TAMAÑO DE LA EMPRESA EN EL CRECIMIENTO INDUSTRIAL Y SU RELACION CON LOS FACTORES DE CAPITAL, TRABAJO Y TECNOLOGIA 2000-2007

CLAUDIA LUCIA PEÑA PINEDA
JORGE IVAN PARDO AVELLA

Trabajo de grado para optar al título de
Magíster en Ciencias Económicas

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRIA EN ECONOMÍA
BOGOTÁ D.C.
2011

TAMAÑO DE LA EMPRESA EN EL CRECIMIENTO INDUSTRIAL Y SU RELACION CON LOS FACTORES DE CAPITAL, TRABAJO Y TECNOLOGIA 2000-2007

CLAUDIA LUCIA PEÑA PINEDA
JORGE IVAN PARDO AVELLA

Trabajo de grado para optar al título de
Magíster en Ciencias Económicas

Director
ARMANDO SIXTO PALENCIA PEREZ

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRIA EN ECONOMÍA
BOGOTÁ D.C.
2011

RESUMEN

En este trabajo se evalúa si a nivel de las empresas manufactureras colombianas tanto micros, como pequeñas, medianas y grandes se da la relación planteada por la teoría del crecimiento económico que establece la dependencia de la tasa de crecimiento de la producción con respecto a variables relacionadas con capital, trabajo y tecnología. Después de estimar modelos de panel de datos con información de la Encuesta Anual Manufacturera que desarrolló el DANE para los años 2000 – 2007, se concluye que la productividad es el aspecto más importante que afecta el crecimiento económico para las empresas industriales colombiana, independientemente del tamaño de dichas empresas, siendo su efecto mayor en las empresas grandes, y que los sueldos, salarios y prestaciones sociales tienen un efecto positivo sobre la tasa de crecimiento de la producción.

Abstract: This paper assesses if relationship suggested by the theory of economic growth where the rate of growth of output is dependent on capital, labor and technology variables. This was tested on different types of Colombian manufacturing firms (micro, small, medium and large) by estimating panel data models with data from the Annual Manufacturing Survey developed by the DANE for the years 2000 – 2007. At the end, this work conclude that that productivity is the most important aspect that affects economic growth for industrial companies in Colombia, regardless of size of these companies, having its greater effect on large companies, and also indicates that salaries, wages and benefits have a positive effect on the rate of production growth.

Key words: Industrial Analysis, economic growth, Industrial Organization.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es evaluar si a nivel de las empresas manufactureras colombianas tanto micros, como pequeñas, medianas y grandes se da la relación planteada por la teoría del crecimiento económico que establece la dependencia de la tasa de crecimiento de la producción con respecto a variables relacionadas con capital, trabajo y tecnología. Específicamente, se evalúa la relación entre la tasa de crecimiento de la producción industrial, por una parte, y la relación capital producto, remuneración laboral unitaria, productividad, costo laboral unitario, salario promedio industrial e inversión neta, por la otra. Es decir, se modelará la relación entre el crecimiento del producto industrial y variables asociadas a las empresas del sector industrial colombiano.

Este trabajo contribuye a evidenciar las diferencias presentes entre la relación de las variables a estudiar con el crecimiento económico para determinar el efecto de las primeras sobre el crecimiento económico considerando el tamaño de las empresas; concretamente se mide el aporte de las variables propias a la estructura de la empresa para los diferentes tamaños mencionado anteriormente a la variabilidad de la tasa de crecimiento del producto industrial. La literatura reciente sobre el sector industrial colombiano se ha concentrado, como respuestas a las nuevas tendencias del mercado y de igual manera de los mercados globalizados, en los sectores industriales donde la producción es muy alta, con empresas grandes. El estudio de la evolución de los sectores de la pequeñas empresas se ha llevado a cabo donde estas últimas son de gran importancia para el crecimiento económico, especialmente en los países en desarrollo; este esquema es característico de países que están empezando a crecer y expandirse, generando empleo.

La metodología que se utilizará para lograr el objetivo planteado para este trabajo es el análisis econométrico de panel de datos que permite trabajar con una muestra de agentes económicos o de interés (países, ciudades, empresas, individuos, etc.) para un lapso determinado de tiempo. Para este estudio se dispuso de datos anuales, desde 2000 a 2007, de la producción y otras variables asociadas a las empresas industriales que reportan a la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) que desarrolla el DANE. Se trabaja con los microdatos por empresa. Esta base contiene la información de 36.736 empresas para los años mencionados.

Este documento está organizado de la siguiente manera: después de esta introducción se revisan los antecedentes teóricos de nuestro objeto de estudio. Seguidamente se presentan los elementos centrales de la metodología relacionada con los modelos econométricos de panel de datos. Posteriormente se dan a conocer los resultados obtenidos al aplicar dicha metodología a los datos de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) desarrollada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para los años 2000 a 2007. Por último, se presentan las conclusiones.

1. MARCO TEORICO

El crecimiento industrial es importante para explicar el crecimiento económico de un país porque las variaciones del producto industrial influyen en las variaciones del producto interno bruto. El análisis de esta relación para el caso colombiano se hecho para los periodos que cubren hasta el año 2001 y en él se ha utilizado información agregada de las empresas grandes, medianas, pequeñas y micro, obteniéndose resultados no muy confiables, contradictorios y desactualizados.

Para analizar las interacciones entre las variaciones de la producción industrial y las variaciones del PIB es necesario estudiar los determinantes del crecimiento económico, y para esto hay que retomar la historia del pensamiento a partir de los clásicos como Smith, Ricardo y Malthus quienes estudiaron el tema del crecimiento económico e introdujeron el concepto de los rendimientos decrecientes y su relación con el capital físico o humano[1], la relación entre el progreso tecnológico y la especialización del trabajo o el enfoque competitivo, como instrumento de análisis de equilibrio dinámico. La teoría neoclásica del crecimiento económico se origina de los trabajos realizados por Swan (1956) y de Solow (1956), que son, según Destinobles (2006) y Barro y Sala-i-Martin (1995), la referencia de las primeras modelizaciones del capital humano en el proceso de crecimiento económico. El capital humano no solamente esclarece las cuestiones relativas de orden político, social y humano, sino también las de los factores de crecimiento, desarrollo y asignación de los recursos. Por otra parte, Ramsey (1928) y Schumpeter (1950) hicieron su contribución a la teoría del crecimiento económico al introducir el concepto del progreso tecnológico; y los trabajos de Cass (1965) y Koopmans (1965) introdujeron el enfoque intertemporal. Sin

[1] Se entiende por capital humano el conjunto de conocimientos y de competencias que poseen los individuos. De acuerdo con la teoría del capital humano, la educación es fuente de crecimiento y bienestar.

embargo, a principios de los años 70, la teoría del crecimiento económico murió sumida en su propia relevancia.

De acuerdo con Romer (1996, 95), no obstante, los modelos de Solow y de Ramsey-Cass-Koopmans dejan sin respuestas satisfactorias las preguntas centrales acerca del crecimiento económico. El resultado principal de estos modelos es que si las ganancias del capital reflejan su contribución al producto y si su participación en el ingreso total es modesta, entonces la acumulación de capital no puede ser tomada en cuenta para explicar una gran parte o del crecimiento de largo plazo o de las diferencias de ingreso entre países. La determinante del ingreso en esos modelos es la productividad del trabajo, cuyo significado exacto no es especificado y cuyo comportamiento es tomado como exógeno.

