

Facultad de Ciencias Sociales
X jornadas de investigación

Derechos humanos, seguridad y violencia

13 y 14 setiembre de 2011

Productividad física de la
Mano de Obra en la
Industria Manufacturera:
un análisis de cambio
estructural endógeno

Mauricio Zunino



¹Productividad física de la Mano de Obra en la Industria Manufacturera: un análisis de cambio estructural endógeno.

Mauricio Zunino

Facultad de Ciencias Económicas y Administración

Universidad de la República

mzunino@ine.gub.uy

mauzunino@adinet.com.uy

Resumen.

El presente trabajo estudia la evolución de la productividad física de la Mano de Obra en el periodo 1993-2011, para la industria manufacturera, con el objetivo de analizar si han ocurrido en este período modificaciones estructurales en el comportamiento de esta variable. Resulta relevante analizar cual ha sido el comportamiento de la productividad como determinante del crecimiento económico de un país.

El análisis se lleva adelante mediante el estudio de series de productividad tanto a nivel de toda la industria como para algunas clases de actividad, mediante modelos univariados a los que se les aplicó luego la metodología de cambio estructural endógeno elaborada por Bai y Perron (1998), metodología que nos permitirá evaluar la existencia de cambios estructurales en el comportamiento de la productividad.

Para la conformación de las series se utilizaron los datos provenientes del Índice de Volumen Físico de la Industria Manufacturera y el Índice de Horas Trabajadas también en la Industria Manufacturera. También se realizarán cohortes anuales donde trataremos de centrarnos en lo que ocurre con las fluctuaciones monetarias que pueden acompañar a los procesos físicos. Finalmente se tratará de vincular los fenómenos vinculados a la productividad con las tasas de crecimiento económico ocurridas en el país en este período.

¹ Trabajo presentado a las X Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Sociales, UdelaR, Montevideo, 12-14 de setiembre de 2011.

Palabras Clave: Productividad física de la mano de obra; cambio estructural endógeno; crecimiento económico

Introducción.

El análisis de las posibilidades del crecimiento económico de los países ha sido uno de los temas más tratados desde la segunda mitad del siglo XX en adelante y dentro de este cobra relevancia el tema de la productividad de los factores como forma de incrementar las posibilidades de crecimiento de la economía.

En particular en los últimos años se han obtenido en el país tasas de crecimiento significativamente altas, más teniendo en cuenta que Uruguay no ha sido un país caracterizado por tener altos niveles de crecimiento económico. Por este motivo es importante ver si los determinantes del crecimiento actual son persistentes a largo plazo o si por el contrario reflejarían una situación coyuntural y el país volvería a manifestar tasas relativamente bajas de crecimiento económico.

Por tal motivo pretendemos estudiar que ha pasado con la productividad física de la mano de obra durante el período enero 1993 a junio de 2011. Para ello se elaboró una serie de productividad mensual de la industria manufacturera a partir de los datos recabados por el Índice de Volumen Físico y el Índice de Horas Trabajadas. También se armaron series particulares para diferentes clases de actividad aunque en este caso el período de estudio refirió al período 2002-2011.

En primer lugar se planteó ver como evolucionaron las series de IVF para ver si existe una tendencia creciente del volumen de la industria manufacturera, ver si las tendencias son uniformes o muestran diferencias entre los distintos tipos de industrias. Luego se planea tratar de explicar esta evolución y en particular si las variaciones obedecen a variaciones en la dotación de factores, capital y trabajo, aunque por los datos manejados en este trabajo únicamente consideramos la variación del factor trabajo; o si obedecen a variaciones en la productividad de los factores y en particular a variaciones en la productividad del factor trabajo.

Para llevar adelante el estudio de este tema se trabajó con un análisis de series de tiempo mediante modelos univariados a los que se les aplicó el tests de cambio estructural

endógeno propuesto por Bai y Perron (1998). Con dicho procedimiento pretendemos verificar si existieron cambios estructurales en la productividad física de la mano de obra. Si bien este test nos permitiría ver cambios estructurales tanto al alza como a la baja, nos centraremos en la posibilidad de cambio al alza, es decir en la posibilidad de crecimiento de la productividad a niveles significativos que pudieran romper esquemas estacionarios. Esto se realizó tanto a nivel de la globalidad de la serie como para cada una de las series de productividad de cada una de las clases de actividad.

Esta metodología permitiría ver que ha ocurrido con la productividad de la industria manufacturera y a partir de allí tratar de ver su vinculación con el crecimiento económico.

Este trabajo es una investigación básicamente empírica, donde lo que se trata es de ver que elementos aportan los datos y a partir de ellos poder arribar a conclusiones sobre las modificaciones en el comportamiento de la productividad.

En lo que sigue describiremos sintéticamente los contenidos del trabajo: en la sección siguiente se trabaja sobre el concepto de productividad y sus diferentes acepciones; luego se plantea una breve sistematización bibliográfica de trabajos que han estudiado el tema; luego se describe la metodología a utilizar; para después realizar un análisis de los datos arrojados en el período; y finalmente planteamos una serie de conclusiones.

