

# EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA

*Álvaro Hernando Chaves Castro*\*

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo ofrece una medición de la productividad total de los factores (PTF) y analiza sus principales determinantes en la economía de Cundinamarca, incluyendo una medición de los ciclos económicos para el total de la economía y para los sectores agrícola e industrial durante el período 1960-2000.

El documento se divide en cinco partes, de las cuales esta introducción es la primera. En la segunda, se describe la evolución y fuentes de crecimiento de la productividad total de los factores a nivel agregado y para los sectores industrial y agrícola. Dentro de esta sección se realizan estimaciones de la productividad con base en una función de producción tipo Cobb-Douglas. Además, se presenta el crecimiento periódico de los factores productivos (capital y trabajo) y del producto agregado y a nivel de sectores (industrial y agrícola). Luego, utilizando los coeficientes estimados de la función de producción, se realiza un análisis de contabilidad del crecimiento, es decir, se calculan las contribuciones de cada factor y de la productividad al crecimiento económico de la economía de Cundinamarca. En la tercera sección se desarrolla un análisis econométrico sobre los determinantes de la productividad mediante la estimación de diferentes ecuaciones. Se contrastan las distintas hipótesis sobre los determinantes de la productividad. En la cuarta sección se estiman los ciclos de la economía de Cundinamarca, mediante la aplicación del filtro de Hodrick y Prescott a nivel agregado y para los sectores agrícola e industrial. Se determinan los componentes de largo y corto plazo de la producción de la región. En la quinta sección se concluye.

---

\* Magíster en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia y profesor de la Facultad de Economía en la Universidad Externado de Colombia, achavescastro@yahoo.com. Agradezco y reconozco especialmente la labor de construcción de las cifras a Jorge Centanaro y Marco Maecha, ex funcionarios del DANE.

## EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL Y SECTORIAL

La teoría económica explica el crecimiento económico no sólo por el incremento en los factores de producción capital y trabajo, sino también por el cambio tecnológico que se manifiesta en una mayor calificación de la mano de obra, en las mejoras organizacionales, en equipo de capital más desarrollado, etc. La parte del aumento de la producción que no se puede explicar por aumentos en el *stock* de capital físico y/o humano, se denomina productividad total de los factores. En este trabajo se utiliza una función de producción con rendimientos constantes a escala<sup>1</sup>. El crecimiento de la productividad total de los factores se puede obtener a partir de la diferencia entre el crecimiento del producto real y la tasa de crecimiento de los factores productivos capital y trabajo. El crecimiento de los factores productivos se define como un promedio ponderado de las tasas de crecimiento del capital y del trabajo. Las ponderaciones son las participaciones de cada factor individual en el total del producto.

En esta sección se muestra la evolución de la productividad total de los factores a nivel agregado y sectorial, durante el período comprendido entre 1960 y 2000.

Se parte de una función de producción tipo Cobb-Douglas en donde los factores se combinan bajo rendimientos constantes a escala, de la siguiente forma:

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

$$Y_t = A(t)K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (1a)$$

donde  $Y$  es el producto interno bruto (PIB),  $A$  es un factor de escala que representa la productividad y está en función del tiempo,  $\kappa$  es el *stock* de capital,  $L$  es el empleo o número de trabajadores,  $\alpha$  es la participación del capital en el producto y  $(1 - \alpha)$  es la participación del trabajo en el producto. Como se definió anteriormente, la productividad total de los factores es la parte del crecimiento económico que no se explica por la acumulación de los factores. Transformando la ecuación (1a) se tiene:

---

<sup>1</sup> El supuesto de rendimientos constantes a escala en la función de producción se justifica en la medida en que es consistente con la disponibilidad de información sobre el factor trabajo y el *stock* de capital. Así mismo, se debe a la adopción de una función de producción tipo Cobb-Douglas que permite realizar las estimaciones empíricas.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

$$A(t) = \frac{Y_t}{K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}} \quad (2)$$

donde la productividad total de los factores (PTF) se calcula como la relación entre el producto y la combinación de factores. En la práctica, la estimación de la PTF exige la estimación de los coeficientes o elasticidades del producto con relación a los factores productivos, mediante una regresión de tipo lineal a través de mínimos cuadrados ordinarios (MCO)<sup>2</sup>. La estimación de los parámetros se realizó con las variables transformadas mediante la primera diferencia de los logaritmos para garantizar la estacionariedad<sup>3</sup> de las series y evitar las regresiones de tipo espurio<sup>4</sup>. Después de estimar los coeficientes (participaciones factoriales en el producto) se procedió a estimar la variación de la producción que no se puede atribuir a la acumulación de los factores productivos, capital y trabajo, denominada residuo de Solow<sup>5</sup>.

En este sentido, se utilizó la ecuación transformada mediante la diferencia de logaritmos<sup>6</sup>, es decir

$$\ln A(t) = \ln Y_t - \alpha \ln K_t - (1 - \alpha) \ln L_t \quad (3)$$

Si se toma el tiempo como una variable discreta, se puede diferenciar (3) con respecto al tiempo con el fin de obtener la variación de la productividad total de los factores de la siguiente forma:

---

<sup>2</sup> Adicionalmente, se utiliza el supuesto de rendimientos constantes a escala, es decir, se impone técnicamente una restricción a los coeficientes estimados para que la suma de los dos sea igual a la unidad,  $\alpha + (1 - \alpha) = 1$ . No obstante, en este trabajo las participaciones del trabajo y capital en el total del producto no se estimaron econométricamente sino a partir de los coeficientes técnicos de la matriz de contabilidad social para Cundinamarca.

<sup>3</sup> En la práctica se analiza la estacionariedad débil o de segundo orden, es decir si los momentos de primer (promedio) y segundo orden (varianza) son finitos, no varían en el tiempo y su autocovarianza es constante.

<sup>4</sup> Según Suriñach et al. (1995), el concepto de regresión espuria hace referencia a la posibilidad de encontrar relaciones de casualidad y no de causalidad entre las variables de un modelo lineal.

<sup>5</sup> Blanchard y Fischer (1998).

<sup>6</sup> La diferencia de logaritmos es aproximadamente igual a la tasa de crecimiento aritmético

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \frac{X_t}{X_{t-1}} - 1 \\ &= \text{Ln} \left( 1 + \dot{x} \right) = \text{Ln} \left( \frac{X_t}{X_{t-1}} \right) \end{aligned}$$

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

$$\Delta \ln A(t) = \Delta \ln Y_t - \alpha \Delta \ln K_t - (1-\alpha) \Delta \ln L_t \quad (4)$$

$$\frac{1}{A(t)} \frac{\Delta A_t}{\Delta t} = \frac{1}{Y_t} \frac{\Delta Y_t}{\Delta t} - \alpha \frac{1}{K_t} \frac{\Delta K_t}{\Delta t} - (1-\alpha) \frac{1}{L_t} \frac{\Delta L_t}{\Delta t}$$

Finalmente,

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta Y}{Y} - \alpha \left( \frac{\Delta K}{K} \right) - (1-\alpha) \left( \frac{\Delta L}{L} \right) \quad (5)$$

donde

$$\frac{\Delta A}{A} = \text{cambio en el logaritmo de la productividad multifactorial}$$

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \text{cambio en el logaritmo de la producción}$$

$$\frac{\Delta K}{K} = \text{cambio en el logaritmo del capital}$$

$$\frac{\Delta L}{L} = \text{cambio en el logaritmo del empleo}$$

$$\alpha = \text{participación del capital en el producto}$$

$$(1-\alpha) = \text{participación del empleo en el producto}$$

Debido a que el residuo de Solow (RS) o la productividad total de los factores (PTF) se calculó a partir de las series transformadas mediante la diferencia de logaritmos, se requiere realizar una transformación inversa tal como se presenta en las ecuaciones (6) y (7), con el fin de obtener la productividad multifactorial como un índice, tomando como base (1961 = 100), así<sup>7</sup>

$$\ln PTF_t - \ln PTF_{t-1} = RS_t \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \ln PTF_t &= RS_t + \ln PTF_{t-1} \\ \exp(\ln PTF_t) &= \exp(RS_t + \ln PTF_{t-1}) \end{aligned} \quad (6a)$$

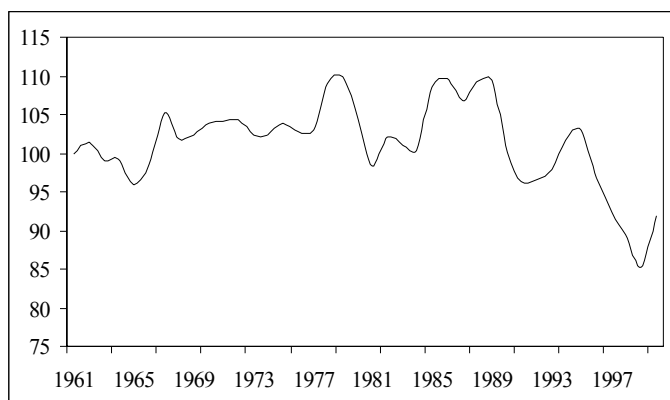
<sup>7</sup> Se sigue una metodología similar a la desarrollada por Gutiérrez et al. (2002).