Para la nueva teoría del crecimiento, la fuerza que dirige el crecimiento es la acumulación de conocimiento. En este sentido, esta teoría está de acuerdo con los modelos de Solow y de Ramsey-Cass-Koopmans en que la acumulación de capital no es central para el crecimiento. Pero difiere cuando interpreta explícitamente la productividad del trabajo como conocimiento y cuando modela formalmente su evolución a través del tiempo. En esta nueva teoría se analizan las dinámicas de la economía cuando la acumulación de conocimiento es modelada explícitamente y se consideran varios puntos de vista relacionados con la forma cómo se produce conocimiento y qué determina la asignación de recursos para la producción de conocimiento. En otro sentido, contrario a los modelos de Solow y de Ramsey-Cass-Koopmans, esta teoría plantea que el capital es central para el crecimiento. Específicamente, se consideran modelos en los que se plantea una definición más amplia del capital, extendiendo la definición de capital para incluir en él capital humano (Romer, 1996, 95).

1.1. EL MODELO DE SOLOW

Partiendo de la modificación en algunos aspectos del modelo de Harrod, como son la sustitución entre los factores capital y trabajo en la función de producción, asumiendo crecimiento regular estable, Solow incorpora en su modelo el equilibrio macroeconómico entre el ahorro e inversión; el capital como un activo acumulable, la mano de obra como reproducible, el ahorro real como función del ingreso, la tasa de depreciación y el crecimiento poblacional. El modelo de Solow se construyó partiendo de una función de producción $Y = f(K, AL)$; donde *K* representa el capital, *L* el trabajo, *A* el conocimiento o la productividad del trabajo y *Y* es la producción.

El supuesto importante en este modelo es que la función de producción tiene rendimiento constantes a escala en sus dos argumentos, esto es, si se multiplican ambos argumentos por una constante no negativa *c* el producto se aumenta en el mismo factor,

$$f(cK, cAL) = cf(K, AL) \qquad \forall c \geq 0.$$

Esta función puede ser expresada en términos per cápita, con *c* = 1/*AL*, como:

$$y = f\left(\frac{K}{AL}, 1\right) = \frac{1}{AL} f(k, 1) = f(k)$$

donde $k = \frac{K}{AL}$ es la cantidad de capital oportunidad de trabajo y $y = Y/AL = f(K, AL)/AL$ es la producción por unidad de trabajo. Esta ecuación expresa el producto por unidad de trabajo como una función del capital por unidad de trabajo solamente. Por lo tanto, la producción por trabajador no depende del tamaño total de la economía, sino de la cantidad de capital por trabajador o de capital por persona activa.

La teoría de la producción se centra en los niveles de empleo de cualquier factor de producción para los que el producto marginal es positivo pero decreciente, por lo tanto, se tiene que

$$f(0) = 0$$

$$PMg_k = \frac{dy}{dk} = f'(k) > 0$$

$$((dPMgk)/(dk)) = ((d^2y)/(dk^2)) = f''(k) < 0$$

donde PMg_K es el producto marginal del capital y la segunda derivada muestra que $f(k)$ es cóncava. Adicionalmente, esta función de producción satisface las condiciones de INADA, es decir, $\lim_{k\to 0} f^{'}(k)$=0 y $\lim_{k\to\infty} f^{'}(k)$=0. Estas condiciones garantizan la no convergencia de la economía de manera que se llega a un equilibrio estacionario.

Para desarrollar el modelo, se plantea una función Cobb-Douglas como un ejemplo específico de una función de producción neoclásica, es decir, una función que es homogénea de grado uno o linealmente homogénea, con rendimientos constantes a escala y además con rendimientos marginales de cada uno de los factores positivos y decrecientes; por lo tanto, la función de producción puede ser reescrita como

$$f(K, AL) = K^{\alpha}(AL)^{1-\alpha} \qquad 0 < \alpha < 1.$$

Esta función cumple con las condiciones mencionadas anteriormente y expresada en términos per cápita se puede escribir $f(k) = k^{\alpha}$. En este modelo, Solow considera que la población total está empleada y además que su fuerza de trabajo crece a una tasa constante exógenamente dada por $(\dot{L}/L) = n$. Igualmente supone que la tasa de crecimiento del conocimiento es constante, exógena y dada por $(\dot{A}/A) = g$. El producto se divide entre consumo e inversión. La fracción de producto dedicado a la inversión, *s*, es también exógena y constante. Finalmente, se supone que el capital se deprecia a una tasa δ y que la suma de estas tres tasas exógenas y constantes es positiva.

Dado que $k = \frac{K}{AL}$, su dinámica viene dada por $\dot{k} = sf(k) - (n + g + \delta)k$. Es decir, el modelo de Solow establece que la tasa de cambio del stock de capital por unidad de productividad laboral es la diferencia entre la inversión corriente por unidad de productividad laboral y el monto de inversión que de hacerse para mantener k en el nivel existente.

1.2. EL MODELO DE MANKIW, ROMER Y WIEL

El modelo ampliado de Solow o Modelo de Mankiw, Romer y Weil es uno de los modelos de crecimiento empíricos más notable hoy en día para explicar analíticamente los hechos estilizados del crecimiento de una economía y de convergencia. Este modelo considera una economía cerrada que tiene un solo sector de producción, utiliza el capital físico, el trabajo y el capital humano como principales factores de producción. El capital humano en el modelo se considera como un bien exclusivo y competitivo. Se parte de la siguiente función de producción:

$$Y_t = K_t^{\alpha} H_t^{\beta} [A_t L_t]^{1-\alpha-\beta} \quad , \quad 0 < \alpha, \beta \ , \alpha + \beta > 1$$

donde *Y* es la producción; *K* representa el stock de capital físico y es acumulable a través de la inversión en bienes de capital, es decir, $S_K = s_K Y_t$, $0 < s_K < 1$, s_K es la fracción de la producción asignada al capital físico; H representa al stock de capital humano y es acumulable a través de la inversión en educación, esto es, $S_H = s_H Y_t$, $0 < s_H < 1$, s_H es la fracción de la producción asignada al capital humano.

En este modelo, el ahorro se divide en formación de capital humano y formación de capital físico. La depreciación del capital físico es $\delta_K K_t$, $0 < \delta_K < 1$, y la depreciación del capital humano es $\delta_H K_t$, $0 < \delta_H < 1$. Aquí, δ_K, δ_H son, respectivamente, las tasas de depreciación del capital físico y del capital humano.

