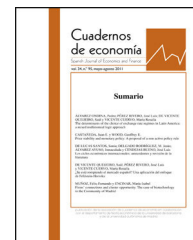




Asociación  
Cuadernos  
de economía

# Cuadernos de economía

[www.elsevier.es/cesjef](http://www.elsevier.es/cesjef)



## ARTÍCULO

# Contribución de la tecnología a la productividad de las pymes de la industria textil en Ecuador



Juan M. Ibujés Villacís\* y María A. Benavides Pazmiño

*Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador*

Recibido el 6 de febrero de 2017; aceptado el 9 de mayo de 2017

Disponible en Internet el 27 de junio de 2017

### CÓDIGOS JEL

C33;  
D24;  
M20;  
O14

### PALABRAS CLAVE

Productividad;  
Tecnología;  
Modelo econométrico  
de Solow;  
Industria textil;  
Pymes

**Resumen** La tecnología tiene actualmente un papel importante en la gestión empresarial a nivel mundial, y se ha convertido en un instrumento fundamental para que las empresas sean cada vez más eficaces, eficientes y competitivas. El presente documento realiza un estudio de cómo el uso de la tecnología se relaciona con el grado de productividad de las pequeñas y medianas empresas (pymes) de la industria textil en Ecuador. Este sector industrial es uno de los priorizados de la industria ecuatoriana y las pymes que son el objeto de este estudio pertenecen a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) C13 «Fabricación de prendas textiles» distribuidas en todo el país. Para conocer la relación que existe entre tecnología y productividad se aplicó el modelo econométrico de Solow, que utiliza las variables: producción, capital, mano de obra y tecnología, las mismas que al ser combinadas permiten determinar cómo se encuentran los procesos productivos de dichas organizaciones empresariales. Los resultados del estudio, en forma general, muestran la medida en que las variables antes descritas aportan a la productividad de las empresas de la industria textil, y en forma particular, cuál es la influencia del uso de la tecnología en el crecimiento o decrecimiento de la productividad.

© 2017 Asociación Cuadernos de Economía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

### JEL CLASSIFICATION

C33;  
D24;  
M20;  
O14

### Contribution of technology to the productivity of small and medium-sized enterprises in the textile industry in Ecuador

**Abstract** Technology currently has an important role in global business management, and has become a key tool for companies to become more effective, efficient and competitive. This paper studies how the use technology relates to the productivity of small and medium-sized enterprises (SMEs) in the textile industry in Ecuador. This industrial sector has been prioritised in Ecuadorian industry, and the SMEs that are the purpose of this study is within the International Standard Industrial Classification of all Economic Activities (ISIC) C13, "Textile manufacturing"

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [juan.ibujes@epn.edu.ec](mailto:juan.ibujes@epn.edu.ec) (J.M. Ibujés Villacís).

**KEYWORDS**

Productivity;  
Technology;  
Solow econometric  
model;  
Textile industry;  
SMEs

distributed throughout the country. In order to determine the relationship between technology and productivity, Solow's economic model was applied, using the variables: production, capital, workforce, and technology, which are found in production procedures of these business organisations. The results of the study, in general, show the scope that the previously mentioned variables contribute to the productivity of companies of the textile industry, and in particular, the influence of the use of the technology in the increase or decrease of the productivity.  
© 2017 Asociación Cuadernos de Economía. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## 1. Introducción

En algunos estudios de la literatura empresarial se indica la relación que existe entre la tecnología, el capital, el trabajo y la productividad, e inclusive, yendo un poco más allá, se determina la correlación que existe entre el *stock* tecnológico, el capital humano y la eficiencia técnica esperada en las industrias. Según una investigación realizada sobre la eficiencia técnica en la industria manufacturera de México, se hallaron evidencias de que no obstante la inversión y los cambios en tecnología, las industrias no tienden a acercarse al nivel de producción de mejor práctica (Ana Liliana Valderrama, 2015, p. 98).

Otra referencia a considerar para este estudio es que el gobierno del Ecuador, a través de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador (SENPLADES, 2012), ha determinado como política pública el cambio de la matriz productiva, entendida como la transformación la industria primaria exportadora y extractivista, a una que se enfoque en la producción diversificada, ecoeficiente y con mayor valor agregado, así como los servicios basados en la economía del conocimiento y la biodiversidad.

Según (SENPLADES, 2012), el gobierno del Ecuador ha identificado catorce sectores productivos y cinco industrias estratégicas para el proceso de cambio de la matriz productiva del Ecuador. La industria textil que corresponde a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU C13) que involucra a las compañías dedicadas a las confecciones de ropa y calzado se encuentra priorizada en tercer lugar. Además, según la Asociación de Industrias Textiles del Ecuador (AITE), es la segunda industria manufacturera en ofrecer más plazas de empleo para los ecuatorianos. Además, según la AITE (2016), son 153.350 personas que laboraron en la actividad textil y confección en todo el Ecuador al cierre del año 2015.

Según Corona (2011), en el año 2011 existieron 27.646 pequeñas y medianas empresas (pymes) en Ecuador. A nivel de concentración, Pichincha y Guayas siguen siendo las provincias que agrupan la mayor cantidad de pymes. En la primera provincia se estima que existen el 43,29% y en Guayas el 40,46%, debido a la concentración de la población en estas localidades, así como de las empresas más grandes a las que las pymes proveen de bienes y servicios especializados. Además, en el año 2016, según el Gobierno del Ecuador, las pymes contribuyeron con cerca del 50% del empleo nacional, y según el Servicio de Rentas Internas, entre 2007 y 2013

las pymes crecieron en un 41%, incrementando de 66.000 a 93.000 pymes; en ese mismo periodo su volumen de ventas se amplió en un 60%, llegando a 208 millones de dólares (ANDES, 2015).

En materia productiva, la industria textil es la tercera más representativa de la manufactura nacional, y aporta aproximadamente 1.000 millones de dólares al producto interno bruto (PIB) ecuatoriano; este aporte representa el 7,5% de toda la industria del país (AITE, 2016); de ahí la relevancia de este estudio enfocado en el aporte del uso de la tecnología a la productividad de las pymes del sector industrial textil ecuatoriano, siendo la hipótesis del presente estudio: el grado de uso de tecnología afecta positivamente al aumento de productividad de las pymes del sector textil del Ecuador.