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

$$PTF_t = \exp(RS_t + \ln PTF_{t-1}) \quad (7)$$

Los resultados del cálculo de la PTF total para Cundinamarca, en el período 1961-2001, se presentan en la gráfica 1. Se puede observar que su evolución es muy desfavorable, sobre todo a partir de 1990.

Gráfica 1  
Índice de PTF total (1961 = 100)



El cuadro 1 presenta las tasas de crecimiento del PIB, del *stock* de capital<sup>8</sup> y del empleo, así como de las fuentes de crecimiento del producto: las contribuciones del capital, del empleo y de la productividad.

El período 1960-1979 fue de alto crecimiento económico, el PIB creció en promedio a tasas superiores al 4,0 anual. Por su parte, el *stock* de capital y el empleo crecieron a tasas superiores al 2,0% durante este mismo período. Desde 1994 se presenta un período de menor crecimiento, incluso fue negativo entre 1995 y 1999. Lo mismo sucede con el acervo de capital y el empleo, los cuales crecieron muy lentamente durante este período. La productividad creció a tasas superiores al 3,0% anual entre 1985 y 1989, siendo éste el período de mayor dinamismo de la productividad en la economía de Cundinamarca. Es importante resaltar el buen desempeño de la productividad entre los períodos 1965 y 1979, donde creció a tasas superiores al 2,0% anual. El crecimiento durante la bonanza cafetera de 1975

<sup>8</sup> Corresponde a la sumatoria de los *stocks* del sector agrícola, industrial, infraestructura, y otros. El valor para la serie 1960-2000 se calculó en dos etapas. En la primera, para el período 1990-2000, se utilizó la formación bruta de capital fijo sectorial de las cuentas económicas base 2000 del DANE. En la segunda, para el período 1960-1990, se utilizó la relación capital producto total y sectorial (agrícola e industrial) del DNP a nivel nacional.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

y 1979 fue superior al 3,0% anual. A partir de 1990 y hasta 1999 la productividad tuvo un crecimiento muy lento, y fue negativo entre 1995 y 1999.

Cuadro 1  
Fuentes de crecimiento económico total

Período	(1) Tasa anual de crecimiento (%)			(2) Contribuciones al crecimiento anual del PIB (%)			Productividad total
	PIB	Capital	Empleo	Capital	Empleo	Total	
1960-1964	1,83	1,78	1,55	0,49	1,12	1,61	0,22
1965-1969	4,87	2,69	2,20	0,77	1,57	2,34	2,53
1970-1974	3,88	2,38	1,10	0,74	0,76	1,49	2,38
1975-1979	4,95	2,50	1,27	0,77	0,88	1,65	3,30
1980-1984	3,91	2,11	1,83	0,67	1,25	1,92	1,99
1985-1989	4,10	2,07	0,13	0,66	0,09	0,74	3,36
1990-1994	4,31	4,13	3,41	1,32	2,32	3,64	0,68
1995-1999	-0,71	3,46	0,81	1,30	0,51	1,81	-2,52
1960-1979	4,50	2,79	2,42	0,82	1,71	2,53	1,98
1980-2000	3,80	3,55	2,75	1,19	1,83	3,02	0,78

Fuente: Cuentas regionales del DANE, Banco de la República. Cálculos propios.

El cuadro 1 también muestra la contribución de cada factor al crecimiento del PIB de Cundinamarca. La brecha entre el crecimiento del producto y la contribución del crecimiento de los factores es la contribución de la productividad. La contribución de los factores se estima mediante la tasa de crecimiento de cada factor multiplicado por la participación del factor en el total del producto. Las participaciones de los factores productivos utilizadas en los cálculos durante el período 1960-1979 son: capital  $\alpha = 0,29$  y trabajo  $(1 - \alpha) = 0,71$ . Para el período 1980-2000 fueron  $\alpha = 0,34$  y  $(1 - \alpha) = 0,66$ . Las anteriores estimaciones reflejan que la economía de Cundinamarca ha sido intensiva en el factor empleo a lo largo del período analizado. En efecto, el cuadro 1 muestra que el factor trabajo, en promedio, es el que ha tenido la más alta contribución al crecimiento del producto. La contribución promedio de la productividad al crecimiento del producto entre 1960 y 1979 fue cercana al 2,0%. No obstante, entre 1980 y 2000 la contribución de la productividad al crecimiento del PIB de Cundinamarca se redujo en cerca de 1,2 puntos porcentuales, mientras que la contribución del capital al crecimiento económico de la región se incremento en 0,4 puntos porcentuales.

Resulta importante aclarar que la productividad total es inferior a la contribución de los dos factores únicamente para el período 1960-1964 y la década de los noventa. Posteriormente, para los períodos 1960-1979 y 1980-2000 la contribución al crecimiento del capital como la del factor trabajo superan la de la productividad total. De esta forma, los resultados agregados pueden parecer contrarios a los encontrados en los períodos quinquenales, en donde se observa que es más significativa la productividad total que la contribución factorial al crecimiento económico.

Lo anterior se puede explicar por la influencia que ejercen las contribuciones de cada factor al crecimiento total del producto, es decir de la participación de cada uno de los factores productivos en el total del ingreso y al uso del supuesto de rendimientos constantes a escala. De otro lado, debido a que en los cálculos de cada una de las variables se utilizó la tasa de crecimiento geométrico y no promedios simples, se están eliminando las colas en cada una de las series, al tomar el valor final y el valor inicial de cada variable en el cálculo. Estas mismas razones son válidas para los resultados del sector industrial que se muestran en el cuadro 2.

En el cuadro 2 se presenta el crecimiento del producto, el crecimiento de los factores productivos y la contribución de estos al crecimiento del PIB industrial. Entre 1960 y 1979 el PIB industrial de Cundinamarca fue muy dinámico y creció en promedio a tasas que superan el 5,0% anual. En el período 1980-1984 aún continuaba creciendo a una tasa superior al 4,0%. No obstante, a partir de 1985 y hasta 1994 el crecimiento del PIB se aceleró hasta alcanzar tasa superiores al 8,0%. Para el período 1975-1994 el *stock* de capital industrial creció a tasas superiores al 6,0%, de hecho el crecimiento del capital en el año 1994 fue del 9,11%. En el período posterior a 1994, la industria registró un bajo dinamismo comparado con los períodos anteriores y alcanzó tasas de crecimiento negativas. Durante este mismo lapso, el capital creció a tasas menores que las antes registradas y el empleo presentó un crecimiento negativo del 1,1%. El período 1990-1994 se caracterizó por un lento crecimiento del empleo y un crecimiento acelerado del *stock* de capital (9,11%). Estos hallazgos coinciden con los encontrados por Sánchez et al. (1996), para quienes la revaluación del tipo de cambio real y la disminución de los aranceles a las importaciones provocaron una caída significativa en el precio relativo de los bienes de capital, al tiempo que se encareció el factor trabajo como consecuencia del aumento de los aportes patronales, producto de la Ley 50 y la Ley 100 de 1993. De acuerdo con lo anterior, se podría mencionar que la economía de Cundinamarca también experimentó un efecto de sustitución de factores productivos en favor de los más baratos, durante este lapso de tiempo.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

La contribución del capital y trabajo, y de la productividad al crecimiento del PIB industrial se presentan en el cuadro 2. Los coeficientes que miden la participación de los factores utilizados para calcular la contribución al crecimiento del producto fueron  $\alpha = 0,65$  y  $(1 - \alpha) = 0,35$ , entre 1960 y 1979.

