends in dynamic regression models: an application to the employment-output equations, *Economic Journal*, 96, pp. 975 – 985.
- Holtz-Eakin, D., Newey, W. and Rosen, H. (1985). Implementing casualty test with panel data with an example from local public finance, *NBER Technical Working paper*, No. 48.
- Howitt, P. (1998). Measurement, obsolescence, and general purpose technologies, in Helpman, E. (Ed) *General Purpose Technologies and Economic Growth*, MIT Press, Cambridge and London
- Maddala, G. S. and Wu, S. (1999) A comparative study of unit root test with panel data and a new simple test, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61, pp. 631 – 652.
- Mankiw, N.G., Romer, D. and Weil, D. N. (1992). Contribution to the empirics of economic growth, *Quarterly journal of Economics*, 107, pp. 407 – 437.
- Mukoyama, T. (2008) Endogenous depreciation, mismeasurement of aggregate capital and the productivity slowdown, *journal of Macroeconomics*, 30, pp. 513 - 522

- Musso, P. (2004). Productivity slowdown and resurgence: the role of capital obsolescence
- Pedroni, P. (2004). Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series test with an application to the PPP hypothesis: new results, *Econometric Theory*, 20, pp. 597-627
- Prescott, E. C. (1997). Needed: a theory of total factor productivity, Research Department staff Report 242, Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- Pritchett, L. (2000). The tyranny of concept: CUDIE (cumulated, depreciated investment effort) is not capital, *Journal of Economics Growth*, 5, pp. 361 – 384

SITOS WEB

- Superintendencia de Sociedades, <http://www.supersociedades.gov.co/asuntos-economicos-y-contables/estudios-y-supervision-por-riesgos/SIREM/Paginas/default.aspx>, (Consulta 02/2015)
- Superintendencia de Sociedades, <http://sirem.supersociedades.gov.co:9080/Sirem2/index.jsp>, (Consulta 02/2015)

ANEXOS

Tabla N° 7: Pruebas de Raíz Unitaria.

Serie	Estadístico	P-Value
Utilidad Bruta	0.71010	0.76120
Capital Real	1.31860	0.90640
L	-18.94660	0.00000
PTF	-1.32280	0.09300
D1 Utilidad Bruta	-24.80980	0.00000
D1 Capital Real	-4.02230	0.00000
D1 L	-46.21850	0.00000
D1 PTF	-16.04320	0.00000
H0: Panel con Raíz Unitaria		
H1: Panel Estacionario		

Fuente: Cálculos propios - Stata MP13.