Productividad.

Sobre la definición de productividad han aparecido una serie de definiciones no siempre coincidentes en su totalidad, incluso algunas de las definiciones abarcan a los procesos globales de una empresa o sector de producción, mientras que otras apuntan a elementos, sectores o factores específicos de producción.

Sin embargo a pesar de estas heterogeneidades y especificidades en las definiciones que se generen se pueden extraer algunos elementos comunes que resultan ser ciertas

generalidades. De lo anterior se puede desprender que la productividad como una relación entre la producción y los recursos que se usan para la misma.

$$\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Recursos}$$

Por lo tanto la productividad mide el grado de eficiencia en la utilización de los recursos productivos, ya que mientras mayor sea la eficiencia de los mismos mayores serán los resultados de producción controlando por los insumos.

En nuestro caso particular nos enfocaremos en una definición parcial de la productividad, en particular queremos ver que ha pasado con la productividad del factor trabajo, para ello estudiaremos la serie de productividad física de la mano de obra en el sector manufacturero.

Podemos definir la productividad física de la mano de obra como el cociente entre la producción de una determinada empresa o sector de actividad y la cantidad de horas de trabajo aplicadas en tareas productoras propiamente.

$$\text{PFMO} = \text{IVF} / \text{ITH}$$

Para esto en nuestro caso específico planteamos la productividad en primer lugar para toda la industria manufacturera en su conjunto y luego a nivel de clase de actividad. Para el análisis a nivel de clase se utilizó la clasificación CIIU 3 Revisión a 2 dígitos.

Para laborar la serie de productividad se empleó el Índice de Volumen Físico de la Industria Manufacturera y para la cantidad de trabajo se utilizó el Índice de Horas Trabajadas en la Industria Manufacturera. A partir de estas dos series que son publicadas por el Instituto Nacional de Estadísticas con una periodicidad mensual se elaboró el cociente entre ambas y de esta manera se obtuvieron series mensuales de productividad mensuales; en el caso de la industria en su conjunto para el período que abarca desde enero de 1993 a junio de 2011 y en el caso de las diferentes clases de actividad desde enero de 2002 a junio de 2011. Para el caso de los sectores específicos se tomó desde esta fecha ya que previo al 2002 se relevaban los datos usando la clasificación CIIU 2 Revisión y esto implicaba que muchas de las ramas no fueran

compatibles entre ambas clasificaciones y por ende para construir series más largas nos quedaríamos con pocos sectores.

Todo nuestro análisis se basa en consideraciones sobre la evolución de la productividad, si bien se hacen algunas consideraciones sobre las consecuencias de las variaciones de la productividad en particular sobre el crecimiento económico, dichos razonamientos y análisis son inductivos y no categóricos.

Además de la importancia del análisis de la productividad como uno de los determinantes del crecimiento económico el mismo también reviste importancia en otros aspectos, como ser: la competitividad de las empresas y sectores productivos; en el último tiempo también se comenzaron a incluir causas de productividad dentro de los convenios salariales.

En el caso del estudio de la productividad física de la mano de obra, los determinantes de las posibles variaciones corresponden mayoritariamente a fenómenos internos a la empresa o sector de producción y no a elementos exógenos a los mismos; por lo que el análisis de la productividad es en buena medida un estudio del desempeño organizacional del sector.

Antecedentes.

En el marco de la elaboración de este trabajo hemos recabado una serie de trabajos e investigaciones realizadas tanto a nivel nacional, como internacional que refieren al estudio de la productividad. A partir de los mismos hemos podido tomar algunos elementos importantes de porque estudiar la productividad, como ver su evolución y los efectos que las variaciones en la misma pueden tener sobre otras variables económicas.

Un estudio que intenta ver que ha pasado con la productividad a lo largo del tiempo es el estudio de Melo, Soetto y Gómez Demel (2008), en el que se analiza la evolución de la productividad de la ganadería en Argentina entre 1990 y 2001 y la comparan con

otras regiones, extraen como conclusión un estancamiento en la productividad por animal ha permanecido estancada y es baja en la comparación internacional.

Galeano, Amarilla y Parra (2007) estudian la evolución de la productividad científica en el área de biomedicina para el período 1995-2005 en el Paraguay, de donde concluyen que esta ha tenido un significativo aumento en este período, siendo incluso donde se concentran la mayor parte de las investigaciones en esta área a lo largo de toda la historia; también estos autores desagregan y estudian la evolución de los principales centros de investigación a los efectos de ver si el cambio en la productividad es o no homogéneo.

Existe también un informe del Ministerio de Agricultura OGPA-DGPA (2003) de Perú donde se estudia la cadena de productos lácteos del país, dentro de este estudio se hace un fuerte hincapié en los temas de productividad del sector, en la medida de que se visualiza que la baja productividad del sector lechero es uno de los principales problemas para desarrollarse y por ende terminan realizando una serie de medidas de política a los efectos de corregir aquellos elementos más desfavorables encontrados en el sector.