**Cuadro 2**  
Fuentes de crecimiento económico del sector industrial

Período	(1) Tasa anual de crecimiento (%)			(2) Contribuciones al crecimiento anual del PIB (%)			Productividad Total
	PIB	Capital	Empleo	Capital	Empleo	Total	
1960-1964	4,02	4,28	2,35	1,49	1,53	3,03	1,00
1965-1969	1,58	2,30	1,95	0,80	1,27	2,07	-0,49
1970-1974	0,64	1,81	1,54	0,63	1,00	1,64	-0,99
1975-1979	3,09	4,20	1,77	1,47	1,15	2,62	0,47
1980-1984	4,37	5,30	1,32	2,08	0,80	2,88	1,49
1985-1989	6,31	6,84	1,21	2,77	0,72	3,49	2,83
1990-1994	8,77	9,11	1,37	3,68	0,82	4,50	4,27
1995-1999	-0,72	5,73	-1,13	2,32	-0,67	1,64	0,92
1960-1979	5,75	6,12	3,39	2,14	2,21	4,34	1,41
1980-2000	4,41	6,41	-0,93	2,57	-0,56	2,01	2,40

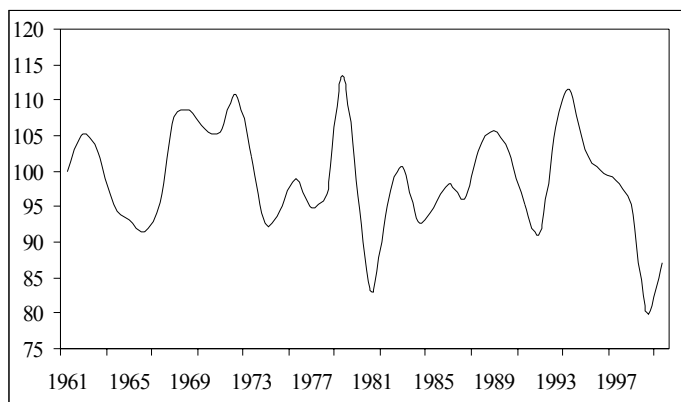
Fuente: Cuentas regionales del DANE, Banco de la República. Cálculos propios.

Los valores de las participaciones durante el período 1980-2000 fueron  $\alpha = 0,60$  y  $(1 - \alpha) = 0,40$ . Lo anterior evidencia el uso intensivo del factor capital en este sector. La PTF creció a tasas superiores al 4,0% anual entre 1990 y 1994. No obstante, la PTF creció a tasas inferiores al 1,0%, incluso el crecimiento fue negativo entre 1965 y 1974.



EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

Gráfica 2  
Índice de PTF industrial (1961 = 100)



En el cuadro 2 también se muestra la contribución de los factores al crecimiento del PIB industrial de Cundinamarca. El factor que más contribuye al crecimiento del PIB durante el período 1960-1979 es el empleo, seguido del acervo de capital y, finalmente, de la productividad. Para el período 1980-2000 la productividad se constituye en el segundo factor en importancia para explicar el crecimiento del producto, después del *stock* de capital. La contribución del factor trabajo en este lapso de tiempo fue negativa (-0,56%).

En el cuadro 3 se presentan las estimaciones del crecimiento de los factores productivos y su contribución al crecimiento del producto del sector agrícola. El PIB del sector agrícola creció a una tasa positiva y sostenida promedio anual del 5,0% en el período 1965-1979, y se destaca que la tasa anual promedio de crecimiento para este sector fue del 6,10% entre 1975-1979, lo que corrobora una vez más la incidencia de la demanda externa sobre el sector durante la época de bonanza. El capital y el empleo rural muestran este mismo comportamiento. No obstante, la dinámica productiva industrial ha perdido dinamismo en forma gradual, a tal punto que la tasa de crecimiento promedio anual del producto agrícola entre 1995-1999 alcanzó apenas el 0,59%. La reducción de los aranceles de los principales productos agrícolas contribuyó a un descenso generalizado en los precios de los productos, lo que afectó en forma negativa los márgenes de beneficio y la oferta agrícola.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

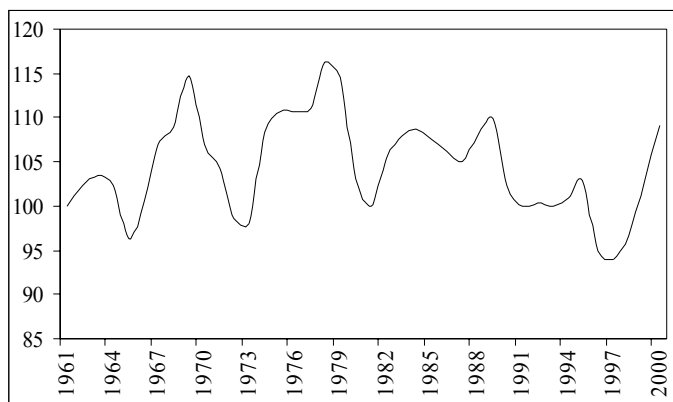
Cuadro 3  
Fuentes de crecimiento económico sector agrícola

Período	(1) Tasa anual de crecimiento (%)			(2) Contribuciones al crecimiento anual del PIB (%)			Productividad total
	PIB	Capital	Empleo	Capital	Empleo	Total	
1960-1964	0,30	2,15	1,68	0,37	1,40	1,76	-1,46
1965-1969	5,55	5,59	2,40	0,96	1,99	2,95	2,60
1970-1974	4,67	5,89	3,58	1,01	2,97	3,98	0,70
1975-1979	6,10	5,11	2,73	0,88	2,26	3,14	2,96
1980-1984	3,23	2,42	1,63	0,73	1,14	1,86	1,37
1985-1989	3,92	1,97	2,89	0,59	2,03	2,62	1,30
1990-1994	2,10	3,16	2,76	0,95	1,93	2,88	-0,77
1995-1999	0,59	2,88	-1,08	0,86	-0,76	0,10	0,49
1960-1979	4,83	5,30	1,88	0,91	1,55	2,46	2,37
1980-2000	3,16	3,42	1,57	1,00	1,11	2,11	1,05

Fuente: Cuentas regionales del DANE, Banco de la República. Cálculos propios.

La contribución de los factores al crecimiento del producto agrícola se presenta en el cuadro 3. Las participaciones del capital y el empleo dentro del producto agrícola utilizados para la estimación de la contribución al crecimiento del producto fueron:  $\alpha = 0,17$  y  $(1 - \alpha) = 0,83$ . Durante el período 1960-1979, la productividad es la que más contribuye al crecimiento del producto, seguida del empleo y el capital. La contribución de la productividad en este lapso de tiempo fue del 2,37% promedio anual. La PTF del sector agrícola se desaceleró durante el período 1985-1994, incluso la tasa anual de crecimiento fue negativa (-0,77) entre 1990-1994. No obstante, entre el período 1995-1999 presentó una leve recuperación y registró un crecimiento promedio anual del 0,49%.

Gráfica 3  
 Índice de PTF agrícola (1961 = 100)



### DETERMINANTES DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES

En esta sección se explican los determinantes del comportamiento de la PTF. Se utiliza una función de producción Cobb-Douglas definida por la ecuación (1a). Para efectos de la estimación de cada uno de los determinantes del crecimiento temporal de la productividad se especifica un modelo uniecuacional multivariado similar al que se recoge en la ecuación (2); es decir:

$$A_t = \gamma_0 * CF_t^{\gamma_1} * K_t^{\gamma_2} * CH_t^{\gamma_3} * \prod_{i=1}^n X_i^{\gamma_i} \quad (8)$$

La ecuación (8) presenta rendimientos constantes a escala para los factores públicos y privados, e incluye una variable de capital humano que actúa como una externalidad. Este mismo modelo ha sido utilizado en Colombia por Sánchez et al. (1996) para analizar los determinantes de la PTF del total de la economía.