## 2. El sector textil y confecciones en el Ecuador

Según el portal de Ecuadorencifras (2012), en el Ecuador existen tres grandes grupos de actividades que componen el sector textil —clasificación que fue obtenida de los resultados del Censo Nacional Económico 2010—; estos son: Manufactura, Comercio y Servicios, con una participación en el sector textil del 23, del 68 y del 9%, respectivamente. Adicionalmente, Pichincha (27%), Guayas (17%), Tungurahua (8,1%), Azuay (7,5%) e Imbabura (4,5%) son las provincias en donde se localizan el mayor número de establecimientos del sector textil, totalizando 47.043 establecimientos a nivel nacional.

Para Proecuador (2013), el sector textil generó en el año 2013 un total de 107.000 plazas de trabajo; adicionalmente, el sector representó 603 millones del PIB, y la producción, entre los años 2007 y 2013, fue del 8,16%. El sector industrial manufacturero del que forma parte el sector textil creció en un 4,03% entre los años 2010-2013. Por otra parte, el costo anual de las industrias textiles que operan en Ecuador es un 18% menor del promedio de los países competidores de la región, como Chile, Argentina, Colombia y Costa Rica. A esta ventaja de las empresas del sector se suman otras, como: incentivos en el pago del impuesto a la renta, reducción de impuestos a la salida de divisas, reducción de aranceles en bienes de capital importados y facilidades aduaneras.

La diversificación del sector textil del Ecuador con la elaboración de múltiples productos textiles tiene una gran

clasificación de productos. El hilado y los tejidos son las actividades principales, con el mayor volumen de producción. Sin embargo, la fabricación de prendas textiles, como prendas de vestir y de manufacturas para el hogar, cada vez aumenta su nivel de producción.

Según la AITE, en su informe del año 2016, las empresas textiles ecuatorianas generan empleo directo e indirecto y son la segunda industria manufacturera en ofrecer más empleo a los ecuatorianos. El 72,5% de personas que trabajan son mujeres, el 30% de trabajadores están entre los 18 y los 30 años, mientras que el 65% están entre 31 y 65 años de edad. Además, según la misma AITE, esta industria es la tercera en importancia de todo el sector manufacturero y contribuye con más de 1.040 millones de dólares al PIB del Ecuador (AITE, 2016).

### 3. La productividad y el modelo de Solow: elementos teóricos

Según Hidalgo (1999, p. 1), a partir de la mitad de la década de los ochenta el factor tecnológico ha pasado a constituir un vector estratégico que permite que la empresa mejore su posición competitiva; es tan importante su aporte, que su ausencia produce una grave insuficiencia para generar innovaciones en productos y procesos. Con el fin de interpretar correctamente este artículo, se definirá a la tecnología como los medios o herramientas para transformar las materias primas en productos o servicios.

El cambio tecnológico, según Marcano y García (1997), es un proceso mediante el cual la ciencia y la tecnología se propagan en las actividades humanas y económicas, interpretado además como la fase de agregación a una actividad productiva de un conocimiento desarrollado fuera de ella. También es la implementación de tecnologías nuevas o mejoradas para perfeccionar la producción. El cambio tecnológico se realiza externa o internamente dentro de los sectores económicos o unidades productivas en un mismo país.

Para Jiménez et al. (2009), la productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados. La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas, mas no con el recurso humano. Además de la relación de la cantidad producida por recursos utilizados en la productividad, entran en juego otros aspectos, como calidad, mano de obra, materia prima, maquinaria, energía, capital y productos finales.

«Productividad en término de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo cuando con una cantidad de recursos (insumos) en un período de tiempo dado, obtiene el máximo de productos» (Jiménez et al., 2009). Este significado se puede traducir con el término productividad marginal o producto marginal que mide la variación de la producción influenciada directamente por el empleo.

A través de su modelo tradicional de crecimiento, Solow enfatiza en su propuesta distintas variables que determinan el crecimiento, como son la acumulación del capital, las tasas exógenas de cambio en la población y el progreso tec-

nológico. Adicionalmente plantea que el modelo asume que los ejecutores de políticas están fuera del alcance de modificar las tasas de crecimiento a largo plazo, lo que quiere decir que si todas las economías basadas en el mercado tienen una similar tasa de progreso tecnológico y de crecimiento de la población, eventualmente dichas economías alcanzarán la misma tasa de crecimiento constante (Shapiro, 1975).

Con respecto a la estructura del modelo de Solow, de una manera matemática los autores (Carrillo et al., 2007) manifiestan que la «producción de una economía» ( $Y$ ) se obtiene con la combinación de tres factores. El primer factor es el «trabajo» ( $L$ ), es decir, la cantidad de trabajadores de la economía en el momento ( $t$ ). El segundo factor de producción es el «capital» ( $K$ ), concerniente a las máquinas u otros utensilios físicos que utilizan las organizaciones para procesos productivos; en estos también se incluyen edificios, instrumentos, computadores, etc. El tercer factor es el «nivel de tecnología» ( $A$ ), que al contrario de los otros dos no es tangible y además se mantendrá fijo en el análisis del modelo de Solow.

El modelo econométrico básico de Solow es una función de producción agregada, suponiendo en primer lugar que existen dos factores de producción y un bien homogéneo. La función de producción agregada se muestra matemáticamente en la ecuación (1).

$$Y_t = F(K_t, L_t, A_t) \quad (1)$$

Las aplicaciones de los conjuntos de datos o datos de panel que combinan una dimensión temporal con otra transversal son cada vez más utilizadas en la investigación empírica. En estos datos de panel aún se emplean métodos de regresión múltiple, como se hace con estudios de corte transversal y de series de tiempo (Gujarati y Porter, 2010).

Al momento de extraer una muestra aleatoria en cada período se combina los resultados de cada muestra obteniendo una combinación por cortes transversales independientes. Esta combinación de muestras aleatorias extraídas de la misma población, pero en distintos años, permite la obtención de estimadores más precisos y estadísticos con mayor potencia de prueba. No obstante, esta mixtura solo será útil en la medida en que la variable dependiente y las independientes permanezcan constantes con el paso del tiempo; es decir, se mantengan las mismas variables durante todos los años de estudio (Wooldridge, 2010).

### 4. Metodología del estudio

El trabajo de esta investigación se divide en dos etapas. En la primera se hace un estudio descriptivo en el que se selecciona y obtiene una serie de indicadores a lo largo de un periodo de tiempo (Hernández Sampieri et al., 2014). Estos indicadores históricos están relacionados con el uso de la tecnología de las pymes del sector textil entre los años 2000 y 2014, es decir, los datos del año 2014 los más actualizados en el portal Web de la Superintendencia de Compañías del Ecuador.