La ecuación de acumulación del capital físico es $\dot{K} = s_K Y_t - \delta_K K_t$, y la ecuación de acumulación del capital humano es $\dot{H} = s_H Y_t - \delta_H H_t$

Al igual que en el modelo de Solow-Swan (1956), el progreso técnico y el trabajo crecen, respectivamente, a las tasas constantes y exógenas (χ, η), es decir, A es un índice de productividad total de los factores que resume el estado actual del conocimiento teórico o también llamado progreso técnico. Su tasa de crecimiento es una constante y exógena y está dada por:

$$\frac{A}{A} = \frac{dA}{dt}\frac{1}{A} = \chi \qquad \acute{o} \qquad A_t = A_o e^{\chi t}$$

La tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo es también una constante exógena igual a:

$$\frac{L}{L} = \frac{\mathrm{dL}}{\mathrm{dt}}\frac{1}{\mathrm{L}} = \eta \qquad \acute{o} \qquad L_t = L_o e^{\eta t}$$

Dado que la función de producción de este modelo supone rendimientos constantes a escala, definiendo $y = Y/AL$ como el producto por unidad de trabajo eficiente, $\mathrm{k} = \mathrm{K}/\mathrm{AL}$ como el capital físico por unidad de trabajo eficiente y $h = \mathrm{H}/\mathrm{AL}$ como el capital humano por unidad de trabajo eficiente, el producto por unidad de trabajo eficiente está dado por:

$$y = k^{\alpha} h^{\beta} \quad .$$

La tasa de crecimiento del stock de capital físico es:

$$\frac{K}{K} = s_K k^{\alpha - 1} h^{\beta} - \delta_K$$

La tasa de crecimiento del stock de capital humano es:

$$\frac{H}{H} = s_H k^{\alpha} h^{\beta - 1} - \delta_H$$

Así que la tasa de crecimiento del stock de capital físico por unidad de trabajo eficiente es:

$$\frac{\dot{k}}{k} = s_K k^{\alpha-1} h^{\beta} - (\eta + \chi + \delta_K)$$

Y la tasa de crecimiento del stock de capital humano por unidad de trabajo eficiente es:

$$\frac{\dot{h}}{h} = s_H k^{\alpha} h^{\beta-1} - (\eta + \chi + \delta_H)$$

Las ecuaciones dos anteriores ecuaciones forman un sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden en *k* y *h*.

Dado que en el estado estacionario tanto $\frac{\dot{k}}{k}$ como $\frac{\dot{h}}{h}$ son iguales a cero, entonces

$$\frac{\dot{k}}{k} = 0 \;\rightarrow\; s_K k^{\alpha-1} h^{\beta} = (\eta + \chi + \delta_K)$$
$$\frac{\dot{h}}{h} = 0 \;\rightarrow\; s_H k^{\alpha} h^{\beta-1} = (\eta + \chi + \delta_H)$$

De aquí que $s_K k^{\alpha-1} h^{\beta} = s_H k^{\alpha} h^{\beta-1}$ y $h = \frac{s_H}{s_K} k$.

Ahora, de las expresiones anteriores se tiene que

$$k^* = \left[\frac{s_K^{1-\beta} s_H^{\beta}}{\eta+\chi+\delta_K}\right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}.$$

La anterior expresión es el valor de *k* en el estado estacionario, es decir, la economía converge hacia *k**, que es el que define un equilibrio estable.

Igualmente, se tiene que el valor de *h** en el estado estacionario es:

$$h^* = \left[\frac{s_H^{1-\alpha} s_K^{\alpha}}{\eta+\chi+\delta_H}\right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}.$$

Ahora, reemplazando los valores de k^* y h^* en la función del producto por unidad de trabajo eficiente en el estado estacionario se tiene que:

$$y^* = \left[\frac{s_K}{\eta+\chi+\delta_K}\right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} \left[\frac{s_H}{\eta+\chi+\delta_H}\right]^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}}$$

Ahora, tomando el logaritmo de anterior ecuación:

$$Lny^* = \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} Ln \frac{s_K}{\eta+\chi+\delta_K} + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} Ln \frac{s_H}{\eta+\chi+\delta_H}$$

Si se supone que la tasa de depreciación es igual para ambos tipos de capital, esto es, si $d = \delta_K = \delta_H$

$$Lny^* = \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} Ln \frac{s_K}{\eta+\chi+d} + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} Ln \frac{s_H}{\eta+\chi+d}$$

Esta es la misma expresión obtenida en el modelo Solow-Swan (1956) con $\beta = 0$, es decir,

$$Lny^* = \frac{\alpha}{1-\alpha} Lns_K + \frac{\alpha}{1-\alpha} Ln(\eta+\chi+d)$$

Ahora bien, dado que el producto por unidad de trabajo eficiente no es observable, conviene reescribir la ecuación del producto por unidad de trabajo eficiente en el estado estacionario, únicamente en términos de producto por trabajador:

$$\mathrm{Ln}\frac{Y}{L} = \mathrm{LnA}_t + \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} Ln \frac{s_K}{\eta+\chi+d} + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} Ln \frac{s_H}{\eta+\chi+d}$$

Considerando que $A_t = A_o e^{\chi t} \rightarrow LnA_t = LnA_o + \chi_t Lne = LnA_o + \chi_t$, entonces

$$\mathrm{Ln}\frac{Y}{L} = \mathrm{LnA}_o + \chi_t + \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} Ln \frac{s_K}{\eta+\chi+d} + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} Ln \frac{s_H}{\eta+\chi+d}$$

Esta expresión indica que, en el sendero de crecimiento equilibrado, el nivel de la productividad es función de A_o, depende inversamente de las tasas de crecimiento de la población, del progreso técnico y de la depreciación $(\eta + \chi + d)$, depende directamente de las tasas de inversión de capital humano (s_H), del capital físico (s_K) y del stock de conocimientos científicos básicos que existe.

1.3. MODELOS DE INVESITIGACIÓN Y DESARROLLO

Considerando una versión simplificada de los modelos de investigación y desarrollo y crecimiento económico de Romer (1990), Grossman y Helpman (1991), Aghion y Howitt (1992), Uzawa (1965), Shell (1966, 1967) y Phelps (1966), el modelo planteado por la nueva teoría del crecimiento involucra cuatro variables: trabajo, *L*, capital, *C*, tecnología, *A*, y producto, *Y*. El modelo es trabajado en tiempo continuo. Hay dos sectores: un sector que produce bienes, y un sector de investigación y desarrollo donde se hacen adiciones al stock de conocimiento. Una fracción de la fuerza laboral, a_L, es usada en el sector de investigación y desarrollo, y la otra fracción, $1 - a_L$, es usada en el sector de producción de bienes; similarmente, una fracción del stock de capital, a_K, es usada en el sector de investigación y desarrollo, y la otra fracción, $1 - a_K$, es usada en el sector de producción de bienes. Ambos sectores usan totalmente el stock de conocimiento, A: dado que el uso de una idea o de una parte de conocimiento en un lugar no evita su uso en otro lugar, no se considera la división del stock de conocimiento entre los dos sectores. Así, el modelo planteado por la nueva teoría del crecimiento es descrito por las siguientes ecuaciones:

$$Y(t) = [(1 - a_K)K(t)]^{\alpha}[A(t)(1 - a_L)L(t)]^{1-\alpha}, \quad \therefore \quad 0 < \alpha < 1.$$

$$\dot{A}(t) = B[a_K K(t)]^{\beta}[a_L L(t)]^{\gamma}[A(t)]^{\theta}, \quad \therefore \quad B > 0, \quad \beta \geq 0, \quad \gamma \geq 0.$$

$$\dot{K}(t) = sY(t).$$

$$\dot{L}(t) = nL(t) \quad \therefore \quad n \geq 0.$$

En este modelo hay dos variables endógenas, A y K. Aquí el interés está en las dinámicas de las tasas de crecimiento de A y K. Sustituyendo la función de producción en la expresión para la acumulación de capital, se tiene que:

$$\dot{K}\ (t) = s(1-a_K)^\alpha(1-a_L)^{1-\alpha}[K(t)]^\alpha[A(t)]^{1-\alpha}[L(t)]^{1-\alpha}$$

Dividiendo ambos lados por $K(t)$ y definiendo a $c_K = s(1-a_K)^\alpha(1-a_L)^{1-\alpha}$, entonces

$$g_K(t) = \frac{\dot{K}(t)}{K(t)} = c_K\left[\frac{A(t)L(t)}{K(t)}\right]^{1-\alpha}$$

Así, si g_K está aumentando, cayendo o se mantiene constante depende del comportamiento de AL/K. La tasa de crecimiento de esta razón es $g_A + n - g_K$. Por tanto, g_K está aumentando si $g_A + n - g_K$ es positiva, cayendo si esta expresión es negativa y es constante si es cero (Romer, 1996, 104-105).