En la ecuación (8)  $A_t$  representa la PTF definida como la relación entre el producto de la economía y la combinación de factores privados:  $A_t = Y/K^\alpha * L^{1-\alpha}$ ; donde  $CF_t^{\gamma_1}$  denota la combinación de factores privados, es decir, la parte de la producción que se explica por los factores combinados en la función de producción Cobb-Douglas. Por su parte, el capital humano está expresado por CH. La matriz  $X_i^{\gamma_i}$  contiene las variables distintas a los factores productivos que pueden afectar significativamente el crecimiento de la PTF durante el tiempo, como por ejemplo la infraestructura física (vías,

capacidad energética), el capital humano (como *proxy* los años de escolaridad alcanzados por la fuerza laboral), la tasa de inflación, la tasa de devaluación nominal y real, el grado de apertura de la economía, la inversión en maquinaria y equipo, la capacidad instalada, etc.

Antes de estimar la ecuación de los determinantes de la PTF es necesario realizar pruebas de raíz unitaria en los niveles de las series. La idea es determinar si las series que entran en la ecuación son estacionarias, es decir son óptimas para realizar las regresiones y, de esta forma, evitar la posible existencia de regresiones de tipo espurio<sup>9</sup>. En el cuadro 4 se presentan los resultados del contraste de la existencia de raíces unitarias para las variables del modelo, utilizando las pruebas aumentada de Dickey-Fuller (ADF) y Phillips-Perron (PP)<sup>10</sup>. Como se observa en el cuadro 4, la mayoría de las variables en niveles no son estacionarias. Las únicas series que son estacionarias en niveles fueron la PTF agrícola, la PTF industrial, el salario mínimo y la escolaridad rural, lo que sugiere que estas variables entran en niveles para efectos de estimar la ecuación (8). De otro lado, se realizó el contraste con las variables transformadas en primeras diferencias para detectar la posible existencia de una segunda raíz. Los resultados indican que la mayoría de las variables son estacionarias en primeras diferencias, es decir que las series presentan sólo una raíz unitaria en el nivel, excepto para la tasa de cambio nominal, la población e infraestructura, lo que podría sugerir la posible existencia de dos raíces unitarias en estas variables. Por consiguiente se procedió a estimar la ecuación (8), con las variables diferenciadas, mediante mínimos cuadrados ordinarios.

---

<sup>9</sup> Según Granger y Newbold (1977, 1988), la existencia de regresiones de tipo espurio se presenta cuando en un modelo uniecuacional multivariado de tipo lineal se relacionan los niveles de las variables que son independientes las unas de las otras; entonces es posible que las variables puedan aparecer como significativas en la regresión por el solo hecho de poseer tendencias y crecer a lo largo del tiempo.

<sup>10</sup> No obstante, existen actualmente procedimientos de análisis multivariado de series de tiempo como la cointegración, que hace uso de la información importante contenida en los niveles de las series. Esto permite determinar la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables económicas; ver por ejemplo Suriñach et al. (1995).

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

Cuadro 4  
Contraste de raíces unitarias sobre las variables de análisis

Variable	Rezago	t - ADF	Valores críticos - ADF		PP	Valores críticos - PP	
			0,01	0,05		0,01	0,05
Nivel							
PTFT	1	2,67	-3,61	-2,94	2,23	-4,20	-3,52
PTFA	1	3,83*	-3,61	-2,94	4,26*	-4,20	-3,52
PTFI	1	4,59*	-3,61	-2,94	4,86*	-4,20	-3,52
ITC	1	2,81	-3,61	-2,94	2,36	-4,20	-3,52
INFL	1	1,25	-3,61	-2,94	1,29	-4,20	-3,52
EXCA	1	1,29	-3,61	-2,94	3,07	-4,20	-3,52
PRECA	1	2,11	-3,61	-2,94	3,81**	-4,20	-3,52
POB	1	2,24	-3,61	-2,94	0,69	-4,20	-3,52
FBKF	1	2,94	-3,61	-2,94	5,1*	-4,20	-3,52
INFRA	1	0,62	-3,61	-2,94	1,74	-4,20	-3,52
KTOTAL	1	0,65	-3,61	-2,94	2,45	-4,20	-3,52
KPUB	1	0,15	-3,61	-2,94	1,70	-4,20	-3,52
PREMAQ	1	2,69	-3,61	-2,94	4,27*	-4,20	-3,52
SALMIN	1	6,54*	-3,61	-2,94	1,70	-4,20	-3,52
TERMI	1	2,05	-3,61	-2,94	1,23	-4,20	-3,52
ESCTOT	1	2,25	-3,61	-2,94	0,32	-4,20	-3,52
ESCURB	1	2,21	-3,61	-2,94	3,13	-4,20	-3,52
ESCRU	1	4,42*	-3,61	-2,94	2,37	-4,20	-3,52
CFT	1	2,50	-3,61	-2,94	8,93*	-4,20	-3,52
CFA	1	1,90	-3,61	-2,94	6,23*	-4,20	-3,52
CFI	1	2,11	-3,61	-2,94	5,12*	-4,20	-3,52
Primera diferencia							
DPTFT	1	5,55*	-4,22	-3,53	1,48	-4,21	-3,53
DITC	1	0,00	-4,22	-3,53	5,28*	-4,21	-3,53
DEXCA	1	5,47*	-4,22	-3,53	4,77*	-4,21	-3,53
DPRECA	1	4,95*	-4,22	-3,53	6,17*	-4,21	-3,53
DPOB	1	2,19	-4,22	-3,53	0,69	-4,21	-3,53
DFBKF	1	5,75*	-4,22	-3,53	1,68	-4,21	-3,53
DINFRA	1	2,21	-4,22	-3,53	4,75*	-4,21	-3,53
DKTOTAL	1	2,91***	-4,22	-3,53	7,16*	-4,21	-3,53
DKPUB	1	3,82**	-4,22	-3,53	2,81	-4,21	-3,53
DPREMAQ	1	5,33*	-4,22	-3,53	9,25*	-4,21	-3,53
DSALMIN	1	3,26***	-4,22	-3,53	3,27***	-4,21	-3,53
DTERMI	1	5,58*	-4,22	-3,53	4,2**	-4,21	-3,53
DESCTOT	1	3,64**	-4,22	-3,53	5,27*	-4,21	-3,53
DESCURB	1	3,16***	-4,22	-3,53	3,13	-4,21	-3,53
DESCRU	1	7,25*	-4,22	-3,53	8,22*	-4,21	-3,53

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

Variable	Rezago	t - ADF	Valores críticos - ADF		PP	Valores críticos - PP	
			0,01	0,05		0,01	0,05
DCFT	1	4,74*	-4,22	-3,53	1,48	-4,21	-3,53
DCFA	1	4,25*	-4,22	-3,53	4,36*	-4,21	-3,53
DCFI	1	5,21*	-4,22	-3,53	6,25*	-4,21	-3,53

\* Significativo al 1%

\*\* Significativo al 5%

\*\*\* Significativo al 10%

#### RESULTADOS PARA LA PTF TOTAL

En el cuadro 5 se presentan los resultados de las estimaciones de la ecuación (8), bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala para los factores privados. Cada una de las ecuaciones contiene una variable de infraestructura, de capital humano y una variable que recoge el ciclo económico, similar a la utilizada por Sánchez et al. (1996).

La estimación de la ecuación 1 del cuadro 5 indica que los cambios en el capital público (primera diferencia DKPUB), se encuentran relacionados positivamente con la variación de la PTF total. De acuerdo con los parámetros estimados, un incremento de un punto porcentual en el *stock* de capital público genera en promedio un aumento de la PTF del 0,25%. No obstante, la estimación del parámetro que acompaña a la variable capital privado presenta un signo negativo aunque levemente significativo. Lo anterior podría sugerir la existencia de cierto grado de sustitución entre el capital público y el capital privado sobre la productividad total de la economía de Cundinamarca durante este lapso de tiempo. Según estos resultados, el efecto neto del capital total (público más privado) en la productividad multifactorial se puede obtener como la suma de los dos parámetros estimados de estas variables. Para las ecuaciones 1 y 2 del cuadro 5 el efecto neto estimado fue del 0,194% y del 0,238%, respectivamente.