En la segunda etapa se organiza la información y se aplica el modelo econométrico de Solow con el fin de analizar el grado de la productividad de las pymes a partir de los resultados del modelo.

**Tabla 1** Clasificación CIIU a 3 dígitos pertenecientes a CIIU C13

Clasificación CIIU	Descripción
C131	Hilatura, tejeduría y acabados de productos textiles
C139	Fabricación de otros productos textiles

Elaborado por los autores.

Fuente: [Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, 2016](#).

Describiendo en forma más sistemática la investigación, esta se desarrolló en las pymes de la industria manufacturera categorizadas según la Superintendencia de Compañías del Ecuador como pertenecientes al sector CIIU C13 «Fabricación de productos textiles», tal como se muestra en la [tabla 1](#).

Con la información de todas las empresas del sector CIIU C13 se utilizaron los criterios que se indican en la [tabla 2](#), a fin de encontrar las empresas que se enmarcan en la definición de pequeñas y medianas empresas del sector textil y que serán objeto del presente estudio.

Según la clasificación descrita en la [tabla 2](#), las empresas consideradas son las que en cuanto a las ventas anuales (v) los valores se encuentran entre US\$ 100.001 y US\$ 5.000.000 de dólares estadounidenses (USD), mientras que el número de personas ocupadas (P) se encuentra en el intervalo de 10 a 199 trabajadores, dando como resultado que las empresas a ser tomadas como muestra en este estudio son las pequeñas y las medianas del grupo A y B.

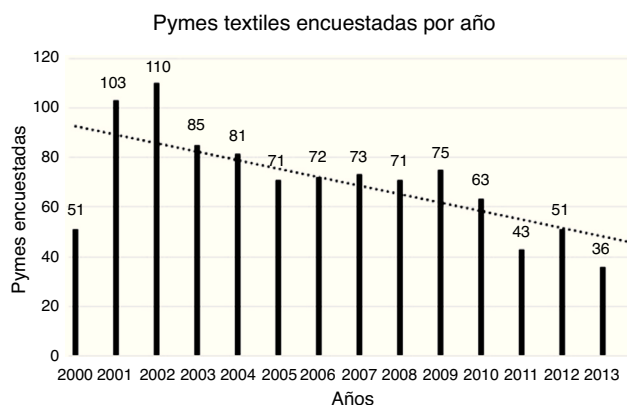
Las bases de datos que se utilizaron para el estudio corresponden a los obtenidos de las bases de datos de la *Encuesta de Manufactura y Minería* publicadas por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), las mismas que se analizaron durante el periodo de tiempo 2000-2013. Todos los datos fueron segmentados mediante el uso del programa de software de procesamiento estadístico de datos Stata 12, según los criterios de valor de ventas y número de trabajadores mencionados anteriormente.

Luego de la tabulación realizada en el programa estadístico, en la [figura 1](#) se muestran los primeros resultados

**Tabla 2** Criterios de clasificación de empresas según tamaño

Tipo de empresa	Criterios (ventas anuales [v] y personas ocupadas [P])
Grande	v: US\$ 5.000.001 en adelante. P: 200 en adelante
Mediana B	v: US\$ 2.000.001 a US\$ 5.000.000. P: 100 a 199
Mediana A	v: US\$ 1.000.001 a US\$ 2.000.000. P: 50 a 99
Pequeña	v: US\$ 100.001 a US\$ 1.000.000. P: 10 a 49
Microempresa	v: < a US\$ 100.000. P: 1 a 9

Elaborado por los autores.

Fuente: [INEC \(2014a\)](#), [INEC \(2014b\)](#).**Figura 1** Pymes encuestadas desde 2000 a 2013.

Elaborado por los autores.

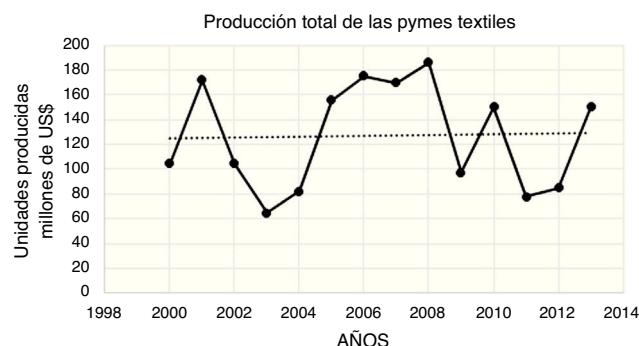
referentes a las pymes que serán consideradas en el estudio por cada uno de los años.

En la [figura 1](#) se muestran el número de pymes por año que son consideradas en este estudio, siendo en promedio 70 empresas por año. El valor máximo de 110 pymes corresponde al año 2002, y el mínimo, de 36 pymes al año, a 2013.

Una vez analizadas las bases de datos de la Encuesta de Manufactura y Minería desde el año 2000 hasta el 2013, se determinaron las variables que serán utilizadas en la aplicación del modelo econométrico con el fin de evaluar la contribución del uso de la tecnología en la productividad de las pymes del sector textil en el país.

Las principales variables que se utilizaron son: producción total, capital, personal ocupado y tecnología.

- **Producción total (PT).** Valor en dólares estadounidenses por: ventas de artículos producidos, venta de artículos sin transformación, ingresos por servicios, otros ingresos por servicios, construcción de activos fijos por cuenta propia, variación de existencias de los productos en proceso, productos terminados y mercaderías; menos el costo de los artículos vendidos sin transformación ([INEC, 2012](#)).
- **Capital.** Valor en dólares estadounidenses que la empresa invierte en un período; en la investigación se reemplazará el capital por la formación bruta de capital definida como: las inversiones que llevan a cabo las unidades productivas para incrementar sus activos fijos; los bienes están valorados a precios de comprador y pueden ser obtenidos mediante compra directa o ser producidos por cuenta propia. No se toman en cuenta terrenos, yacimientos mineros ni bosques maderables ([INEC, 2012](#)). Al final de la investigación se reemplazará la variable de capital por el stock de capital, definido según [Marconi y Salcedo \(2014\)](#) como el conjunto de maquinaria, equipos, medios de transporte y edificios poseídos en determinada fecha por los agentes económicos. No se incluyen, por tanto, los bienes de capital no reproducibles y los bienes inmateriales; entre los primeros constan las tierras y los terrenos, y entre los otros, las patentes, las licencias, las marcas registradas, etc.
- **Personal ocupado.** Se refiere al número de personas o trabajadores que tiene una empresa en un año específico. Entre otros, los grupos que forman parte de