Similarmente, dividendo $\dot{A}(t)$ por $A(t)$ se tiene una expresión para la tasa de crecimiento de A igual a:

$$g_A(t) = \frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = c_A[K(t)]^\beta[L(t)]^\gamma[A(t)]^{\theta-1},$$

Donde $c_A = Ba_K^\beta a_L^\gamma$. La anterior ecuación implica que el comportamiento de g_A depende de $\beta g_K + \gamma n + (\theta-1)g_A$. g_A está aumentando si esta expresión es positiva, cayendo si es negativa, y constante si es cero. El conjunto de puntos (g_A, g_K), donde g_A es constante, es una línea recta que tiene un intercepto de $-\gamma n/\beta$ y una pendiente de $(1-\theta)/\beta$.

Sin importar donde comiencen g_A y de g_K, ellas convergen al punto donde $\dot{g}_A$ y $\dot{g}_K$ son iguales a cero. Así, los valores de g_A y de g_K en ese punto, los cuales se denotan g_A^* y g_K^*, deben satisfacer

$$g_A^* + n - g_K^* = 0 \qquad \text{y} \qquad \beta g_K^* + \gamma n + (\theta-1)g_A^* = 0$$

Reescribiendo la primera de estas ecuaciones como $g_K^* = g_A^* + n$ y sustituyéndola en la segunda se tiene que

$$g_A^* = \frac{(\gamma + \beta)n}{1 - (\theta + \beta)}$$

Si $\beta + \theta > 1$, entonces el conjunto de puntos (g_A, g_K) donde g_A y g_K son constantes diverge. Sin considerar donde comience, la economía eventualmente entra en la región entre estos dos conjuntos de puntos. Una vez esto ocurre, se incrementa continuamente. Se puede mostrar que incrementos en s y en n hacen que el producto por trabajador aumente por encima de su trayectoria previa en una cantidad cada vez mayor. Si $\beta + \theta = 1$, entonces $(1 - \theta)/\beta = 1$. Así, la líneas conformadas por el conjunto de puntos (g_A, g_K) donde $\dot{g}_A = 0$ y donde $\dot{g}_K = 0$ tienen la misma pendiente. Si n es positivo, la línea donde $\dot{g}_K = 0$ está por encima de la línea donde $\dot{g}_A = 0$, y las dinámicas de la economía son similares a las que se tienen cuando $\beta + \theta > 1$ (Romer 1996, 108-109).

Los modelos de la nueva teoría del crecimiento económico difieren del modelo de Solow ya que plantean que cambios moderados en los recursos dedicados a la acumulación de capital físico y humano pueden conducir a grandes cambios en el producto por trabajador. Por tanto, estos modelos explican potencialmente las grandes diferencias en los ingresos entre países.

1.4. EL MODELO DE CAPITAL HUMANO Y CRECIMIENTO

De acuerdo con Romer (1996, 128), en el modelo de capital humano y crecimiento el producto está dado por

$$Y(t) = [K(t)]^{\alpha}[H(t)]^{\beta}[A(t)L(t)]^{1-\alpha-\beta}, \quad \therefore \quad \alpha > 0, \beta > 0, \alpha + \beta < 1,$$

donde *H* es el stock de capital humano y *L* denota el número de trabajadores; así, un trabajador calificado ofrece una unidad de *L* y alguna cantidad de *H*. Note que esta función implica que hay rendimientos constantes para *K*, *H* y *L* juntas. Una forma de escribir esta función, que puede ser más intuitiva, es $\mathrm{Y = K^{\alpha}(H/AL)^{\beta}(AL)^{1-\alpha}}$. Esta formulación expresa el producto en términos del capital, el trabajo y el capital humano por trabajador.

Se hacen los usuales supuestos sobre las dinámicas de *K* y *L*:

$$\dot{\mathrm{K}}(\mathrm{t}) = \mathrm{s_K Y(t)}$$

$$\dot{\mathrm{L}}(\mathrm{t}) = \mathrm{nL(t)}, \quad \mathrm{n} \geq 0,$$

donde $\mathrm{s_K}$ denota la fracción del producto dedicada a la acumulación de capital físico, y donde se asume, por simplicidad, que no hay depreciación. Además, se sigue el modelo de Solow y se asume que el progreso tecnológico es exógeno y constante:

$$\dot{\mathrm{A}}(\mathrm{t}) = \mathrm{gA(t)}$$

Finalmente, por simplicidad, la acumulación de capital humano es modelada en la misma forma que la acumulación de capital físico:

$$\dot{\mathrm{H}}(\mathrm{t}) = \mathrm{s_H Y(t)}$$

donde $\mathrm{s_H}$ es la fracción de recursos dedicada a la acumulación de capital humano. Así, si se supone que $\dot{\mathrm{H}}(\mathrm{t}) = \mathrm{K_e^{\alpha} H_e^{\beta} [AL_e]^{1-\alpha-\beta}}$ donde $\mathrm{K_e, H_e, y\ L_e}$ denotan las cantidades de capital físico, capital humano y trabajo bruto dedicadas a la educación, y si se supone, además, que $\mathrm{K_e = s_H K, H_e = s_H H}$ y $\mathrm{L_e s_H L}$, entonces se tiene que

$$\dot{H} = s_H\left[K^{\alpha} H^{\beta} (AL)^{1-\alpha-\beta}\right].$$

El análisis de las dinámicas de esta economía es paralelo al análisis del modelo de Solow. La principal diferencia es que, en vez de solo considerar las dinámicas del capital físico, ahora se consideran las dinámicas tanto del capital físico como del capital humano. Específicamente, si se definen $y = Y/AL$, $k = K/AL$, y $h = H/AL$, entonces

$$y(t) = [k(t)]^{\alpha}[h(t)]^{\beta}.$$

Considerando la definición de k y las ecuaciones de movimiento para K, L y A se tiene que

$$\dot{k}(t) = \frac{\dot{K}(t)}{A(t)L(t)} - \frac{K(t)}{[A(t)L(t)]^2}\left[A(t)\dot{L}(t) + L(t)\dot{A}(t)\right]$$

$$\dot{k}(t) = \frac{s_K Y(t)}{A(t)L(t)} - \frac{K(t)}{\left(A(t)L(t)\right)}\left[\frac{\dot{L}(t)}{L(t)} + \frac{\dot{A}(t)}{A(t)}\right]$$

$$\dot{k}(t) = s_K y(t) - (n+g)k(t)$$

$$\dot{k}(t) = s_K[k(t)]^{\alpha}[h(t)]^{\beta} - (n+g)k(t)$$

Así, $\dot{k}$ es cero cuando $s_K k^{\alpha} h^{\beta} = (n+g)k$. Esta condición es equivalente a $k = [s_K/(n+g)]^{1/(1-\alpha)} h^{\beta/(1-\alpha)}$. Dado que $\beta < 1-\alpha$, la segunda derivada de k con respecto a h a lo largo del conjunto de puntos (h, k) para los cuales $\dot{k}$ es cero es negativa. Además, la ecuación para $\dot{k}$ es creciente en h. Así, al lado derecho del conjunto de puntos (h, k) para los cuales $\dot{k}$ es cero, $\dot{k}$ es positiva y al lado izquierdo es negativa.