La introducción de la variable explicativa infraestructura (DINFRA) en la ecuación 1, genera un impacto positivo y significativo sobre la productividad. Según el parámetro estimado que acompaña a esta variable, un aumento del 1% en el *stock* de infraestructura genera en promedio un incremento de la PTF del 0,05% un año después. El efecto positivo que tiene el cambio de esta variable sobre la PTF total es retardado, pues el efecto contemporáneo sobre la PTF es negativo aunque no es estadísticamente significativo.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

Cuadro 5  
Variable endógena: PTF total de Cundinamarca 1961-2000

Variables explicativas	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3
INTERCEPTO	-80,03 (-17,07)*	-72,94 (-4,11)*	-4,61 (-1,38)
DKPUB	0,0025 (1,72)**	0,0027 (1,68)**	
DCFT	-0,000559 (-2,13)**	-0,000319 (-1,56)	-0,000816 (-1,52)
DESCTOT	-0,0010 (-1,25)	-0,0012 (-1,01)	0,0018 (0,99')
DESCTOTt-1	0,0018 (1,83)**	0,0015 (1,32')	0,0015 (1,23')
TREND			-0,0018 (-0,01)
DKTOTAL			0,0052 (1,69)***
DPOBL			0,063 (1,02')
DINFL		-0,317 (-1,41)	-0,77 (-1,81)**
DEXCA		0,000334 (0,07')	
DPRECA		0,011 (0,60')	
CICLO ECONÓMICO	0,0078 (4,61)*	0,0071 (4,04)*	
DINFRA	-0,0007 (-1,48)		
DINFRAt-1	0,0005 (1,65)***		
R <sup>2</sup>	0,46	0,48	0,56
DURBIN - WATSON	2,26	2,32	1,89

\* Significativo al 1%

\*\* Significativo al 5%

\*\*\* Significativo al 10%

Las ecuaciones estimadas 2 y 3 del cuadro 5 muestran que la variación del capital humano (DESCTOT), medido como la escolaridad promedio de la fuerza laboral, genera una externalidad positiva en el aumento de la productividad con cierto rezago en el tiempo, es decir que el efecto o el

impacto de la educación se manifiesta un año después de haberse alcanzado cierto grado de escolaridad.

Lo anterior se refleja en que el parámetro estimado que acompaña a la variable DESCTOT, rezagada un período, resultó ser estadísticamente significativo y diferente de cero, en la ecuación 1. Esto implica que el aumento de un año en la escolaridad promedio de la fuerza de trabajo genera, en promedio, un aumento en la productividad del 0,18% un año después. Al igual que la variable infraestructura, el efecto del capital humano sobre la productividad total no es inmediato, lo cual es consistente con el hecho de que las inversiones en capital humano requieren más tiempo que las inversiones en capital físico.

Las ecuaciones 2 y 3 del cuadro 5 también incluyen variables que afectan negativamente el crecimiento económico, como es el efecto de la inflación sobre la PTF total. Según el parámetro estimado que acompaña a esta variable, la tasa de inflación genera un efecto negativo sobre la productividad. Específicamente, un incremento del 1% en la aceleración de la inflación (DINFL)<sup>11</sup> genera, en promedio, una caída significativa de la productividad del 0,3% (ecuación 2) y el 0,7% (ecuación 3). El impacto negativo de la inflación resultó ser más significativo en la ecuación 2, tal como lo revela el valor del t estadístico del parámetro estimado, el cual es significativo al 5%.

La regresión 2 también incluye variables del sector externo como los cambios de las exportaciones (DEXCA) y los precios del café (DPRECA). Según los resultados de las estimaciones, estas variables tienen un efecto positivo sobre la productividad total de Cundinamarca, aunque los parámetros estimados no resultaron ser estadísticamente significativos. En la regresión 3 también se incluye una variable de tendencia (TREND) con el fin de capturar la evolución en el tiempo de la productividad en Cundinamarca. Según el coeficiente estimado que acompaña a esta variable, la tendencia captura una evolución negativa de la productividad, sobre todo a partir de 1989; aunque el parámetro estimado no es significativo (gráfica 1). Adicionalmente, esta ecuación incluye la variable cambio en el *stock* de capital total (DKTOTAL) como una versión del capital que recoge conjuntamente el capital público y la infraestructura. Según el parámetro estimado que acompaña al *stock* de capital total, un incremento del 1% en

---

<sup>11</sup> Medida como la diferencia de orden dos del logaritmo del índice de precios al consumidor (IPC). En Colombia los estudios realizados por Uribe (1994), con relación al efecto de la inflación sobre el crecimiento económico, han encontrado que la aceleración de la inflación afecta significativamente y de forma negativa el crecimiento económico.



esta variable genera en promedio un efecto positivo y significativo en la PTF del 0,52%.

Finalmente, las regresiones 1 y 2 del cuadro 5 reflejan que la PTF total de Cundinamarca es procíclica, según lo refleja la significancia del parámetro estimado que acompaña a la variable del ciclo económico<sup>12</sup>. Lo anterior implica que un incremento de un punto porcentual en la utilización de la capacidad económica genera, en promedio, un aumento de la PTF del 0,78% (ecuación 1) y el 0,71% (ecuación 2).

#### RESULTADOS PARA LA PTF INDUSTRIAL

A continuación se presentan los resultados de las estimaciones de los factores que determinan la PTF de la industria de Cundinamarca durante el período 1961-2000. Aquí también se supone una función de producción de tipo Cobb-Douglas, la cual presenta rendimientos constantes a escala para los factores (capital y trabajo) y el acervo de capital público.

Los resultados de la ecuación 1 del cuadro 6 implican que una variación del 1% en el capital público (DKPUB) produce, en promedio, un aumento de la PTF industrial del 0,77%. Sin embargo, el efecto del capital privado sobre la productividad multifactorial industrial en la ecuación 3 es negativo y poco significativo cuando se introduce, además, como variable explicativa el capital total. Esto no sucede en las ecuaciones 1 y 2 en donde se introducen por separado el capital público y privado. Esto puede reflejar, como sucedió con la productividad multifactorial total, la existencia de un grado de sustitución entre el capital público y privado. De igual forma, en la ecuación 1 el efecto del capital humano (DESCURB), medido por los años promedio de escolaridad urbana de la mano de obra, tiene un efecto positivo y significativo sobre la PTF industrial. Según la estimación del parámetro que acompaña a esta variable, un aumento del 1% en los años promedio de escolaridad urbana genera en promedio un incremento de la PTF industrial del 0,92%.

---

<sup>12</sup> La magnitud de los parámetros estimados en este trabajo son aproximadamente iguales a los estimados por Sánchez et al. (1996), e igualmente significativos.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

Cuadro 6  
Variable endógena: PTF industrial de Cundinamarca 1961-2000

Variables explicativas	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3
INTERCEPTO	-53,53 (-3,90)*	-46,17 (-3,88)*	-50,69 (-4,47)*
DKPUB	0,0077 (2,40)**	0,0020 (4,89)**	
DCFI	0,000646 (1,36')	0,000167 -1,25	-0,000816 (-1,52)
DESCURB	0,0092 (1,68')***	0,0011 (1,32')	0,0085 (1,21')
TREND			0,051 (0,33')
DKTOTAL			0,018 (4,86)*
DINFL		-1,29 (-2,40)	-1,73 (-2,99)*
DTERMI		0,093 (1,94')***	
DPREMAQ		-0,0072 (-0,46)	
CICLO INDUSTRIAL	0,0048 (3,53)*	0,0039 (3,10)*	0,0043 (3,50)*
R <sup>2</sup>	0,53	0,72	0,68
DURBIN - WATSON	2,12	2,2	2,4

\* Significativo al 1%

\*\* Significativo al 5%

\*\*\* Significativo al 10%

La ecuación 2 también incorpora la inflación y variables del sector externo, como los términos de intercambio, las cuales pueden tener efectos positivos o negativos sobre el crecimiento económico. Además, incorpora variables que indirectamente (vía demanda de factores productivos) afectan la PTF industrial como es el efecto de la variación de los precios de la maquinaria<sup>13</sup>. Los resultados de las ecuaciones 2 y 3 muestran que la aceleración de la inflación (DINFL) afecta de forma negativa y significativa a la PTF industrial de Cundinamarca. Por ejemplo, según el parámetro estimado, la aceleración de la inflación en un punto porcentual produce una disminución de la PTF del

<sup>13</sup> En general, según la teoría de la producción, se espera que un incremento en el precio del capital genere un efecto de sustitución de factores a favor de los más baratos, en este caso del trabajo y, por tanto, reduce la demanda de capital.