**Figura 2** Producción total desde 2000 a 2013.  
Elaborado por los autores.

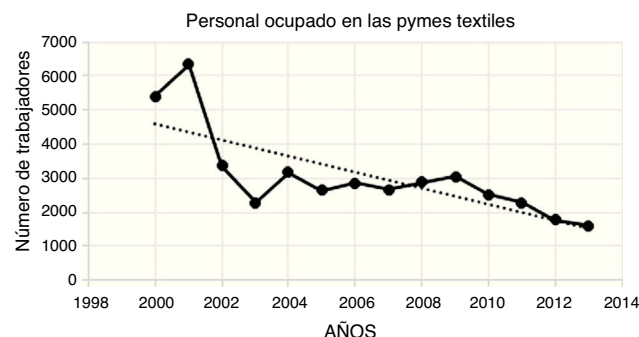
la variable personal ocupado son: propietarios y socios activos no remunerados, trabajadores familiares y otros no remunerados, trabajadores ejecutivos y gerenciales remunerados, obreros y empleados. Se excluye a todos los trabajadores a domicilio, las personas en uso de licencia indefinida y las que se encuentran en el servicio militar (INEC, 2012).

- **Tecnología.** De acuerdo al modelo de Solow, esta variable se obtendrá como resultado en términos de residuos de la aplicación de una regresión multivariable de las variables independientes capital y personal ocupado. Específicamente, la variable dependiente es la producción total, mientras que las variables independientes son el capital y el personal ocupado.

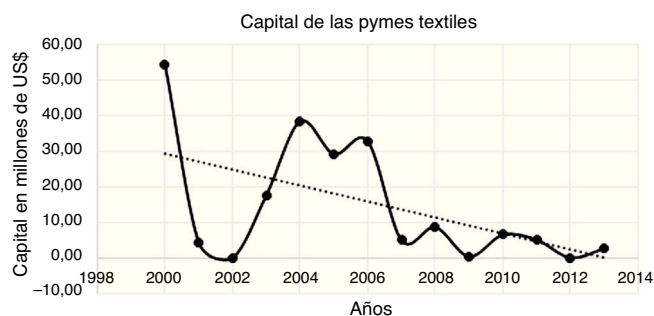
De igual manera se realizó un análisis por años, tomando en cuenta las mismas bases de datos desde el año 2000 al 2013, los cuales, de acuerdo a la producción, el capital y el trabajo, presentan comportamientos que se indican en las siguientes gráficas, y además se incluye su línea de tendencia.

La [figura 2](#) muestra la producción total de las pymes de la industria textil en los años de estudio. Como se puede observar, existe variación de año a año, y se debe principalmente a que el número de pymes que fueron encuestadas en cada uno de los años fue diferente.

La [figura 3](#) muestra la cantidad de personas ocupadas del sector textil estudiado en el periodo de tiempo entre los años 2000 y 2013. Como se nota, las pymes han ido



**Figura 3** Personal ocupado desde 2000 a 2013.  
Elaborado por los autores.



**Figura 4** Capital desde 2000 a 2013.  
Elaborado por los autores.

disminuyendo el número de trabajadores desde el año 2001 en adelante.

La [figura 4](#) muestra el comportamiento de la inversión de las pymes. Existe variabilidad del valor del capital entre los años 2000 y 2013, correspondiendo el valor máximo a US\$ 50.000.000 en el año 2000.

## 5. Aplicación del modelo de crecimiento de Solow

La aplicación del modelo de Solow se llevó a cabo a través del método de «datos de panel», por medio de una base unificada de datos de las pymes textiles CIIU C13 «Fabricación de prendas textiles» del Ecuador desde el año 2000 al 2013.

Como se explicó anteriormente, el modelo de Solow toma en cuenta variables dependientes e independientes, que se expresan en la ecuación (2).

$$Y = K^{\alpha} (AL)^{1-\alpha} \quad (2)$$

Definiendo las variables, tenemos lo siguiente:

K: capital total = Capi

L: fuerza laboral o trabajo total usado en la producción = Peroc

A: constante matemática que representa el factor tecnología asociada al trabajo = Tec

Y: producción total = Prod  $\alpha$ : coeficiente de los rendimientos marginales.

Para la aplicación del modelo de Solow se procedió a transformar a las variables de la ecuación (2) como logaritmos naturales, dando como resultado la ecuación (3):

$$\ln Prod = \beta_0 + \beta_1 \ln(Capi) + \beta_2 \ln(Peroc) + \beta_3 \ln(Tec) \quad (3)$$

Para poder determinar cuál es el mejor modelo se deben realizar pruebas con los datos de panel, pudiendo ser un modelo con datos agrupados, con efectos fijos o con efectos aleatorios.

El modelo con datos agrupados es el más simple de aplicar cuando se analizan datos tipo panel, toda vez que se omiten las dimensiones de espacio y tiempo y solo se calcula la regresión mínimos cuadrados ordinarios (MCO) usual. El modelo con efectos aleatorios supone que el intercepto de la regresión es la misma para todas las unidades transversales. El modelo con efectos fijos no supone que las diferencias entre estados sean aleatorias, sino constantes o fijas (Aparicio y Márquez, 2005).

En la [tabla 3](#) se obtiene el modelo con datos agrupados.



**Tabla 3** Análisis de regresión con datos agrupados

Fuente	SS	df	MS	Número de obs.	197
Modelo	42,9246666	3	14,3082222	F(3,193)	82,53
Residual	33,4585591	193	0,17336041	Prob > F	0,00000
Total	76,3832358	196	0,389710336	R-squared	0,562
				Adj R-squared	0,5552
				Root MSE	0,41637
ln_prod	Coef	Std. Err.	t	P >  t	[95% Conf. Intervalo]
ln_peroc	0,0238906	0,0102082	2,34	0,020	0,0037566 0,0440246
ln_capi	(-) 0,0439102	0,0229374	(-) 1,91	0,057	-0,0891503 0,0013299
ln_tec	0,3085779	0,0196498	15,7	0,000	0,2698221 0,3473337
_cons	10,8198	0,331893	32,6	0,000	10,1652 11,4744

Elaborado por los autores.

De acuerdo a los resultados de la [tabla 3](#), el análisis de regresión con datos agrupados se considera válido, pues las variables independientes son significativas a menos del 3%, excepto el capital, que es relevante con el 5,7% de probabilidad ( $p$ ) de error tipo 1. Si se analizan los coeficientes de las variables, el del capital presenta signo negativo, lo que significa que no existe una relación directa con la variable producción total. Adicionalmente se observa que el modelo es «aceptable» globalmente, debido a que el valor del estadístico F es alto y su probabilidad de error tipo 1 es cero, lo que significa que por lo menos una de las variables independientes es diferente de cero.