Considerando ahora a h, y razonando de una forma análoga a la usada para obtener $\dot{k}$, se tiene

$$\dot{h}(t) = s_H[k(t)]^{\alpha}[h(t)]^{\beta} - (n+g)h(t)$$

Así, h es cero cuando $k = [(n+g)/s_H]^{1/\alpha} h^{(1-\beta)/\alpha}$. Dado que $1 - \beta > \alpha$, la segunda derivada de k con respecto a h a lo largo del conjunto de puntos (h, k) para los cuales $\dot{k}$ es cero es positiva. $\dot{h}$ es positiva por encima de este conjunto de puntos y negativa por debajo.

Los valores iníciales de K, H, A y L determinan los niveles iníciales de k y de h, los cuales luego evolucionan de acuerdo con las ecuaciones dada para $\dot{k}$ y para $\dot{h}$. El punto donde $\dot{k}$ = 0 y simultáneamente $\dot{h}$ = 0 es globalmente estable: sin importar la posición inicial de la economía, ésta converge a dicho punto. Una vez este punto es alcanzado, la economía permanece en él (Romer, 1996, 128-130).

2. MODELO DE PANEL DE DATOS

En este trabajo se utiliza el análisis de panel de datos porque este tipo de conjunto de datos permite construir y probar modelos más realistas que no podrían ser identificados usando conjuntos de datos de corte transversal o de series temporales separadamente. De acuerdo con Hsiao (1990, 2), los datos en forma de panel tienen la ventaja que aumentan los grados de libertad y reducen la colinealidad entre las variables explicativas, mejorando la eficiencia de los estimadores econométricos. Mientras que para Greene (1999, 533), una ventaja adicional de los conjuntos de datos de panel frente a los de sección cruzada es que permiten mucha más flexibilidad para modelar las diferencias de comportamiento entre los individuos. La modelación mediante panel de datos ha sido utilizada para evaluar los determinantes de crecimiento, entre otros, por Islam (1995).

En el análisis de panel de datos se trabaja con una muestra de observaciones de características de N individuos sobre t momentos temporales denotadas por y_{it}, x_{kit}, $i = 1, \ldots, N$; $t = 1, \ldots, T$; $k = 1, \ldots, K$. Como es usual, se asume que las observaciones de y son resultados aleatorios de algún experimento con una distribución de probabilidad condicional a los vectores de las características $\mathbf{x}$ y parámetros $\boldsymbol{\theta}, f(y \mid \mathbf{x}, \boldsymbol{\theta})$. En este tipo de análisis, el objetivo último es usar toda la información disponible para hacer inferencias sobre $\boldsymbol{\theta}$. Un primer paso para explotar totalmente los datos es probar si los parámetros que caracterizan los resultados aleatorios de la variable y permanecen constantes a través de todo i y t.

Un procedimiento ampliamente usado para identificar las fuentes de variación muestral es el análisis de covarianza. Los modelos de análisis de covarianza son de un carácter mixto. Por una parte, involucran variables exógenas, como en los modelos de regresión, y, por otra parte, permiten relacionar a cada individuo con la clase (definida por uno o más factores) a la cual el individuo pertenece, como es usual en los modelos de análisis de varianza. Un modelo lineal comúnmente usado para determinar los efectos de factores cuantitativos y cualitativos es postulado como:

$$y_{it} = \alpha_{it} + \boldsymbol{\beta}'_{it}\mathbf{x}_{it} + u_{it}\ ; \quad i = 1, \dots \dots, N; \quad t = 1, \dots \dots, T,$$

donde α_{it} y $\boldsymbol{\beta}'_{it} = (\beta_{1it}, \beta_{2it}, \dots, \beta_{Kit})$ son vectores de parámetros de dimensión 1x1 y *K*x1, respectivamente; $\mathbf{x}_{it} = (x_{1it}, x_{2it}, \dots, x_{Kit})'$ es un vector de dimensión *K*x1 de variables exógenas, y u_{it} es el término de error con media cero y varianza constante σ_u^2.

Normalmente, en el análisis de panel de datos se asume que los parámetros son constantes en el tiempo, pero varían a través de los individuos[2]. Así, se puede postular una regresión separada para cada individuo:

$$y_{it} = \alpha_i + \boldsymbol{\beta}'_i\mathbf{x}_{it} + u_{it}\ ; \quad i = 1, \dots \dots, N; \quad t = 1, \dots \dots, T,$$

Al anterior modelo se le pueden imponer restricciones sobre los parámetros. Se puede suponer que los coeficientes de las pendientes de la regresión son iguales para todos los individuos, mientras que los interceptos no lo son. Así, el modelo postulado sería:

$$y_{it} = \alpha_i + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{x}_{it} + u_{it}\ ; \quad i = 1, \dots \dots, N; \quad t = 1, \dots \dots, T,$$

Adicionalmente, se puede suponer que tanto los coeficientes de los interceptos como las pendientes son los mismos, por lo que se tendría el modelo:

$$y_{it} = \alpha + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{x}_{it} + u_{it}\ ; \quad i = 1, \dots \dots, N; \quad t = 1, \dots \dots, T,$$

[2] Ver Hsiao (1986, 16) para cuando se considera que los coeficientes son constantes a través de los individuos en un momento dado, pero varían a través del tiempo.

Los anteriores modelos son llamados modelo no restringido, modelo de regresión corregido por la media individual, y modelo de regresión conjunta, respectivamente.

Si $\bar{y}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^{T} y_{it}$ y $\bar{\mathbf{x}}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^{T} \mathbf{x}_{it}$ denotan las medias de $\mathbf{y}$ y de $\mathbf{x}$, respectivamente, para el *i*-ésimo individuo, y suponiendo que $T > K + 1$, entonces se tiene que los estimadores de mínimos cuadrados de $\boldsymbol{\beta}_i$ y de α_i en el modelo no restringido están dados por:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_i = W_{xx,i}^{-1} W_{xy,i}, \qquad \hat{\alpha}_i = \bar{y}_i - \hat{\boldsymbol{\beta}}'_i \, \bar{\mathbf{x}}_i, \qquad i = 1, \ldots\ldots, N,$$

donde

$$W_{xx,i} = \sum_{t=1}^{T} (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)(\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)' \qquad y \qquad W_{xy,i} = \sum_{t=1}^{T} (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)(y_{it} - \bar{y}_i)$$

En la terminología del análisis de covarianza, las ecuaciones anteriores son llamadas estimadores intragrupos. Si $W_{yy,i} = \sum_{t=1}^{T} (y_{it} - \bar{y}_i)^2$, entonces la suma de residuales al cuadrado del *i*—ésimo grupo es $SRC_i = W_{yy,i} - W'_{xy,i} W_{xx,i}^{-1} W_{xy,i}$, y la suma de residuales al cuadrado del modelo no restringido es $S_2 = \sum_{i=1}^{N} SRC_i$.

Los estimadores de mínimos cuadrados en el modelo de regresi6n corregido por la media están dados por:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_w = W_{xx}^{-1} W_{xy}, \qquad \hat{\alpha}_i = \bar{y}_i - \hat{\boldsymbol{\beta}}'_w \, \bar{\mathbf{x}}_i, \qquad i = 1, \ldots\ldots, N,$$

donde

$$W_{xx} = \sum_{i=1}^{N} W_{xx,i} \qquad y \qquad W_{xy} = \sum_{i=1}^{N} W_{xy,i}$$

Si $W_{yy} = \sum_{i=1}^{N} W_{yy,i}$ entonces la suma de residuales al cuadrado del modelo corregido por la media individual es $S_3 = W_{yy} - W'_{xy} W_{xx}^{-1} W_{xy}$.