1,3% (ecuación 2). Por su parte las variables del sector externo como los términos de intercambio (DTERMI), contrario a lo que la teoría sugiere, tiene un efecto positivo y significativo sobre la PTF industrial. Según el parámetro estimado que acompaña a esta variable, una variación del 1% en los términos de intercambio produce en promedio un aumento de la PTF del 9,3%, cuya magnitud es significativa. La variación de los precios de la maquinaria (DPREMAQ) tiene un efecto negativo, pero no significativo, sobre la PTF industrial, tal que un aumento en el 1% en los precios genera en promedio una disminución en la PTF del 0,72%.

En las tres regresiones del cuadro 6 el ciclo industrial de Cundinamarca afecta positiva y significativamente a la PTF, es decir que la productividad industrial es una variable procíclica.

#### RESULTADOS PARA LA PTF AGRÍCOLA

En esta sección se muestran los resultados de la estimación de los factores que determinan la PTF agrícola para el período 1961-2000. Las variables utilizadas en las estimaciones econométricas son las mismas que para la PTF total y los resultados se presentan en el cuadro 7.

Según la estimación de la ecuación 2, una variación del 1% en el acervo de capital total de la economía (DKTOTAL) conlleva un incremento en la productividad del 0,22%. En la ecuación 1, la variación de la infraestructura (DINFRA) afecta positivamente a la PTF agrícola, aunque esta variable no resultó estadísticamente significativa. Los resultados también confirman que la escolaridad rural (DESCRU), medida como los años promedio de educación de la fuerza laboral rural, tienen un efecto positivo sobre la PTF agrícola. Según la regresión 3, un aumento del 1% en los años promedio de escolaridad generó, en promedio, un aumento de la PTF del 0,22% durante el período 1963-2000. El efecto que tiene la aceleración de la inflación (DINFL) sobre la productividad es negativo y estadísticamente significativo; un aumento del 1% en la aceleración de la inflación genera una disminución de la PTF agrícola del 2,3%.

En cuanto a las variables del sector externo, la variación de los términos de intercambio tuvo un efecto negativo sobre la PTF aunque no es estadísticamente significativo. En las tres regresiones el ciclo agrícola tiene un efecto positivo sobre la productividad, lo que implica una vez más que la variable es procíclica.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

Cuadro 7  
Variable endógena: PTF agrícola de Cundinamarca 1961-2000

Variables explicativas	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3
INTERCEPTO	-76,56 (-2,56)*	-28,59 (-1,91)**	-52,95 (-2,46)*
DTERMI			-0,045 (-1,02)
DCFA	0,000231 (1,87)**	0,00028 (2,70)*	0,000286 (2,75)*
DESCRU <sub>t-2</sub>	0,0077 (1,10')	0,0079 (1,11')	
DESCRU			0,0022 (2,11)**
DPREMAQ			-0,441 (-2,13)**
TREND	-0,364 (-1,18)	-0,129 (-0,21)	-0,20 (-1,53)
DKTOTAL		0,0022 (2,33)**	
DINFL		-2,333 (-2,35)**	
CICLO AGRICOLA	0,0068 (2,42)**	0,0048 (4,45)*	0,0051 (2,43)**
DINFRA	0,0041 (1,26')		
R <sup>2</sup>	0,43	0,68	0,56
DURBIN - WATSON	2,25	2,03	1,89

\* Significativo al 1%

\*\* Significativo al 5%

\*\*\* Significativo al 10%

Nota: Las dos primeras ecuaciones se estimaron para el período 1964-1994 y la última para el período 1963-2000.

### ESTIMACIÓN DEL CICLO ECONÓMICO TOTAL Y SECTORIAL

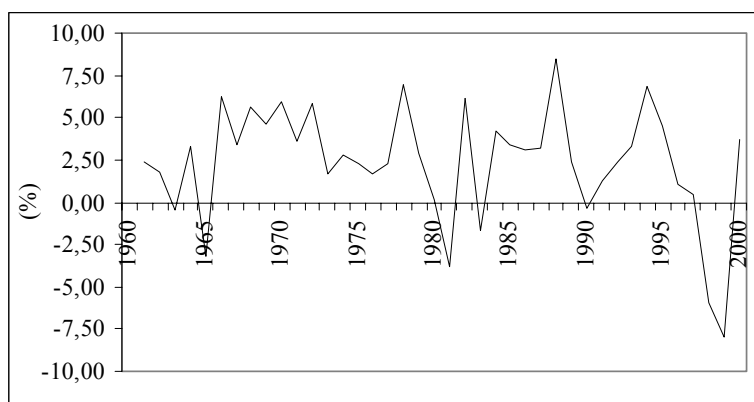
Esta sección se dedica a estimar y analizar los ciclos experimentados por la economía de Cundinamarca durante el período 1960-2000, a nivel total y para los sectores industrial y agrícola. Antes resulta adecuado describir la metodología de estimación de los ciclos y hacer una descripción de la dinámica del producto de Cundinamarca durante el período 1960-2000.

En la gráfica 5 se presenta el crecimiento del PIB por habitante en Cundinamarca durante el período de análisis.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

La tasa de crecimiento promedio del PIB por habitante en Cundinamarca fue del 2,3% durante el período 1960-2000. En la primera década (1960-1970), el crecimiento promedio del PIB per cápita de Cundinamarca fue del 2,7%. Durante este lapso de tiempo el PIB se caracterizó por presentar tasas de crecimiento positivas y sostenidas, los únicos años que presentaron tasas de crecimiento negativas fueron 1963 y 1965. Entre 1970 y 1980 la tasa de crecimiento del PIB por habitante fue del 2,8%, crecimiento que resulta marginalmente mayor en un punto porcentual al de la década anterior, y el producto no experimentó tasas de crecimiento negativas. Además, el PIB por habitante de Cundinamarca durante este período fue, en promedio, 1,4 veces más grande que el de la década anterior. El crecimiento sostenido del PIB de Cundinamarca en este lapso de tiempo se podría atribuir al buen desempeño de la economía colombiana y a la bonanza cafetera. En la década 1980-1990 el crecimiento del PIB per cápita se desacelera y alcanza una tasa de crecimiento promedio del 2,3%, que es inferior en 0,5 puntos porcentuales a la alcanzada en la década 1970-1980. Entre 1980 y 1990 el PIB de Cundinamarca registró tasas de crecimiento negativas en los años 1981 (-3,8%), 1983 (-1,7%) y en 1990 (-0,3%).

Gráfica 4  
Crecimiento del PIB total por habitante en Cundinamarca



El desempeño económico de Cundinamarca en la década de los noventa fue demasiado lento. El crecimiento promedio del PIB por habitante fue apenas del 0,9%, que resulta inferior en cerca de 1,4 puntos porcentuales frente al crecimiento promedio alcanzado entre 1980 y 1990.

Según Blanchard y Fischer (1998), el principal problema de la macroeconomía ha sido el esfuerzo por caracterizar las fluctuaciones del

producto y tratar de separar la tendencia del ciclo. De esta forma, se puede hablar de un comportamiento de largo plazo, o tendencia, alrededor del cual se presentan fluctuaciones de corto plazo, que en la literatura se conocen como ciclos. Los ciclos, a su vez, determinan fluctuaciones de corta duración (en cualquier dirección) en el nivel de actividad económica.

A continuación se presenta el resultado de un ejercicio de descomposición de la tendencia y el ciclo del PIB por habitante, para la economía de Cundinamarca, durante el período 1960-2000.

Se utiliza la metodología de series de tiempo desarrollada por Hodrick y Prescott (1997) para analizar el ciclo de los negocios en los Estados Unidos durante el período de posguerra. La metodología consiste en un método de suavizamiento, a través de un filtro, que es frecuentemente utilizado por los macroeconomistas para obtener la estimación del componente de tendencia de largo plazo de una serie.