En la [tabla 4](#) se estima el modelo con el método de efectos aleatorios.

La [tabla 4](#) muestra que el modelo se podría considerar aceptable según los valores de probabilidad de las variables, con la excepción de la variable del personal ocupado (ln\_peroc), que tiene una  $p$  de 0,799, haciéndole irrelevante a la variable al 0,05.

Sin embargo, para poder determinar cuál es el mejor modelo, ya sea con datos agrupados o con efectos aleatorios, [Aparicio y Márquez \(2005\)](#) proponen la elaboración de

una *prueba del multiplicador de Lagrange para efectos aleatorios*, de la cual se obtuvo el resultado que se muestra en la [tabla 5](#).

Según [Montero Granados \(2011\)](#), si el valor del test es bajo (probabilidad mayor a 0,095) la hipótesis nula se confirma y se utiliza mínimos cuadrados ordinarios (MCO) o datos agrupados, mientras que si el test es alto (probabilidad menor a 0,05) la hipótesis nula se rechaza y se elige el modelo con efectos aleatorios. En el presente caso, como la probabilidad ( $p$ ) fue de 0,000, se rechaza la hipótesis nula, es decir, es conveniente utilizar la estimación de efectos aleatorios en lugar de la de datos agrupados.

Luego se corrió el modelo por el método de efectos fijos y los resultados que se obtuvieron se indican en la [tabla 6](#).

El modelo obtenido a través del análisis de regresión por efectos fijos nos muestra que la prueba F se rechaza, lo que significa que al menos una de las variables dicotómicas sí pertenece al modelo; por lo tanto, se podría utilizar el modelo con el método de efectos aleatorios.

La probabilidad  $p$  con el valor de 0 nos indica que podemos rechazar la hipótesis  $H_0$ , por lo que se podrían escoger efectos fijos. Sin embargo, la variable de personal ocupado

**Tabla 4** Análisis de regresión con efectos aleatorios

Regresión GLS de efectos aleatorios				Número de obs.	197
Variable de grupo: id				Número de grupos	71
				Obs. por grupo:	min 1
R-sq	Dentro	0,4179		prom	2,8
	Entre	0,569		max	10
	En general	0,5508			
				Wald chi2 (3)	157,21
corr (u_i, x)= 0 (assumed)				Prob > chi2	0,0000
ln_prod	Coef	Std. Err.	z	P >  z	[95% Conf. Intervalo]
ln_peroc	0,0019304	0,0075995	0,25	0,799	-0,0129643 0,0168251
ln_capi	-0,0354499	0,0197722	-1,79	0,073	-0,0742027 0,0033028
ln_tec	0,2371921	0,0193525	12,26	0,000	0,1992619 0,2751223
_cons	11,78557	0,3204993	36,77	0,000	11,1574 12,41373
sigma_u	0,35580588				
sigma_e	0,2385119				
rho	0,68995997	(fracción de varianza debido a u_i)			

Elaborado por los autores.

**Tabla 5** Prueba de multiplicador de Lagrange para efectos aleatorios

ln\_prod[id,t]= Xb + u[id] + e[id,t]

Resultados estimados:

	Var	sd = sqrt(Var)
ln_prod	0,3897103	0,6242678
e	0,0568879	0,2385119
u	0,1265978	0,3558059
Prueba: Var(u) =0		
chibar2(01)	46,37	
Prob > chibar2	0,0000	

Elaborado por los autores.

**Tabla 6** Análisis de regresión por efectos fijos

xtreg ln\_prod ln\_peroc ln\_tec si capi ≤ 250000 &amp; capi ≥ -100000, fe

Regresión de efectos fijos				Número de obs. =	197
Variable de grupo: id				Número de grupos =	71
R-sq				Obs por grupo:	min = 1
Dentro					prom = 2,8
Entre					max = 10
En general					
				F(3,123) =	31,13
				Prob > F =	0,0000
ln_prod	Coef	Std. Err.	t	P >  t	[95% Conf. Intervalo]
ln_peroc	-0,007318	0,0074021	-0,99	0,325	-0,02197 0,007334
ln_capi	-0,05	0,0213516	2,234	0,021	-0,092304 -0,0077758
ln_tec	0,1861564	0,0211643	8,8	0,000	0,1442629 0,2280499
_cons	12,61478	0,3489732	36,15	0,000	11,9240 13,30555
sigma_u	0,50261111				
sigma_e	0,2385119				
rho	0,81619758	(fracción de varianza debido a u.i)			

F prueba que todos u.i=0: F(70,123) = 6,64 Prob &gt; F = 0,0000

Elaborado por los autores.

tiene una probabilidad alta de 0,325, haciéndola irrelevante.

Después de realizar las pruebas para la elección del mejor modelo mediante los métodos de efectos aleatorios o fijos y decidir cuál de los dos es el mejor método, se procedió a realizar el test de Hausman, cuyos resultados se visualizan en la [tabla 7](#).

El test de Hausman indica que se rechaza la hipótesis  $H_0$ , lo que indica que los estimadores sí difieren; es decir, los efectos fijos son más convenientes que los efectos aleatorios. Además, al rechazar la hipótesis  $H_0$ , hay sesgo de especificación que es producto de la estimación de la gran cantidad de *dummies* que se estimó en el modelo, haciéndolo un modelo ineficiente.

Finalmente, después de haber analizado el mejor modelo por los tres métodos, se escogió el modelo con datos agrupados. Así mismo, el determinar el mejor modelo permitió corregir el problema de heterogeneidad.

En este punto se realizaron algunos análisis para el diagnóstico y la corrección de la violación de los supuestos. Por medio de la aplicación de métodos estadísticos se

emplearon los métodos propuestos por [Aparicio y Márquez \(2005\)](#) mediante el uso del programa STATA 12.0. Las pruebas que se realizaron fueron respecto de autocorrelación, heterocedasticidad y correlación contemporánea.

El resultado del análisis fue la existencia de los tres supuestos: autocorrelación, heterocedasticidad y correlación contemporánea. La presencia de los tres supuestos viola las condiciones de un modelo aceptable, lo que ha obligado realizar su corrección con el fin de llegar a tener un modelo sin errores y óptimo para su diagnóstico. [Aparicio y Márquez \(2005\)](#) proponen dos métodos de análisis para corregir la violación de estos supuestos. El primer método es mediante estimadores de mínimos cuadrados generalizados factibles (MCGF) y el segundo método es por errores estándar corregidos para panel (EECP).