Villegas (1997), estudia la productividad del sector lechero en Costa Rica y la compara con la productividad alcanzada por los países estrictamente exportadores en este rubro como son Uruguay, Argentina y Nueva Zelanda; donde analiza los diferentes componentes de producción a los efectos de ver donde se encontraban los principales diferenciales negativos con respecto a estos países.

También dentro existen estudios sobre productividad para otros países latinoamericanos como es el caso de Colombia donde Luna González, Cock, Palma, Díaz y Moreno (1995), que estudian la productividad en la actividad azucarera. El estudio está enfocado a mirar la evolución de la productividad del sector desde 1960 a 1994, donde si bien se ve que el sector ha generado ganancias de productividad en la medida que pasa el tiempo dichos incrementos son cada vez menores; además tratan de hacer algunas comparaciones internacionales ya que ven que el sector está perdiendo competitividad internacional; y por último el estudio se centra en mirar cada uno de los elementos integrantes de la cadena productiva y analizar la productividad específica de cada uno

de ellos a los efectos de poder mirar donde se genera el rezago o estancamiento productivo.

Un estudio comparativo para toda América Latina es el que desarrollan Lugones, Gutti y Le Clech (2007) que analizan las capacidades tecnológicas de América Latina, y para ello usan como indicador la Productividad Total de los Factores, el que utilizan además como factor determinante del crecimiento económico donde tratan de aproximar en que medida esta contribuye al crecimiento global.

Desde la OIT se han lanzado una serie de propuestas y programas que apuntan a mejorar la productividad del trabajo y a partir de esta la mejora en las condiciones de los trabajadores. Hiba (1997), realiza un análisis lo ocurrido con el programa “*Mayor productividad y mejor lugar de trabajo*” que impulsado por la OIT desde los años 80, en una primera instancia el autor analiza las potencialidades del programa y los resultados obtenidos principalmente en los países de Asia, para luego centrar su análisis en las experiencias latinoamericanas al respecto, donde si bien concluye que hay mejoras en la productividad y con esto mejoras en las condiciones de trabajo, los resultados son bastante menos considerables que los ocurridos en Asia.

Lanteri (2003) realiza un estudio sobre la evolución de la productividad de los factores, pensado como uno de los elementos que determinan el crecimiento económico de los países; para ello analiza una serie diversa de economías del mundo entre 1970-2001. Realiza estimaciones de programación no paramétrica para calcular los índices de Malmquist que miden cambios en la productividad; además permiten descomponer estos cambios entre cambios referidos a la eficiencia y a cambio tecnológico; para ello se usaron datos de panel.

Para el caso uruguayo también han existido estudios que abordaron el tema de la productividad, en algunos casos para sectores específicos y en otros casos son más generales en particular hay una serie de trabajos que refieren a la industria manufacturera en su conjunto.

González Posse (2002) realiza un estudio sobre el desarrollo local, en el cual ve las disparidades en el grado de desarrollo relativo de las distintas regiones del interior en

relación a Montevideo, analiza las diferencias que pueden generar esta disparidad y plantea propuestas de política para corregir estas inequidades. Si bien este no es un trabajo que tenga como centro el tema de la productividad el mismo está presente en buena parte del documento, ya sea como elemento que sirve para explicar el rezago relativo de algunas regiones del país o en la medida que se logren incrementar dichos niveles como una forma de reducir los diferenciales de desarrollo relativo existente.

Existe también un trabajo del Banco Mundial (2008) que refiere al clima de inversión y las oportunidades. Dentro de este trabajo se analizan una serie bastante amplia de factores que pueden condicionar la inversión como ser la regulación, las características de las empresas o el mercado laboral; dentro del análisis de las empresas hay algunos énfasis importantes en el tema de la productividad que las mismas tienen y como realizar acciones que permitan incrementar los niveles de productividad como forma de asegurar la dinámica de largo plazo.

Pascale (2005), realiza un estudio para la industria manufacturera, donde analiza los factores de innovación e incorporación de conocimiento como forma de incrementar la productividad. Donde se concluye que las empresas que logran una mayor incorporación de conocimiento e innovaciones productivas son las que alcanzan mayores indicadores de productividad y por ende mayores posibilidades competitivas.

Un análisis de largo plazo para el sector textil y para los frigoríficos para el período 1930-2000 es el que realizan Camou y Moubriades (2002). Dentro de este período hay sub períodos completamente diferentes, donde se desarrollan modelos completamente distintos, en líneas generales el mejor desempeño industrial lo tienen durante el desarrollo del modelo ISI y los peores resultados durante el proceso de desindustrialización comenzada en los 70 y profundizada en los 90. En términos de productividad de estos sectores también podemos ver una evolución similar donde los momentos en los cuales el sector se expandía también se incrementaban sus niveles de productividad y en los momentos de retroceso la productividad caía; podemos encontrar en la industria frigorífica un estancamiento más temprano y una cierta recuperación en los últimos años que no está presente en la industria textil.