Por último, los estimadores de mínimos cuadrados en el modelo de regresión conjunta están dados por:

$$\hat{\beta} = T_{xx}^{-1} T_{xy} \ , \qquad \hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta}' \bar{x},$$

donde

$$T_{xx} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}})(\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}})' \quad ; \qquad T_{xy} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}})(y_{it} - \bar{y})' \ ;$$

$$\bar{y} = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} y_{it} \qquad \text{y} \qquad \bar{\mathbf{x}} = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} \mathbf{x}_{it}$$

Si $T_{yy} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T} (y_{it} - \bar{y})^2$, entonces la suma de residuales al cuadrado del modelo de regresión conjunta es $S_4 = T_{yy} - T'_{xy} T_{xx}^{-1} T_{xy}$.

En el modelo de regresión corregido por la media individual, la variable α_i captura todos los efectos inobservables constantes en el tiempo que influyen en y_{it}. Genéricamente, α_i es referida como el efecto fijo de grupo. Este modelo se denomina modelo de efectos inobservables o modelo de efectos fijos y α_i es llamada heterogeneidad inobservable o heterogeneidad individual. Para Hsiao (1986, 25), un simple forma de tomar en cuenta la heterogeneidad de los individuos es usar los modelos de efectos fijos. Igualmente, Wooldridge (2001, 452) plantea que los modelos de efectos fijos son más convenientes que los modelos de efectos aleatorios cuando no se puede considerar que las observaciones sean muestras aleatorias de una gran población, como es el caso cuando se tienen datos de estados, provincias o regiones. Se supone que las diferencias individuales pueden captarse mediante diferencias en el término constante α_i. Por tanto, cada α_i es un parámetro desconocido que debe ser estimado, es decir, el modelo de efectos fijos permite una intercepción distinta para cada individuo, las cuales son estimadas incluyendo *t* - 1 variables dicotómicas. De acuerdo con Green (1999, 534), se incluyen *t* - 1 variables dicotómicas para evitar la colinealidad perfecta.

En el caso del modelo de efectos aleatorios, este considera que los efectos individuales no son independientes entre sí, sino que se distribuyen aleatoriamente alrededor de un valor dado. Generalmente se asume que un gran número de factores que afectan el valor de la variable dependiente pero que no han sido incluidos directamente como variables independientes del modelo, son capturados apropiadamente en la perturbación aleatoria. Así, el modelo aleatorio considera que tanto el impacto de las variables explicativas como las características propias de la variable dependiente a estudiar son diferentes. El modelo se expresa algebraicamente de la siguiente forma:

$$y_{it} = \alpha + \mu_i + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{x}_{it} + \varepsilon_{it}\,; \quad i = 1, \dots \dots, N; \quad t = 1, \dots \dots, T,$$

donde μ_i representa la perturbación aleatoria que permite distinguir el efecto de cada individuo en el panel. Para efectos de su estimación se agrupan los componentes estocásticos, y se obtiene la siguiente relación:

$$y_{it} = \alpha + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{x}_{it} + U_{it},$$

Aquí $U_{it} = \delta_t + \mu_i + \varepsilon_{it}$ representa el nuevo término de la perturbación, U_{it} no es homocedástico, donde $\delta_t, \mu_i, \varepsilon_{it}$ corresponden al error asociado con las series de tiempo; a la perturbación de corte transversal; y al efecto combinado de ambas, respectivamente. En este caso, el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) no es aplicable dado que no se cumplen los supuestos que permiten que el estimador sea consistente. Por lo anterior, se utiliza el método de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG) cuyas estimaciones son superiores al de MCO en caso de no cumplirse los supuestos tradicionales y son similares en caso contrario.

Para este trabajo, dado que los datos utilizados corresponden a la Encuesta Anual Manufacturera, que es una investigación estadística de carácter censal, de la que se utilizan la mayoría de las observaciones censadas, por tanto, los datos no provienen de muestras aleatorias de una gran población; y además, es lógico pensar que las empresas mantienen cierta rigidez en su estructura de producción en el tiempo. Bajo estas razones, intuitivamente la decisión acerca de la estructura apropiada para el análisis, será un modelo de datos de efectos fijos, sin embargo la elección es más formal y se confirma con el test de hausman que permite comprobar si se debe usar *efectos fijos o aleatorios*.

3. EVIDENCIA EMPÍRICA

Con la información de las principales variables industriales de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) realizada por el DANE para los años 2000 a 2007, con un total de 57.716 observaciones de entidades, alrededor de 7.000 establecimientos anuales. Dado que la información no es homogénea en términos de los años que reporta cada establecimiento, se decidió utilizar sólo aquellas que reportan información para todas las variables en todos los años, al igual, se descartaron las entidades que presentaron valores atípicos en alguna de las variables. Obteniendo 4 paneles balanceados con un total de 4.592 establecimientos y 36.736 observaciones, que se reducen a 27.524 cuando se formule el modelo en primera diferencia y con un rezago en la variable dependiente.

Las variables asociadas a cada entidad se organizaron en forma de panel de datos, para estimar modelos de panel de datos con efectos fijos y aleatorios en los que la tasa de crecimiento de la producción es incluida como la variable dependiente y las variables tasa de crecimiento de la producción rezagada un periodo, relación capital producto, remuneración laboral unitaria, productividad, costo laboral unitario, relación entre el salario de la empresa y el de su industria, sueldos salarios y prestaciones sociales, y activos fijos son incluidas como variables explicativas.

Para decidir si se trata de un modelo de efectos fijos o aleatorios, se realiza la prueba de Hausman. En esta prueba la hipótesis nula es que los U's y X's no están correlacionadas. Los modelos de panel de datos permiten evaluar si a nivel de las empresas manufactureras colombianas tanto micros, como pequeñas, medianas y grandes se da la relación planteada por la teoría del crecimiento económico que establece la dependencia de la tasa de crecimiento de la producción con respecto a variables relacionadas con capital, trabajo y tecnología.

A diferencia de lo realizado por Cardona y Cano (2005) en su estudio de “La dinámica industrial, crecimiento y Pymes: un análisis de datos panel para el caso colombiano 1980_ 2000”., quienes toman como unidad observacional las clases industriales y trabajan solo con datos de Pymes, en este trabajo se toman como unidades de observación a las empresas y se estiman modelos para las categorías de empresas establecidas según su tamaño (grandes, medianas, pequeñas y micros).

Para lograr el objetivo planteado en este trabajo se estima el siguiente modelo de panel de datos:

$$g_{it} = \alpha g_{it-1} + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{x}_{it} + \delta_t + \mu_i + \varepsilon_{it}\,; \quad i = 1, \ldots \ldots, N; \quad t = 1, \ldots \ldots, T,$$

donde g_{it} es la tasa de crecimiento de la producción de la empresa i en el periodo t, calculada mediante la primera diferencia del logaritmo de la producción; $\mathbf{x}_{it}$ representa el vector de variables explicativas; y δ_t, μ_i, ε_{it} corresponden al error asociado con las series de tiempo; a la perturbación de corte transversal; y al efecto combinado de ambas, respectivamente.