En la [tabla 8](#) se muestra el modelo corregido después de la aplicación de los métodos MCGF y EECP, con los consiguientes resultados.

La [tabla 8](#) muestra que se han corregido los supuestos, y se mejora el modelo haciendo las variables *personal ocupado*, *capital* y *tecnología* relevantes, con un coeficiente

**Tabla 7** Test de Hausman

hausman FIJO ALEATORIO

	----- Coeficientes -----			
	(b) FIJO	(B) ALEATORIO	(b-B) Diferencia	sqrt (diag(v.b-v.B)) S.E.
ln_peroc	-0,007318	0,0019304	-0,0092484	
ln_capi	-0,0500399	-0,0354499	-0,01459	0,0080592
ln_tec	0,1861564	0,2371921	-0,510357	0,0085679
b = consistente bajo Ho y Ha; obtenido de xtreg				
B = inconsistente bajo Ha, eficiente bajo Ho; obtenido de xtreg				
Prueba: H <sub>0</sub> : diferencia de coeficientes no sistemática				
		Chi <sup>2</sup> (3) =	(b-B) '[(v.b-v.B) <sup>-1</sup> ]	
			(b-B) 38	
		Prob > chi <sup>2</sup>	0,0000	

Elaborado por el autores.

**Tabla 8** Regresión con el método de mínimos cuadrados generalizados

Coeficientes	Mínimos cuadrados generalizados	Número de obs. =	197
Paneles	Heterocedastic	Número de grupos =	71
Correlación:	Sin autocorrelación	Obs. por grupo: min =	min = 1
			prom = 2,774648
			max = 10
Covarianzas estimadas =	71	Wald chi <sup>2</sup> (3)	= 2.202,01
Autocorrelaciones estimadas =	0	Prob > chi <sup>2</sup>	= 0,00000
Coeficientes estimados =	4		
ln_prod	Coef	Std. Err.	z
ln_peroc	0,0174747	0,0064975	2,69
ln_capi	0,0519717	0,004415	11,77
ln_tec	0,3196667	0,0078302	40,82
_cons	10,76198	0,1311875	82,04
		P >  z	[95% Conf. Intervalo]
			0,0047399 0,0302095
			0,0606248 0,0433185
			0,3043198 0,3350137
			10,5049 11,01910

Elaborado por los autores.

mayor y una probabilidad  $p$  baja, de 0,007, 0,000 y 0,000, respectivamente.

Al intentar aplicar el método de EECF, el programa Stata no pudo determinar debido a que este método es utilizado para bases de datos balanceadas. En el caso de nuestra investigación, se empleó una base de datos desbalanceada.

## 6. Medición de la productividad

Para la medición de la productividad se empleó el modelo corregido expresado como un modelo de datos agrupados presentado en la [tabla 8](#). Este modelo asigna los siguientes coeficientes para las variables *personal ocupado*, *capital* y *tecnología*, según se indica en la ecuación (4).

$$\ln Prod = 10,76198 + 0,0174747 \ln(Peroc) + 0,0519717 \ln(Capi) + 0,3196667 \ln(Tec) \quad (4)$$

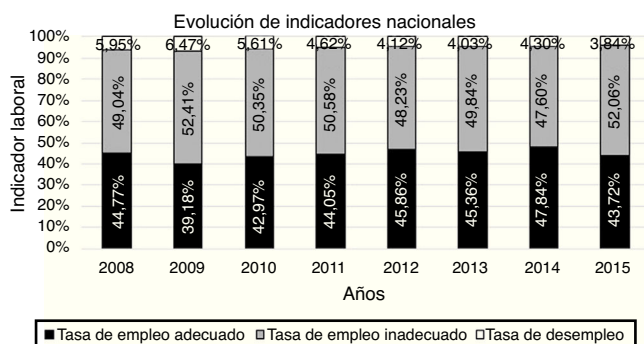
La sumatoria de los coeficientes de las variables  $(\beta_1 + \beta_2 + \beta_3)$  asciende al valor de 0,3891131, lo que indica

que la industria textil CIU C13 en el Ecuador tuvo rendimientos decrecientes en el período del 2000 a 2013. El valor del resultado del análisis del sector no es lo suficientemente representativo como para aseverar que la industria textil haya decrecido de manera única con rendimientos decrecientes. No obstante, lo que sí se puede afirmar es que la industria textil ha mantenido rendimientos decrecientes en ciertas industrias del grupo de estudio durante el período de estudio.

La teoría de crecimiento de Solow supone que la función de producción del modelo en estudio tiene rendimientos crecientes o decrecientes constantes a escala; en el caso de nuestra investigación los rendimientos decrecientes muestran que si la producción aumenta en menor proporción que el aumento de todos los insumos, su consecuencia es la escala operacional, lo que genera problemas laborales, tornando complejo el manejo de la organización al empresario.

Es importante indicar el significado de los signos de las variables. El signo positivo indica que la variable es relevante y significativa para el modelo; si alguna de las variables en algún momento dado aumenta o disminuye, hará que la producción se comporte de la misma forma.





**Figura 5** Evolución de los indicadores laborales a nivel nacional.

Elaborado por los autores.

Fuente: INEC, 2015.

El modelo econométrico empleado en la investigación tiene una naturaleza de logarítmico doble notado así: log-log, que muestra los coeficientes de las variables medidos como elasticidades expresadas en términos porcentuales.

Al analizar los coeficientes del modelo representado por la ecuación (4), el coeficiente  $\beta_1$ , que corresponde al *personal ocupado* ( $\ln\_peroc$ ), tienen un valor de 0,174747, y cuando la elasticidad de la variable aumente el 1% manteniendo las variables *capital* y *tecnología* constantes, la producción total crecerá en un 0,017%. En lo que se refiere a la variable del *capital*  $\beta_2$  ( $\ln\_capi$ ), si su elasticidad aumenta el 1% con las variables *personal ocupado* y *tecnología* constantes, la producción crecerá en un 0,051%. Finalmente, el aumento del 1% de la elasticidad de la variable *tecnología*  $\beta_3$  ( $\ln\_tec$ ), manteniendo el *personal ocupado* y el *capital* constantes, hará que la producción crezca en un 0,32%, valor muy significativo para la investigación por cuanto nos muestra que la variable *tecnología* es un factor importante en el aumento de la producción en el sector textil del Ecuador.