Por último citamos el trabajo de Azar y Fleitas (2010), que estudian el proceso de Industrialización Sustitutiva de Importaciones en el período 1930-1960 para Uruguay y lo comparan con Argentina, Brasil y Estados Unidos, investigan sobre las causantes del incremento de la productividad, por ello utilizan un análisis diferencial-estructural (shift-share), donde descomponen este incremento en incremento de productividad de cada rama y por otro lado el traslado de mano de obra desde sectores menos productivos a la industria.

Metodología.

A los efectos de poder llevar adelante la estrategia empírica que nos permita ver si existieron o no cambios estructurales, llevaremos adelante el proceso por Cecchetti, Flores-Lagunes y Krause (2005) que analiza cambios estructurales basados en series de tiempo. Para identificar los posibles cambios estructurales se utilizó la metodología de Bai y Perron (1998).

El método de Cecchetti, Flores-Lagunes y Krause (2005) plantea dos pasos: en primer lugar se estima un modelo simple de la serie; y en segundo lugar se realiza un análisis de los residuos para obtener información de la serie original.

De esta forma se estima un modelo autorregresivo de orden 1, AR(1) para las distintas series de productividad (la global y las de las respectivas clases de actividad):

$$y_t = \mu + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde y_t es la productividad del trabajo, μ es una constante, ρ es el coeficiente de persistencia del AR y ε es la innovación, que son independientes en el tiempo, aunque no necesariamente tienen que ser idénticamente distribuidas.

El modelo autorregresivo estimado incorpora los quiebres en los parámetros según la metodología de Bai y Perron (1998), esta posibilidad permite mejorar el modelo de series de tiempo haciendo que los residuos de las series originales representen mejor la

volatilidad de la variable en la medida que no están incluidos por cambios en la tendencia o el coeficiente de persistencia.

La serie estimada de residuos $\hat{\varepsilon}$ permite llevar adelante el estudio de la volatilidad de las series originales dado que se vinculan directamente al grado de incertidumbre. A partir de estos residuos se elabora un estimador insesgado y del desvío estándar de los residuos, para ello se utiliza la transformación de McConnell y Pérez Quiroz (2000) que consiste en estimar $\sqrt{\pi/2}|\hat{\varepsilon}_t|$ como indicador de volatilidad que sigue una distribución normal.

Una vez armada esta serie se buscan los posibles puntos de quiebres estructurales del modelo, que consiste en cambios en la volatilidad media de la serie de residuos. Para ello se elabora un modelo que tiene únicamente una constante:

$$\sqrt{\pi/2}|\hat{\varepsilon}_t| = \alpha + u_t$$

Donde α es una constante y u_t son las innovaciones en cada período que son independientes del tiempo.

Como la forma de medir la volatilidad de la serie se hizo a partir de la serie de residuos la existencia de quiebres en el parámetro α muestra alteraciones estructurales en la volatilidad media de las variables, en este caso el desvío estándar medio de los residuos.

El método de Bai y Perron (1998), consideran la posibilidad de cambios estructurales múltiples; los que estiman por mínimos cuadrados en base a un modelo lineal. Este tipo de estimaciones permite detectar tanto *cambios estructurales parciales* (cambian algunos de los parámetros) y *cambios estructurales puros* (cambian todos los parámetros).

Entonces planteamos una regresión lineal múltiple con m quiebres, por lo que permite diferenciar en (m+1) estados diferentes.

$$y_t = x_t' \beta + z_t' \delta_j + u_t \quad \text{con } t = T_{j-1}+1, \dots, T_j \text{ y } j = 1, \dots, m+1$$

Donde y_t se corresponde con las observaciones de la variable dependiente en cada período; $x_t (p * 1)$ y $z_t (q * 1)$ son vectores de variables explicativas o independientes; siendo β y δ_j los coeficientes correspondientes y u_t el error del modelo.

La ecuación anterior refleja un modelo de cambio estructural parcial dado que el parámetro β es independiente de los j regímenes diferentes, que hemos planteados y por ende permanecen incambiados a lo largo de toda la serie. Para representar un modelo de cambio estructural puro como el que queremos desarrollar en este trabajo, necesitamos que β sea cero y por ende que no queden parámetros estables a lo largo de todo el período. Por lo que sustituimos la ecuación anterior por la siguiente, que refleja la posibilidad únicamente de cambios estructurales puros.

$$y_t = z_t' \delta_j + u_t$$

Los puntos de quiebre en este modelo son tratados como desconocidos a los efectos de que se determinen de manera endógena; por lo que la resolución del modelo determina simultáneamente los parámetros δ_j y los puntos de quiebre. Una consideración interesante es que la varianza de las perturbaciones no necesita ser constante.

Como señalamos el modelo se estima por mínimos cuadrados, para cada partición m hay una estimación mínimo cuadrática asociada que determina el parámetro δ . Para la estimación de los puntos de quiebre se buscan las particiones T_i que minimizan la suma de los residuos entre todas las particiones posibles. En otro trabajo Bai y Perron (2003) presentan un desarrollo basado en programación dinámica donde se estiman los puntos de quiebre como minimizadores globales de la suma de los residuos; esta propuesta ya había sido formulada por Guthery (1974), Bellman y Roth (1969) y Fisher (1958).