Crecimiento Pib industrial de Colombia: El crecimiento industrial de Colombia se mide como la variación de la tasa de la producción bruta de cada sector industrial deflactada con el Índice de precios al productor anual. La información es recogida por el Dane a través de la Encuesta anual manufacturera.

A continuación se hace una breve descripción de las variables seleccionadas para el estudio, las cuales se obtuvieron para cada entidad, en valores corrientes y se transformaron a valores constantes del año 2006 deflactando en algunos casos el IPP y en otros el IPC, posteriormente se expresaron en logaritmos o razones:

- Tasa de crecimiento de la producción (g_i): Se mide como la primera diferencia del logaritmo de la producción bruta a precios constantes del año 2006. La producción deflactada con el Índice de precios al productor anual.
- Relación capital producto (RKP_{it}): Se expresa como la razón (división) entre el valor de los activos fijos reales (k_{it}) de la empresa y el valor real de la producción de la empresa (y_{it}), ambos deflactados por el IPP base 2006. Con esto, $RKP_{it} = k_{it} / y_{it}$.
- Relación salario[3] de la empresa y el de su industria (RSE_{it}): Se expresa como la razón entre el salario promedio por trabajador de la empresa sobre el salario promedio de la industria a la que pertenece la empresa, ambos deflactados por el IPC base 2006.
- Costo laboral unitario (CLU_{it}): Se expresa como la razón del salario promedio por trabajado sobre la producción bruta por trabajador, la primera deflactada por el IPC base 2006 y la segunda deflactada por el IPP base 2006. Denotando los salarios con W_{it} y la productividad por persona de la empresa como PRD_i. Así, $CLU_{it} = W_{it} / PRD_{it}$ El costo laboral unitario mide el costo de la mano de obra requerida para la fabricación de una unidad de producto y refleja el efecto combinado de las variaciones en la remuneración y en la productividad del factor trabajo.
- Remuneración laboral unitaria (RLU_{it}) o salario promedio por trabajador: Se obtuvo dividiendo los salarios totales de la empresa después de ser deflactados por el IPC entre el personal de dicha empresa.
- Productividad (PRD_{it}): Se expresa como la razón de la producción bruta de la empresa a valores constantes de 2006 sobre el personal de la empresa. PRDit = y_{it} / n_{it}; donde n_{it} es el número de personal de la empresa.
- Activos fijos (AF_{it}). Corresponde al logaritmo del valor contable de todos los activos fijos del establecimiento, definidos como aquellos bienes de naturaleza relativamente duradera, no destinados a la venta, dedicados al uso del establecimiento para el desarrollo de su actividad industrial; incluye todos los bienes físicos que se espera tengan una vida productiva superior a un año y todas aquellas ampliaciones, adiciones

[3] Para las diferentes formas de contratación representa el valor anual de los sueldos, salarios y prestaciones sociales, en el caso del personal temporal contratado con empresas especializadas en el suministro de personal, equivale al total del gasto en que incurre el establecimiento por su contratación

o mejoras y reformas importantes que prolongan la vida útil o eficiencia económica normal de los activos.

- Sueldos, salarios y prestaciones sociales (*SSP_{it}*): Corresponde al logaritmo del valor de los salarios a valores constantes del año 2006 de la empresa.

Los resultados del modelo obtenidos para las diferentes categorías por tamaño de empresa se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la estimación.

Variable dependiente: **tasa de crecimiento de la producción (g)**

	Regresión conjunta	Tamaño de la empresa			
		Grande	**Mediana**	**Pequeña**	**Micro**
Tipo de modelo	Efectos fijos	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Efectos fijos	Efectos fijos
Constante	-5,9828	-5,5198	0,2485	-6,0624	-7,8354
	(0,000)*	(0,000)*	(0,009)*	(0,000)*	(0,000)*
g_{t-1}	-0,3782	-0,2105	-0,0983	-0,3937	-0,382
	(0,000)*	(0,000)*	(0,000)*	(0,000)*	(0,000)*
RKP	-0,0058		-0,0172	0,0061	
	(0,000)*		(0,000)*	(0,000)*	
RSE			-0,0406		-0,135
			(0,000)*		(0,000)*
CLU	-0,1813		-0,1445	-0,1774	-1,1101
	(0,000)*		(0,000)*	(0,000)*	(0,000)*
RLU	-0,6284	-0,4794		-0,6372	
	(0,000)*	(0,000)*		(0,000)*	
PRD	0,5898	0,5037	0,052	0,6113	0,3411
	(0,000)*	(0,000)*	(0,000)*	(0,000)*	(0,000)*
AF	-0,0944	-0,1011	-0,026	-0,0923	-0,047
	(0,000)*	(0,000)*	(0,000)*	(0,000)*	(0,000)*
SSP	0,5103	0,3748		0,5247	0,4391
	(0,000)*	(0,000)*		(0,000)*	(0,000)*
No. Observaciones	27.524	1.242	9.102	13.280	3.900
No. Grupos	4.592	207	1.517	2.218	650
R-sq (within)	0,4018	0,3259	0,194	0,4123	0,3855
R-sq (between)	0,0215	0,0077	0,0623	0,0100	0,0012
R-sq (overall)	0,0339	0,0082	0,0808	0,0452	0,0523

Nota: Los valores entre paréntesis bajo los parámetros estimados corresponden a la probabilidad. * indica significativo al 1%.

Fuente: DANE. Cálculo de los autores.

A pesar que en los resultados se presente el problema de endogeneidad asociados a las regresiones de la teoría del crecimiento económico, donde la variable dependiente de la tasa del crecimiento de la producción industrial puede afectar en la misma dirección a algunas variables explicativas, vamos a expresar cuantitativamente el coeficiente de las variables significativas en cada uno de los modelos, sugiriendo que más que el valor del coeficiente se tenga presente el sentido positivo o negativo del mismo.

3.1. PANEL DE DATOS PARA EMPRESAS GRANDES

El modelo para la categoría de empresas grandes es un panel balanceado con efectos fijos estimado con datos de 207 empresas que contaron con 6 años de observación para cada una de las variables incluidos los rezagos de la tasa de crecimiento de la producción. Para el caso de las empresas grandes, el contraste de Hausman muestra que se trata de un modelo de efectos fijos.

La estimación arroja para el modelo de efectos fijos aplicado a las empresas grandes los siguientes resultados: la productividad laboral presenta una relación directa con la tasa de crecimiento de la producción industrial resultado que sigue a la teoría del crecimiento económico. Según los resultados, en las grandes empresas, ante un incremento de 1% en la productividad, la tasa de crecimiento de la producción aumenta en 0.5037%, ceteris paribus, lo cual indica que cuanto mayor sea la productividad laboral por persona mejorara la producción industrial. La tasa de crecimiento de la producción de las grandes empresas depende positivamente de los sueldos, salarios y prestaciones, lo cual indica que se podría estar contratando más personal sin que se esté aumentando el salario promedio, lo que se confirma con el resultado (parámetro negativo) para la variable remuneración laboral unitaria. Esto significa que cuando se aumenta la relación laboral unitaria no afecta positivamente la tasa de crecimiento de la producción, lo cual está en contra vía de la teoría económica convencional.

3.2. PANEL DE DATOS PARA EMPRESAS MEDIANAS

Para la categoría de empresas medianas se estimó un modelo de panel balanceado con información de 1.517 empresas que contaron con 6 años de observación para cada una de las variables incluidos los rezagos de la tasa de crecimiento de la producción.