De acuerdo a las probabilidades de las variables en estudio que se muestran en la tabla 8, se determinó que el *capital* y la *tecnología* son las más relevantes, con una probabilidad del 0% en ambos casos, mientras que la variable de *personal ocupado* tiene una probabilidad del 0,007%, lo que significa que es menos relevante, pero no irrelevante para el análisis del modelo estimado.

## 7. Proyección al año 2014

La proyección para el año 2014 se realizó en base a las elasticidades de las variables en estudio, como se muestra en la ecuación (5).

$$\frac{\Delta d}{d} = (\beta_1 * \Delta \%peroc) + (\beta_2 * \Delta \%capi) + (\beta_3 * \Delta \%tec) \quad (5)$$

Donde las variaciones porcentuales  $\Delta \%peroc$ ,  $\Delta \%capi$  y  $\Delta \%tec$  mostradas en la ecuación (5) provienen del análisis que se hace a continuación.

1. La variación porcentual del *personal ocupado* ( $\Delta \%peroc$ ) se obtuvo de los datos publicados por el INEC (2015a); véase la figura 5. Como la figura 5 nos muestra la comparación del año 2014 respecto al año 2013, el valor de la variación de la elasticidad de la variable *personal*

*ocupado* es del 2,48%, representada por la tasa de empleo adecuado.

2. La variación de la elasticidad del *capital* se obtuvo de una publicación de la revista Ekos. Según Maldonado et al. (2015), la industria textil se establece como un sector dinámico debido a que en el año 2014 registra un crecimiento del 4,3% respecto del año anterior y representa el 0,9% del PIB nacional y el 7,24% del PIB manufacturero.
3. La variación de la elasticidad de la variable *tecnología* asumió un valor constante del 1%, lo que es sustentado con la falta de información respecto al uso de la tecnología en los procesos productivos o en la producción de las pymes del Ecuador.

Después de reemplazar las variaciones porcentuales en la ecuación (5), la ecuación queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta d}{d} &= (0.0174747 * 1,0249) + (0.0519717 * 1,043) \\ &+ (0.3196667 * 1) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\frac{\Delta d}{d} = (0.01790982003) + (0.0542064831) + (0.3196667) \quad (7)$$

$$\frac{\Delta d}{d} = 0,391783 \quad (8)$$

Analizando la ecuación (7) se puede afirmar que la variable de mayor aportación a la productividad es la *tecnología* (0,3196667), seguido por el *capital* (0,0542064831), y por último por el *personal ocupado* (0,3196667). Además, el resultado total es de 0,391783, valor que indica que el sector textil del CIIU C13 del Ecuador para el año 2014 va a presentar un decrecimiento en un 0,002 en algunas de las pymes respecto al año 2013, o lo que es lo mismo, el estado de la industria de las pymes textiles para el año 2014 en sus factores *capital*, *personal ocupado* y *tecnología* va a mantenerse casi constante.

## 8. Discusión de los resultados

Analizando el modelo obtenido se obtiene como resultado que las variables más importantes en la producción de las pymes textiles son la *tecnología* y el *capital*, y como menos relevante, el *personal ocupado*. La variable *tecnología* es relevante para la productividad en el proceso de producción; es decir, las pymes del sector textil necesitan emplear un nivel elevado de maquinaria y tecnología en la elaboración de sus productos, con el fin de que estos tengan un alto estándar de calidad, dándoles la posibilidad de ser competitivos en el mercado global. La variable *personal ocupado* es la menos importante para el modelo, debido a que en las empresas textiles la mano de obra generalmente realiza tareas repetitivas, siendo la experiencia y la capacitación de los trabajadores en muchos casos las que aportan la productividad en los procesos productivos.

La aplicación del modelo econométrico de Solow a las pymes de la industria textil del Ecuador evidenció que el grado del uso de la tecnología en los procesos de producción tienen rendimientos decrecientes que llegan hasta el 0,389% anual; el porcentaje nos muestra que durante el período de

2000 a 2013 algunas de las pymes textiles en estudio han ido adoptando de manera paulatina el factor tecnológico con el afán de elevar el nivel de productividad. Sin embargo, por los resultados obtenidos no todas las pymes han invertido en la adquisición de tecnología y con mucha seguridad aún mantienen métodos manuales en los procesos de producción.

El uso de la tecnología para el año 2014 se obtuvo por medio de proyecciones, y para ello se determinó que el grado del uso de la tecnología en los procesos de producción fue del 0,391% anual, obteniendo como resultado rendimientos decrecientes a escala. Para la proyección se utilizó el valor de uno (1) como constante en la variación de elasticidades de la variable *tecnología*, valor que se asignó a razón de que en el país hay pocos estudios que valoren el uso de tecnología en las pymes. Según Maldonado et al. (2015), la industria textil para el año 2014 logró diversificar su producción por medio de la elaboración de productos provenientes de todo tipo de fibras y por la incorporación de tecnología en la maquinaria que usan en la producción. Sin embargo, existe la preocupación por la fijación de aranceles a la importación de bienes de capital necesarios para sus procesos de producción.

## 9. Conclusiones

De los resultados obtenidos de analizar las pymes pertenecientes al CIIU C13 del Ecuador a lo largo del período de tiempo entre 2000 y 2014 se evidencia que la productividad se ve más influenciada por el uso de la tecnología, seguido por el capital y la mano de obra, en ese orden. Sin embargo, cabe aclarar que el modelo encontrado en esta investigación, al igual que las variables utilizadas, presentan rendimientos decrecientes a escala, lo que significa que si se aumentan los factores como capital, trabajo y tecnología, se incrementará el producto, pero en menor proporción.

La importancia de las variables tecnología y capital se debe a que en los últimos años la industria textil ha invertido en la incorporación de nueva maquinaria y tecnología con el objetivo de elevar el nivel de eficiencia en los procesos productivos. Sin embargo, de acuerdo al modelo obtenido, todavía no se evidencian los impactos positivos de su agregación en la productividad de las pymes del sector textil.

Se comprobó la hipótesis referente al efecto que tiene el uso de la tecnología en la productividad en las pymes textiles, ya que si se invierte en insumos tecnológicos y se modernizan e incrementan la maquinaria y los equipos, estas acciones traerán como consecuencia un incremento de la productividad, situación que podrá verse fortalecida si existe un marco legal que fomente el desarrollo industrial de las pymes ecuatorianas.