Para desarrollar esto los autores toman T observaciones, por lo que queda determinado el número de segmentos máximo que se pueden obtener es $T(T+1)/2$. Luego se procede a la estimación de por mínimos cuadrados para cada uno de los segmentos, esta

estimación tiene asociado la suma de cuadrados de los residuos al cuadrado, donde la suma de cuadrados de los residuos globales es una combinación lineal de los resultados puntuales para cada uno de los resultados puntuales. El método de programación dinámica que se utiliza, puede ser vista, como una forma eficiente de elegir todas las combinaciones posibles.

En la práctica no todos los segmentos son relevantes ya que se exige que se exige una distancia mínima “h” entre cada quiebre, por lo que los segmentos de amplitud menor a h no serán considerados y además se debe tener en cuenta que están planteados encontrar m quiebres, también dejan de ser relevantes todos aquellos segmentos muy largos que abarquen más de un estado estructural.

Una vez que se tengan la suma de cuadrados de los residuos para cada uno de los sectores relevantes, se busca la combinación lineal que abarque a toda la muestra y de por resultado la menor suma de cuadrados de los residuos, para que de esta forma se convierta en un mínimo global. Este procedimiento se efectúa para poder llevar adelante una serie de test para poner a prueba el cambio estructural.

La propuesta de Bai y Perron emplea dos tipos de test para analizar los cambios estructurales: el primero de ellos denominados **supF** que considera como hipótesis nula la inexistencia de cambio estructural contra la existencia de k cambios estructurales; y el segundo test denominado **supF_{l(l+1/l)}** que toma como hipótesis nula de l quiebres estructurales contra la hipótesis alternativa de l+1 cambios estructurales.

El primero de los test (**supF**) considera como hipótesis nula la inexistencia de quiebres en la serie (**m=0**) contra una hipótesis alternativa de un número fijo de quiebres (**m=k**).

En primer lugar se toman (T₁, . . . , T_k) particiones, tal que T_i=[Tλ_i] (i=1, . . . , k), donde λ= T_i/T. Adicionalmente R es una matriz, tal que (Rδ)' = (δ'₁ - δ'₂, . . . , δ'_k - δ'_{k+1}).

Entonces el test queda definido para el modelo general:

$$F_l(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k; q) = \frac{1}{T} \left(\frac{T - (k+1)q - p}{kq} \right) \hat{\delta}' R' (R \hat{V}(\hat{\delta}) R')^{-1} R \hat{\delta}$$

Donde $\hat{V}(\hat{\delta})$ es la matriz de varianzas y covarianzas y $\hat{\delta}$ es la presencia de correlación serial y heteroedasticidad.

Siguiendo a Andrews (1993) minimizar la suma de cuadrados es equivalente a maximizar el test. Se concluye a favor de la hipótesis alternativa (existencia de \mathbf{K} quiebres estructurales) cuando la suma de cuadrados obtenida es significativamente más pequeña que la suma de residuos al cuadrado obtenida para el período completo. La distribución asintótica del test depende del tamaño mínimo de particiones. En el caso de un modelo de *cambio estructural puro* (el que se aplica en esta investigación), el test se simplifica al considerar que $p=0$ y no existe matriz X asociada.

Varias versiones pueden construirse dependiendo de los supuestos realizados sobre los datos, los errores entre segmentos y la estimación de $\hat{V}(\hat{\delta})$

En la construcción de los test, los autores imponen la restricción de que los regresores z_t tengan la misma distribución entre segmentos. Las distribuciones asintóticas y valores críticos presentados en Bai y Perron (1998) para $\varepsilon=0.05$ (con $\varepsilon=h/T$), toman valores de \mathbf{k} desde 1 a 9 y valores de \mathbf{q} desde 1 a 10. Cabe señalar que un valor tan pequeño de ε solo puede ser utilizado en el caso base en donde la distribución de los errores es homogénea entre segmentos y no existe correlación serial. Cuando la varianza de los errores es diferente entre segmentos o existe correlación serial debe ser usado un valor alto de ε . El código Gauss desarrollado por Perron aplicado en este trabajo genera estimaciones de valores críticos para $\varepsilon=0.1$, $\varepsilon=0.15$, $\varepsilon=0.2$ y $\varepsilon=0.25$. Las distribuciones asintóticas presentadas son únicamente válidas para el caso de datos sin tendencia. El caso de datos con tendencia es discutido en Bai (1999).

Señalamos la existencia de un segundo test que propone l quiebres estructurales contra la hipótesis de $l+1$ quiebres en los coeficientes del modelo. El método consiste en la aplicación de $l+1$ test donde la hipótesis nula es la inexistencia de cambios estructurales contra una hipótesis de un cambio simple, por lo que el test toma la misma forma que el test **supF** tomado $\mathbf{K}=1$. De esta forma, existen las mismas opciones respecto a la especificación de la distribución de los errores y datos entre segmentos.