A diferencia del caso de las grandes empresas, el contraste del Hausman evidenció la presencia de efectos aleatorios en el modelo. La única variable que presenta relación positiva con la tasa de crecimiento de la producción industrial es la productividad laboral, igual al comportamiento de las grandes empresas, las demás variables presentaron una relación negativa con el crecimiento industrial. De acuerdo con los resultados hay algunas diferencias significativas en el comportamiento del modelo de las grandes y medianas empresas. En efecto, en el modelo de las medianas empresas no hay evidencia de que ni los sueldos, salarios y prestaciones, ni remuneración laboral unitaria tengan efecto sobre la tasa de crecimiento de la producción. Además, se encuentra que la relación entre las variables relación capital producto, costo laboral unitario, y la relación entre el salario de la empresa con respecto al de su industria es negativa, mientras que para el caso de la empresas grandes no se encontró evidencia de ningún efecto.

3.3. PANEL DE DATOS PARA EMPRESAS PEQUEÑAS

El modelo estimado para la categoría de empresas pequeñas es también un panel balanceado. Este modelo se estimó con datos de 2218 empresas que contaron con 6 años de observación para cada una de las variables incluido el rezago de la tasa de crecimiento de la producción. El contraste del Hausman evidenció la presencia de efectos fijos en el modelo. Según los resultados, la relación capital producto, la productividad laboral y la variable de sueldos, salarios y prestaciones presentan relación positiva con la tasa de crecimiento de la producción. Es así, como en las pequeñas empresas, ante un incremento de 1% en la productividad, la tasa de crecimiento de la producción aumenta en 0.52%, ceteris paribus. El comportamiento de la relación capital producto se ajusta a la teoría económica, contrario a lo presentado en las empresas medianas. La relación entre las variables costo laboral unitario, remuneración laboral unitaria y activos fijos con la tasa de crecimiento de la producción es negativa. La variable relación entre el salario de la empresa con respecto al de su industria no evidencio ningún efecto.

3.4. PANEL DE DATOS PARA MICROEMPRESAS

Para las microempresas se estimó un modelo de panel balanceado con información de 650 unidades observacionales para 6 años por cada una de las variables incluido el rezago de la tasa de crecimiento de la producción.

En el modelo de efectos fijos para la microempresa, la productividad laboral presenta una relación directa con la tasa de crecimiento de la producción industrial. Según los resultados, en las microempresas, ante un incremento de 1 unidad en la productividad laboral, la tasa de crecimiento de la producción aumenta en 0.341% si todo lo demás se mantiene constante, lo cual indica que cuanto mayor sea la productividad laboral por persona mejorara la producción industrial. En este caso, la relación capital producto no tiene efecto sobre la tasa de crecimiento de la producción industrial. El hecho que el parámetro que acompaña al costo laboral unitario sea negativo y significativo para las microempresas debe asumirse desde la baja productividad marginal debido a los bajos salarios y a la informalidad. Sin embargo, si aumento los sueldos, salarios y prestaciones se afecta positivamente la tasa de crecimiento de la producción.

CONCLUSIONES

Este trabajo contribuye a evaluar si a nivel de las empresas manufactureras colombianas tanto micros, como pequeñas, medianas y grandes se da la relación planteada por la teoría del crecimiento económico que establece la dependencia de la tasa de crecimiento de la producción con respecto a variables relacionadas con capital, trabajo y tecnología.

Utilizando la metodología econométrica de panel de datos que permite incluir a una muestra de agentes económicos, en este caso, empresas del sector industrial colombiano para el periodo 2000 – 2007, se evidenció que la productividad es el aspecto más importante que afecta el crecimiento económico para las empresas industriales colombiana, independientemente del tamaño de dichas empresas, siendo su efecto mayor en las empresas grandes y pequeñas.

Otra conclusión importante de este trabajo es que los sueldos, salarios y prestaciones sociales tienen un efecto positivo sobre la tasa de crecimiento de la producción que podría ser resultado de una mayor contratación más que el producto de aumentos en la remuneración laboral unitaria. Sin embargo, cuando la empresa aumenta el salario promedio por encima del de la industria a la que pertenece no logra afectar positivamente la tasa de crecimiento de la producción.

En los diferentes modelos se corroboró la presencia de rendimientos decreciente a escala de la producción para los diferentes grupos de empresas, dado que para todas las categorías de empresas consideradas el parámetro que acompaña la variable tasa de crecimiento rezagada un periodo presenta signo negativo. Igualmente, con los resultados obtenidos se encontró que, contrario a la teoría económica, cambios positivos en los activos fijos no implican un aumento en la tasa de crecimiento de la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aghion, P. and Howitt, P. (1992). “A model of growth through creative destruction”. In: *Econometrica*, 60, No. 2 (Mar); pp. 323 – 351.

Barro, R. and Sala-I-Martin, X. (1995). Economic growth, New York: McGraw-Hill.

Cardona, C. A. y Cano, C. A. (2005). “La dinámica industrial, crecimiento y Pymes: un análisis de datos panel para el caso colombiano 1980_ 2000”. Estudio Realizado para la Universidad de EAFIT de Medellín _Grupo de Investigación de estudios sectoriales y territoriales.

Cass, D. (1965). “Optimun growth in an aggregative model of capital accumulation”. In: *Review of Economics Studies*, 32 (Jul); pp. 233 – 240.

Departamento Administrativo Nacional De Estadística (DANE). Encuesta Anual Manufacturera. 2000-2007.

Destinobles, A. G. (2006). Capital Humano en las teorías del crecimiento económico. Universidad Autónoma de Chihuahua. Escuela de Economía Internacional. Eumed.net.

Greene, W. (1999). Econometric análisis. New Jersey: Prentice Hall.

Grossman, G. And Helpman, E. (1991). Innovation and growth in the global economy. Cambridge MA: MIT Press.

Hsiao, CH. (1990). Analysis of panel data. First Ed. Cambridge: Cambridge University Press.

Islam, N. (1995). Growth empirics: a panel data approach. In: *Quarterly Journal of Economics*, CX; pp. 1127–1170.

Koopmans, T. (1965). “On the concept of optimal economic growth”. In: The Econometric Approach to Development Plannig. Amsterdam: North Holland.

Phelps, E. (1966). Golden rules of economic growth. New York: Norton.

Ramsey, F. (1928). “A mathematical theory of saving”. In: *Economic Journal*, 38 (Dec); pp. 543 – 559.

Romer, D. (1996). Advanced macroeconomics. New York: McGraw-Hill.

Romer, P. (1990). Endogenous technological change. In: *Journal of Political Economy*, (Oct).

Schumpeter, J. A. (1950). Capitalism, Socialism, and Democracy. New York: Harper & Row.

Shell, K. (1966). “Towards a Theory of Inventive Activity and Capital Accumulation”. In: *American Economic Review*, 56; pp. 62-68.

Shell, K. (ed.). (1967). Essays on the Theory of Optimal Economic Growth. Cambridge Mass: MIT Press.

Shell, K. (1967). “A Model of Inventive Activity and Capital Accumulation”. In: Shell (1967); p. 67-85.

Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. In: *Quarterly Journal of Economics*, 70; pp. 65-94.

Swan, T. (1956). Economic growth and capital accumulation. In: *Economic Record*, November.

Uzawa, H. (1965). “Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth.” In: *International Economic Review*, 6; pp. 18-31.

Wooldridge, J.M. (2001), Introducción a la econometría: un enfoque moderno. México: Thompson Learning.