Técnicamente, el filtro de Hodrick y Prescott estima el suavizamiento ( $s_t$ ) de una serie  $y_t$  minimizando la varianza de  $y_t$  alrededor de  $s_t$ , sujeto a una penalidad que restringe la segunda diferencia de  $s_t$ <sup>14</sup>. Es decir, la idea del filtro es seleccionar el valor de  $s$  que minimiza la función objetivo:

$$\sum_{t=1}^T (y_t - s_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(s_{t+1} - s_t) - (s_t - s_{t-1})]^2 \quad (9)$$

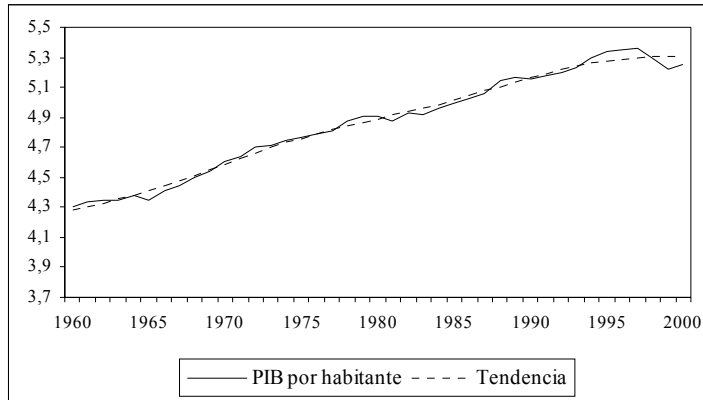
El parámetro de penalidad  $\lambda$  controla el suavizamiento de la serie  $s_t$ . En nuestro caso, el valor del parámetro escogido fue  $\lambda = 100$  porque la periodicidad de la serie es anual. El ciclo corresponde a la desviación porcentual del PIB por habitante observado con respecto a la tendencia calculada. En la gráfica 5 se observa la tendencia calculada mediante este método para el PIB total por habitante de Cundinamarca durante los 41 años del período 1960-2000.

---

<sup>14</sup> Para mayor detalle ver Hodrick y Prescott (1997).

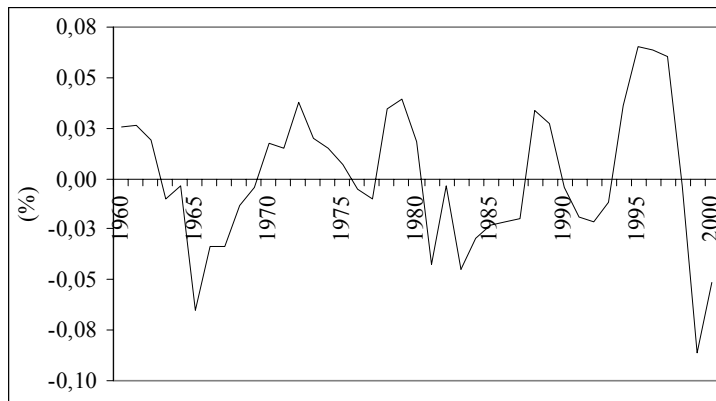
EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

Gráfica 5  
Comportamiento de largo plazo del PIB total por habitante  
Logaritmo del PIB por habitante

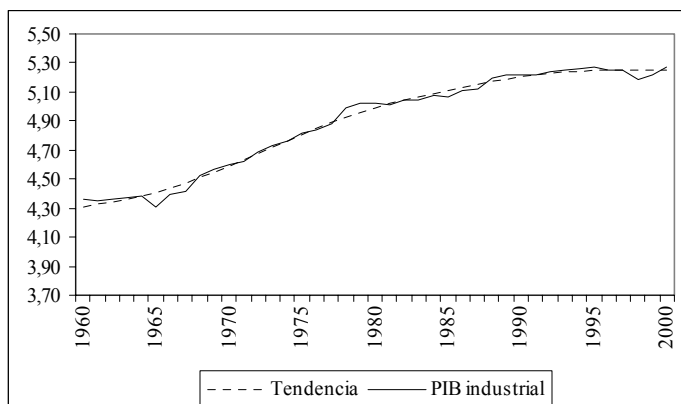


De igual forma en la gráfica 6 se presenta el ciclo de la economía calculado como desviaciones porcentuales con respecto a la tendencia para el mismo período.

Gráfica 6  
Ciclo del PIB total por habitante de Cundinamarca  
Desviación porcentual con respecto a la tendencia



Gráfica 7  
Comportamiento de largo plazo del PIB industrial por habitante  
Logaritmo del PIB por habitante



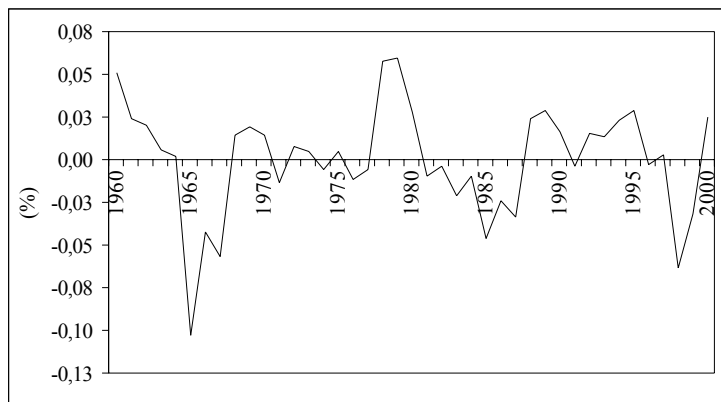
Según la gráfica 5, las mayores fluctuaciones del PIB por habitante alrededor de la tendencia en Cundinamarca se han registrado en la segunda mitad de la década de los noventa. Lo anterior se confirma en la gráfica 6 donde se describe el ciclo, medido como desviaciones porcentuales del producto con respecto a la tendencia de largo plazo. Se observa que el último ciclo comienza en 1994 y termina en 1997, y que su amplitud fue significativamente mayor al de los ciclos anteriores a la segunda mitad de la década de los noventa<sup>15</sup>. Antes de 1996 Cundinamarca, al igual que el total de la economía nacional, tenía una economía que fluctuaba en ciclos de entre seis y siete años, durante los cuales había tres o cuatro años de recesión y tres o cuatro años de auge.

En la gráfica 7 se muestra la tendencia de largo plazo del PIB industrial por habitante en la economía de Cundinamarca. Las mayores fluctuaciones del producto alrededor de la tendencia de largo plazo sucedieron entre 1977 y 1980, expresadas en expansiones de la actividad económica. No obstante, se destacan dos períodos de fuertes fluctuaciones por debajo de la tendencia (contraccionistas), el primero entre 1964 y 1966, y el segundo entre 1997 y 1999, período que coincide con el período de recesión de la economía colombiana.

<sup>15</sup> Generalmente, las desviaciones por encima de la tendencia del largo plazo del producto se explican por excesos de capacidad y neutralizan los períodos por debajo de ella.

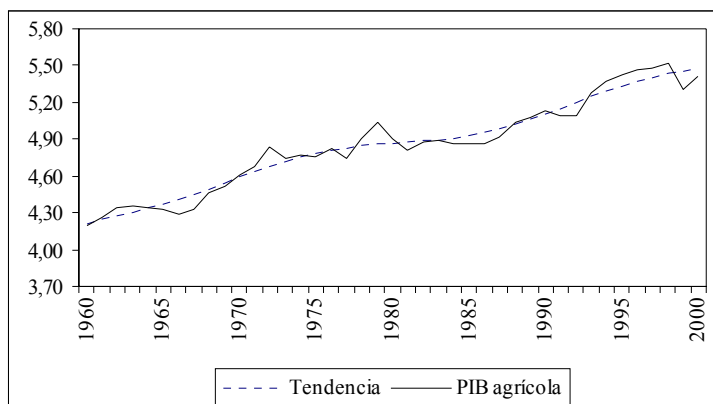


Gráfica 8  
Ciclo del PIB industrial por habitante de Cundinamarca  
Desviación porcentual con respecto a la tendencia



La gráfica 8 muestra el comportamiento del ciclo del PIB industrial por habitante durante el período 1960-2000. Resalta la evidencia del cambio en la amplitud del último ciclo, a finales de la década de los noventa, con respecto a los ciclos anteriores. No obstante, entre 1977 y 1980 el PIB industrial presentó desviaciones superiores al 5% con relación a su tendencia de largo plazo, siendo éste el mayor auge del producto industrial con una duración de tres años aproximadamente. Otra característica que revela la gráfica 8 es la frecuencia de sucesión de los diferentes ciclos industriales. Durante los 41 años que cubre el período 1960-2000, se presentaron alrededor de 7 ciclos industriales con un promedio de tres años cada uno. La mayor duración del ciclo industrial (seis años) se presentó durante 1981-1987, y se caracterizó por ser contraccionista. Además, en el segundo ciclo (1964-1967) la desviación del PIB industrial de Cundinamarca llegó al 10,28%, y se caracterizó por ser uno de los de mayor amplitud a lo largo del período de análisis.