Se concluye a favor de un modelo con $l+1$ quiebres si el mínimo valor de la suma de cuadrados de los residuos en todos los segmentos es significativamente más pequeño que la suma de cuadrados de los residuos en el modelo con l quiebres. Valores críticos asintóticos son provistos por Bai y Perron con un $\varepsilon=0,05$ y q desde 1 a 10. Valores críticos adicionales para $\varepsilon=0,1$, $\varepsilon=0,15$, $\varepsilon=0,2$ y $\varepsilon=0,25$ son obtenidos a partir del código Gauss utilizado.

A los efectos de poder estimar la existencia y el número de quiebres estructurales Bai y Perron (2003) recomiendan aplicar de forma combinada los dos test presentados. En primer lugar utilizar el test **supF** para determinar la existencia de quiebres, y luego, aplicar en forma secuencial el test **supF(l/l+1)** para estimar la cantidad de quiebres en el período. Ya que la sola aplicación del test **supF(l+1/l)** puede llevar a subestimar la existencia de quiebres. Si se concluye a favor de la existencia de al menos un quiebre, entonces elaboro un análisis secuencial aplicando el test **supF(l+1/l)**.

Para utilizar estos procedimientos para identificar cambios estructurales se necesita tener un criterio de información, dentro de estos predominan el de Yao (1988) que es un criterio de información bayesiano, mientras que Liu, Wu y Zidek (1997) sugiere una modificación del criterio Schwarz

Análisis de los datos.

El objeto de este trabajo fue ver que había ocurrido con la productividad física de la materia prima, por lo que nos propusimos en primera instancia elaborar una serie de productividad; para ello definimos la productividad como la relación entre el volumen físico que se producía en la industria sobre la cantidad de horas que se insumía para llevar adelante esa producción. De esta manera armamos la serie de productividad como el cociente entre el IVF y el ITH de la Industria Manufacturera.

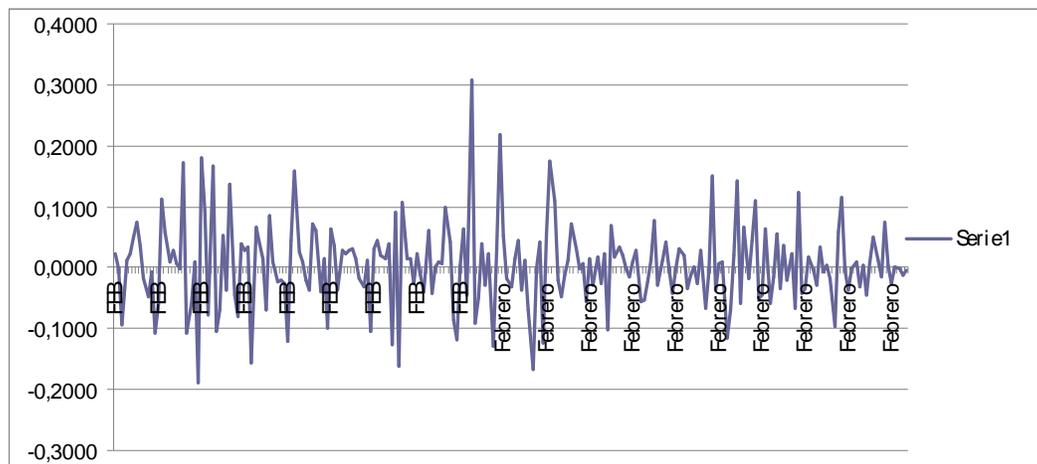
Estudiamos el período comprendido entre enero de 1993 hasta junio de 2001 con datos mensuales. Podemos ver que el IVF de junio de 2011 es un 77,49 % más alto que el de enero de 1993; mientras que la cantidad de horas empleadas en la industria medidas por el ITH se redujo en un 23,34 % en igual período. En el caso de la productividad esta

tuvo una variación del 280,22 %; que si bien resulta ser un crecimiento importante en el período la tasa de variación anual promedio resulta ser de un 7,56 %.

Lo que nos interesaba ver es si durante el período habían existido cambios estructurales en la tendencia de productividad, es decir si hubieron saltos productivos que llevaron a la productividad a romper la tendencia anterior y elevar los valores de productividad. Para ello se calculó la primera diferencia del logaritmo neperiano de la serie de productividad.

Primera Diferencia del LN de la Productividad para la Industria Manufacturera.

Enero 1993 – Junio 2011



Elaboración Propia.

Podemos ver que la serie de primeras diferencias tiene un comportamiento bastante estacionario, lo que llevaría a pensar que no existieron cambios estructurales en el período. Realizando los test de cambio estructural que planteamos en la metodología se puede corroborar que no existieron cambios estructurales en la serie, ni en la constante que reflejaría cambios en la productividad media ni en el AR implicaría cambio en la persistencia de los shocks (dicho test se presenta en el anexo II).