Aunque es muy temprano para evaluar el efecto de las políticas relacionadas con el cambio de la matriz productiva en el Ecuador, que básicamente apuntan al fortalecimiento del sistema productivo basado en eficiencia e innovación (SENPLADES, 2013), los resultados obtenidos todavía no permiten afirmar que hay evidencias de que las pymes están jugando un papel importante en este proceso, toda vez que apenas reportan un pequeño crecimiento empresarial y económico, o lo que es lo mismo, sus resultados de crecimiento de productividad todavía están muy lejos de las expectativas gubernamentales.

## Agradecimientos

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional en Quito (Ecuador), particularmente a Dirección de Investigación y Proyección Social, por haberme permitido desarrollar el proyecto PII-DESODEH-006-2015.

## Bibliografía

- AITE (30 de marzo de 2016). AITE de Industria Textil y Confección [consultado 28 Ene 2017]. Disponible en: <http://www.aite.com.ec/boletines/2016/industria-textil.pdf>
- Ana Liliana Valderrama, O.N., 2015. *Eficiencia técnica en la industria manufacturera en México*. Investigación Económica 74, 98.
- ANDES (10 de junio de 2015). ANDES. Obtenido de Presidente Correa plantea fortalecer la pequeña y mediana empresa [consultado 10 Ene 2017]. Disponible en: <http://www.andes.info.ec/es/noticias/inauguracion-cumbre-empresarial-belgica-presidente-correa-plantea-fortalecer-pequena>
- Aparicio J., Márquez J. (2005). Diagnóstico y Especificación de Modelos Panel en STATA 8.0. División de Estudios Políticos CIDE.
- Carrillo, M., Cerón, J., Reyes, M., 2007. *Análisis de Crecimiento Económico*. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Corona, L., 2011. *Pequeña y mediana empresa*. Ekos Negocios, 34–40.
- Ecuadorenifras (octubre de 2012). Ecuadorenifras [consultado 27 Ene 2017]. Disponible en: <http://www.ecuadorenifras.gob.ec/wp-content/descargas/Infoeconomia/info6.pdf>
- Gujarati, D., Porter, D., 2010. *Econometría*. McGraw Hill Educación, México.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., Baptista Lucio, P., 2014. *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill, México.
- Hidalgo, A., 1999. *La gestión de la tecnología como factor estratégico de la competitividad industrial*. Economía Industrial 6, 1–12.
- INEC (2012). Ecuador en cifras. Síntesis Metodológica Encuesta de Manufactura y Minería [consultado 25 Ene 2017]. Disponible en: [http://www.ecuadorenifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/Encuesta\\_Manufactura/Manufactura\\_2012/Manu.Tomo.I/3.%20EMM2012\\_SINTESIS\\_METODOLOGICA.pdf](http://www.ecuadorenifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Manufactura/Manufactura_2012/Manu.Tomo.I/3.%20EMM2012_SINTESIS_METODOLOGICA.pdf)
- INEC (2014). Directorio de Empresas y Establecimientos 2012. Quito.
- INEC (diciembre de 2014). Ecuadorenifras [consultado 25 Ene 2017]. Disponible en: [http://www.ecuadorenifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Economicas/Encuesta\\_Exhaustiva/Presentacion\\_Exhaustiva.pdf](http://www.ecuadorenifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Exhaustiva/Presentacion_Exhaustiva.pdf)
- INEC (septiembre de 2015). Ecuador en cifras [consultado 13 Ene 2017]. Disponible en: [http://www.ecuadorenifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2015/Septiembre-2015/Presentacion\\_Empleo.pdf](http://www.ecuadorenifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2015/Septiembre-2015/Presentacion_Empleo.pdf)
- INEC (16 de abril de 2015). Ecuador en Cifras. Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo. Indicadores Laborales [consultado 29 Ene 2017]. Disponible en: [http://190.152.152.74/documentos/web-inec/EMPLEO/2015/Marzo-2015/Presentacion\\_Empleo\\_Marzo\\_2015.pdf](http://190.152.152.74/documentos/web-inec/EMPLEO/2015/Marzo-2015/Presentacion_Empleo_Marzo_2015.pdf)
- Jiménez J., Castro A., Brenes, C. (2009). Productividad. Argentina: El Cid Editor/Apuntes [consultado 27 Ene 2017]. Disponible en: <http://www.ebrary.com>
- Maldonado, F., Proaño, G., González, S., Muñoz, M., 2015. *Ranking 1000 empresarial 2015*. Ekos Negocios, 48–78.
- Marcano, Luis, García, L., 1997. *Las empresas de base tecnológica: Opciones para la región*. Revista Espacios 2.
- Marconi R.S., Salcedo B.J. (agosto de 2014). Banco Central del Ecuador [consultado 28 Ene 2017]. Disponible en: <http://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/NotasTecnicas/nota15.pdf>

- Montero Granados, R. (junio de 2011). Efectos fijos o aleatorios: test de especificación [consultado 24 Ene 2017]. Disponible en: <http://www.ugr.es/~montero/matematicas/especificacion.pdf>
- Proecuador (2013). Proecuador [consultado 27 Ene 2017]. Disponible en: <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2014/11/PERFIL-DE-TEXTIL-IED.pdf>
- SENPLADES (2012). Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador. Folleto informativo de la transformación de la matriz productiva [consultado 22 Ene 2017]. Disponible en: [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz\\_productiva\\_WEBtodo.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf)
- SENPLADES (2012). Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador. Transformación de la matriz productiva [consultado 10 Ene 2017]. Disponible en: [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz\\_productiva\\_WEBtodo.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf)
- SENPLADES (2013). Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017. Quito.
- Shapiro, E. (1975). Análisis macroeconómico. ICE, España.
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2016). Directorio de Empresas. Portal de Información [consultado 12 Ene 2017]. Disponible en: [http://181.198.3.71/portal/cgi-bin/cognos.cgi?b.action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=%2fcontent%2ffolder%5b%40name%3d%27Reportes%27%5d%2ffolder%5b%40name%3d%27Compa%C3%B1a%27%5d%2freport%5b%40name%3d%27Directorio\\_Companias\\_NETEZZA%27%5d&ui.name=Di](http://181.198.3.71/portal/cgi-bin/cognos.cgi?b.action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=%2fcontent%2ffolder%5b%40name%3d%27Reportes%27%5d%2ffolder%5b%40name%3d%27Compa%C3%B1a%27%5d%2freport%5b%40name%3d%27Directorio_Companias_NETEZZA%27%5d&ui.name=Di)
- Wooldridge, J., 2010. *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno*. Cengage Learning, México.