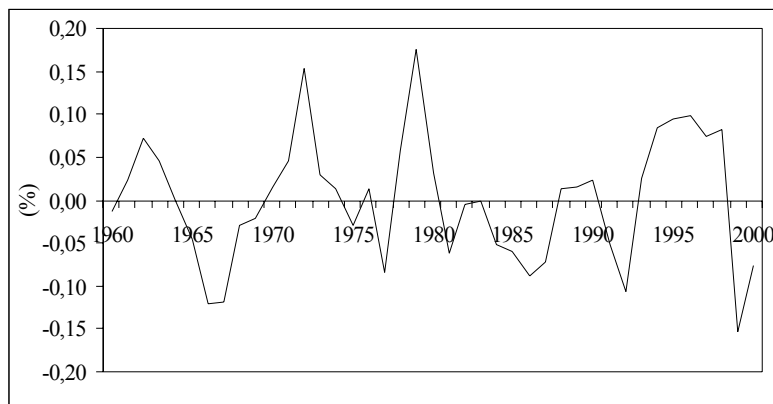
Gráfica 9  
Comportamiento de largo plazo del PIB agrícola por habitante  
Logaritmo del PIB por habitante



La tendencia de largo plazo del PIB agrícola por habitante de Cundinamarca entre 1960 y 2000 se presenta en la gráfica 9. Se destaca que el nivel de producción agrícola ha presentado mayores fluctuaciones alrededor de la tendencia que la producción industrial y agregada de la región. A lo largo de este período, se presentaron cuatro grandes fluctuaciones (por encima de la tendencia) de la actividad agrícola. La fluctuación más grande y de mayor duración (cinco años) sucedió en la década de los noventa entre los años 1993 y 1998.

La gráfica 10 muestra los ciclos experimentados por el PIB agrícola en Cundinamarca durante 1960-2000. La volatilidad del ciclo agrícola fue relativamente mayor en la década 1970-1980, de hecho la amplitud de los dos ciclos que se presentaron en este lapso de tiempo estuvieron en un rango del 15% y el 18%. El PIB agrícola por habitante de Cundinamarca, durante el período 1960-2000, registró 8 ciclos, de los cuales el de mayor duración fue el de la década de los noventa que se inicia en 1993 y termina en 1998.

Gráfica 10  
Ciclo del PIB agrícola por habitante de Cundinamarca  
Desviación porcentual con respecto a la tendencia



De acuerdo con la evidencia presentada en esta sección, los ciclos del sector real de la economía de Cundinamarca han sufrido cambios fundamentales durante la década de los noventa. Los ciclos muestran dos características: primero, en la mayoría se acortó el período y, segundo, en todos aumentó de manera importante su amplitud.

## CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES

Este trabajo muestra la evolución y los determinantes de la productividad total de los factores (PTF) para la economía de Cundinamarca a nivel total, agrícola e industrial durante el período 1960-2000. Se realizó un ejercicio para estimar y analizar los ciclos de esta economía como un todo, y para los sectores agrícola e industrial.

De acuerdo con los resultados, la productividad total de los factores presentó la mayor tasa de crecimiento durante el período 1960-1979, donde alcanzó una tasa de crecimiento promedio anual del 1,98%. La PTF de Cundinamarca se reduce durante 1980-2000 y alcanzó una tasa de crecimiento promedio anual del 0,78%. No obstante, en este lapso de tiempo la PTF de los sectores industrial y agrícola presentaron un mayor dinamismo.

Durante el período de apertura, el crecimiento de la PTF total de la economía de Cundinamarca presentó un crecimiento muy lento, de hecho fue negativo durante 1995-1999 (-2,52%).

Los ejercicios econométricos de los factores que determinan la productividad reflejan varias conclusiones importantes. Primero, la

infraestructura (factor público) se combina con los factores privados bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala. Segundo, las variables que afectan en forma negativa el crecimiento económico, como es el caso de la inflación, producen efectos adversos sobre la PTF. En particular, la aceleración de la inflación produce un efecto negativo sobre el crecimiento de la PTF. Y tercero, la productividad de Cundinamarca (al igual que la de la economía nacional) se caracteriza por ser una variable procíclica en la medida en que su desempeño mejora en las épocas de auge.

La estimación de los ciclos para la economía de Cundinamarca, a nivel agregado y para los sectores agrícola e industrial, permite concluir que durante la época de los noventa –caracterizada por la presencia de varias reformas estructurales– se generó un aumento en la amplitud de los ciclos en todos los niveles. Antes de 1996, Cundinamarca tenía ciclos que fluctuaban entre seis y siete años, durante los cuales tres o cuatro años fueron de recesión y tres o cuatro años de auge.

Es importante resaltar que al utilizar datos agregados para las estimaciones de la productividad multifactorial no es posible capturar la incidencia de las decisiones de las firmas en la productividad. En este sentido, se reconoce que la información microeconómica puede ofrecer mejores resultados en cuanto a la forma en que las unidades productivas reasignan los factores productivos para minimizar los costos durante un proceso productivo. En un trabajo posterior se podría desarrollar un análisis sobre la evolución de la productividad total de los factores a partir de información a nivel de establecimiento industrial o microdato, los cuales se pueden obtener a través de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE.

Por otro lado, la estimación econométrica de la productividad multifactorial con diferentes funciones de producción puede reducir la robustez y significancia estadística de los parámetros de la función de producción escogida. La estimación econométrica a través de técnicas de variables instrumentales con datos de tipo microeconómico podría mejorar los resultados encontrados en este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Birchenall, J. 1998. “El cálculo del PIB potencial en Colombia”, *Planeación y Desarrollo*, DNP.
- Blanchard, O., y S. Fischer. 1998. *Lectures on Macroeconomics*, England, The MIT Press Cambridge.
- Dickey, D. A. y W. Fuller. 1981. “Likelihood Ratio Statistics for Autorregressive Time Series with a Unit Root”, *Econometrica* 49.
- Echeverri, J. C.; A. Escobar y M. Santa María. 2002. “Tendencia, ciclos y distribución del ingreso en Colombia”, *Planeación y Desarrollo*, DNP.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL, CICLOS Y  
COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN CUNDINAMARCA  
Álvaro Hernando Chaves Castro

- Enders, W. 1995. *Applied Econometric Time Series*, Wiley.
- Granger, C. y P. Newbold. 1974. "Spurious Regressions in Econometrics", *Journal of Econometrics* 2, 2.
- Guerrero, V. M. 1991. *Análisis estadístico de series de tiempo económicas*, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Gutiérrez, J.; Y. Díaz; N. Mejía y M. Núñez. 2002. *Comportamiento de la productividad en la economía bogotana*, Secretaría de Hacienda del Distrito.
- Hodrick, R. J, y E. C. Prescott. 1997. "Postwar U. S. Business Cycles: An Empirical Investigation", *Journal of Money, Credit, and Banking* 29.
- Phillips, P., y P. Perron. 1988. "Testing for a Unit Root in Time Series Regression". *Biométrica* 75.
- Sánchez, F.; J. Núñez y J. Rodríguez. 1996. "Evolución y determinantes de la productividad en Colombia: Un análisis global y sectorial", *Archivos de Macroeconomía* 50, DNP.
- Suriñach, J.; M. Artís; E. López y A. Sansó. 1995. *Análisis económico regional: nociones básicas de la teoría de la cointegración*, Editorial Antoni Bosch.
- Uribe, J. D. 1994. "Inflación y crecimiento económico en Colombia", *Borradores Semanales de Economía* 1, Banco de la República.
- Zuccardi, I. 2002. "Crecimiento y ciclos económicos: efectos de los choques de oferta y demanda en el crecimiento económico", *Planeación y Desarrollo*, DNP.