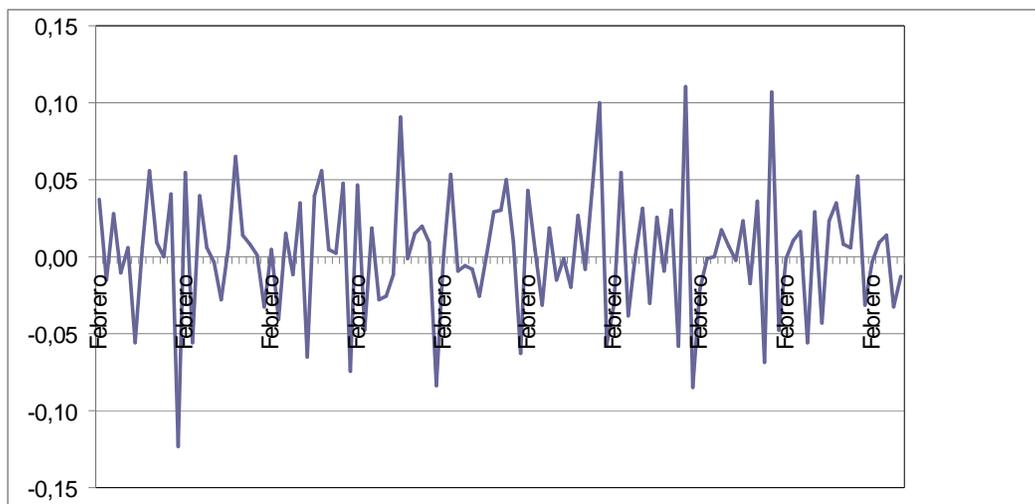
Después se plantearon las mismas consideraciones para la Industria Manufacturera sin la refinería y para las diferentes clases de actividad para lo que se usó la CIU 3 Revisión a 2 dígitos. Para dicho estudio se estudió el período que va desde enero de 2002 a junio de 2011; no se pudo utilizar el mismo período que para el caso anterior ya que en el 2002 se procesó un cambio en la codificación de los sectores de actividad por

lo que los datos anteriores a esta fecha están clasificado en la CIU 2 Revisión, al no ser la compatibilidad completa entre ambas nos quedarían pocos sectores para llevar adelante dicho análisis.

En primera instancia armamos la serie para toda la Industria sin tener en cuenta la Refinería, donde podemos ver nuevamente un comportamiento bastante estacionario. Se realizaron nuevamente los test correspondientes a la existencia de cambio estructural y no se detectó la existencia de los mismos.

Primera Diferencia del LN para la Industria Manufacturera sin refinería.

Enero 2002 – Junio 2011



Elaboración Propia.

Cuando vamos al análisis por clase de actividad vemos que en la mayoría de os casos tampoco se presentan cambios estructurales, siendo raras las excepciones donde se procesan dichos cambios. En particular la División 15 *Elaboración de productos alimenticios y bebidas*; la División 16 *Elaboración de productos de Tabaco*; División 17 *Fabricación de productos textiles*; División 18 *Fabricación de prendas de vestir y teñidos de pieles*; División 19 *Curtiembres y talleres de acabado*; División 20 *Producción de madera y productos de madera, excepto muebles*; División 22 *Actividades de encuadernación, impresión, edición y reproducción de grabaciones*; División 24 *fabricación de sustancias y productos químicos*; División 25 *Fabricación de productos de caucho y plástico*; División 26 División 29 *Construcción de*

maquinaria excepto maquinaria eléctrica; División 31 fabricación de maquinaria y equipos electrónicos;

La División 21 que refiere a *Fabricación de papel y productos de papel* muestra un cambio estructural ocurrido en el valor 73 que se corresponde con marzo de 2008, por lo que a partir de dicha fecha se procesa un salto hacia arriba en la productividad física de la mano de obra.

También se procesan cambios estructurales en la División 23 referida a *Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón* que presenta dos cambios estructurales en los meses de marzo y abril de 2009; aunque este es significativo únicamente a un nivel del 10%.

Conclusiones.

Hemos tratado de analizar cual ha sido la evolución de la productividad de la mano de obra y ver si se procesaban saltos en la misma que hubieran significado un incremento significativo de la productividad del factor trabajo.

El análisis de la productividad reviste una importancia significativa como determinante de otros fenómenos como ser la competitividad de las empresas, el crecimiento económico, etc. En particular la vinculación de la productividad con la tasa de crecimiento se arrastra desde el modelo Solow en adelante, en particular resulta importante ver si la dinámica de crecimiento de una economía se debe a acumulación de factores (capital y trabajo) o a un incremento en la productividad total de los factores.

En el caso que hemos estudiado podemos comprobar que la industria manufacturera en los últimos años no ha variado significativamente el nivel de productividad de su mano de obra y los lugares donde se producen variaciones estructurales son sectores puntuales y no es una tendencia generalizada.

Esto no quiere decir que la productividad del trabajo haya permanecido estancada, sino que viene creciendo con una determinada tendencia pero no ha sufrido shocks positivos de productividad que impliquen una mejora en el rendimiento efectivo realizado. Esto lo podemos ver ya que los resultados de las series que nos dan estacionarias son las primeras diferencias del logaritmo neperiano de la productividad.

Por lo tanto no encontramos evidencia de que la productividad se haya modificado sustancialmente, por lo que este no sería un factor determinante a la hora de explicar las tasas de crecimiento de la economía, sino que habría que buscar las causas del crecimiento en la acumulación de factores.

Bibliografía.

- Andrews, D. (1993): “*Tests for parameter instability and structural change with unknown change point*”. *Econometrica* 61.
- Azar, P y Fleitas, S (2010): “*Productividad y cambios en la estructura del empleo industrial: Uruguay en perspectiva comparada 1930-1960*”. VII Jornadas de Historia Económica. Asociación Uruguaya de Historia Económica.
- Bai, J y Perron, P (1998): “*Estimating and testing linear model with multiple structural change*” *Econometrica* 66.
- Bai, J. y Perron, P. (2003): “*Computation and analysis of multiple structural change models*”, *Journal of Applied Econometrics*, 18.
- Banco Mundial (2008): “*Uruguay clima de inversión: retos y oportunidades*”. Unidad de Finanzas y Sector Privado; Unidad de Reducción de la Pobreza y Gestión Económica; Región de América Latina y el Caribe. Enero de 2008.
- Bellman R y Roth R. (1969): “*Curve fitting by segmented straight lines*”. *Journal of the American Statistical Association* 64.
- Camou, M y Moubrigades, S (2002): “*El desafío de la productividad de la industria tradicional uruguaya*”. Proyecto: .Viejos y nuevos paradigmas en la Industria Manufacturera Uruguay del Siglo XX. Una mirada desde la industria

textil y la industria frigorífica. Comisión Sectorial Científica de la Universidad de la República (CSIC).

- Cecchetti S.G, Flores-Lagunes, A. y Krause, S. (2005): “*Sources of Changes in the Volatility of Real Growth*,” en C. Kent y D. Norman (eds.), *The Changing Nature of the Business Cycle*, Presentado en la conferencia realizada en el H.C. Coombs Centre for Financial Studies, Reserve Bank of Australia.
- Fisher, W.D. (1958): “*On grouping for maximum homogeneity*”. Journal of the American Statistical Association 53.
- Galeano, M.E, Amarilla, P, Parra, G (2007): “*Productividad científica del Paraguay en el área de biomedicina: un análisis bibliométrico*”. Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud, Vol. 5 Junio 2007.
- González Posse, E (2002): “*El desarrollo local en Uruguay: análisis y potencialidades*”. Documento de Trabajo de Rectorado N°17, agosto 2002. Universidad de la República.
- Guthery, S (1974): “*Partition regression*”. Journal of the American Statistical Association 69.
- Hiba, J.C. (1997): “*Capacitación empresarial para mejorar las condiciones y medio ambiente de las condiciones de trabajo de pequeñas y medianas empresas*”. Boletín Cinterfor N°138 enero-marzo 1997.
- Lanteri, L (2003): “*Productividad, desarrollo tecnológico y eficiencia. La propuesta de los Índices Malquist*”.
- Liu, J. Wu, S. Zidek, J.V. (1997): “*On segmented multivariate regressions*”. Statistica Sinica 7.
- Lugones, G, Gutti, P y Le Clech, N (2007): “*Indicadores de Capacidades Tecnológicas en América Latina*” Serie de Estudios y Perspectivas CEPAL, Mexico.
- Luna González, Cock, Palma, Díaz y Moreno (1995): “*Análisis de la Productividad de la Agroindustria Azucarera de Colombia y sus posibilidades de aumentarla*”. Servicio de Análisis Económico CENICANA, Cali, Colombia.
- McConnell, M.M. y Perez-Quiros (2000): “*Output fluctuations in the United States: what has changed since the early 1980s?*”, American Economic Review, 90.
- Melo, O, Soetto C, y Gómez Demel, A (2008): “*Análisis de la ganadería de carne de la ganadería bovina de Argentina*”. Producir XXI

- Ministerio de Agricultura OGPA-DGPA (2003): “*Plan estratégico de la cadena de productos lácteos*”. Perú.
- Pascale, R, (2005): “*Gestión del conocimiento, innovación y productividad. Exploración del caso de la Industria Manufacturera Uruguaya*”. Trabajos de Doctorado DT05-009. Internet Interdisciplinary Institute. IN3- UOC.
- Villegas, L (1997): “*Factores determinantes de la productividad de fincas en pastoreo: análisis de casos*”. Costa Rica.
- Yao, Y. (1988): “*Estimating the number of change-points via Schwarz’ criterion*”. Statistics and Probability Letters 6.
- Zunino, G. (2009): “*Volatilidad del Producto y la inflación en Uruguay: ¿Cuál fue el rol de la política monetaria*”. Monografía UDELAR, Facultad Ciencias Económicas y Administración

Organiza:
Comisión de Investigación Científica



Apoya:

