

Nº 359

Octubre 2009



Documento de Trabajo

ISSN (edición impresa) **0716-7334**

ISSN (edición electrónica) **0717-7593**

Determinantes de la Productividad Total de Factores en Paraguay: ¿Factores de Corto o Largo Plazo?

Juan Eduardo Coeymans

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
INSTITUTO DE ECONOMIA

Oficina de Publicaciones
Casilla 76, Correo 17, Santiago
www.economia.puc.cl

**DETERMINANTES DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES EN
PARAGUAY:
¿FACTORES DE CORTO O LARGO PLAZO?**

Juan Eduardo Coeymans*

Documento de Trabajo N° 359

Santiago, Octubre 2009

*coeymans@facepuc.cl

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. CONSIDERACIONES SOBRE LA FUNCIÓN DE PRODUCTIVIDAD AGREGADA	4
2.1 La función de productividad y la contabilidad del crecimiento	4
2.2 ¿Qué hay detrás del componente cíclico de la PTF?	7
2.3 El componente permanente	9
3. EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN PARAGUAY Y SUS FUENTES	10
4. EL MODELO ECONOMETRICO DE PRODUCTIVIDAD	24
5. LOS RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN	27
6. CONCLUSIONES PRINCIPALES DEL MODELO DE PRODUCTIVIDAD	35
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

Determinantes de la Productividad Total de Factores en Paraguay: ¿Factores de Corto o Largo Plazo?

Juan Eduardo Coeymans*

Octubre 2009

* Este artículo forma parte de un proyecto sobre crecimiento en Paraguay y ha contado con financiamiento del Programa de Fortalecimiento de la SSEEI del Ministerio de Hacienda de Paraguay. Agradezco la estrecha colaboración de Elisa Vera Ortiz y los comentarios de José Velastiqui, Humberto Colman y economistas del Ministerio de Hacienda de Paraguay que asistieron al seminario dado en esa institución.

La Productividad Total de Factores en Paraguay: ¿Factores de Corto o Largo Plazo?

Juan Eduardo Coeymans¹

1. Introducción

La economía de Paraguay ha sufrido un grave estancamiento en su crecimiento desde que se terminaron las inversiones en Itaipú. La gravedad de la situación queda bien ilustrada por el hecho de que su ingreso per cápita en 2007 era prácticamente el mismo que en 1980. Resulta interesante desentrañar la importancia que tienen las distintas fuentes del crecimiento en este desempeño, ya que ello puede ser útil para orientar las prioridades de futuras políticas de desarrollo.

La primera pregunta que se plantea este trabajo es si este pobre desempeño se debe a un problema de acumulación de factores productivos o a un problema de productividad. Si es esto último, surge la pregunta de si es un problema de carácter permanente o transitorio. La respuesta a estas preguntas es crucial para la proyección del crecimiento en el largo plazo.

Para contestar la primera pregunta se realiza un análisis de fuentes de crecimiento. Para contestar la segunda se especifica y estima una función de productividad de los factores o “función de producción agregada”, la que sirve para determinar el producto en función del empleo de trabajo y del stock de capital. Para separar los factores transitorios de los permanentes, en la modelación de esta función de la productividad se supone que la productividad tiene movimientos de carácter cíclico y movimientos de largo plazo o de tendencia. Los movimientos de carácter cíclico son originados básicamente por cambios en la utilización de los factores productivos, los cuales responden a movimientos en la demanda agregada, en presencia de rigideces de precios de corto plazo en el mercado de bienes, y a movimientos de la tasa de interés que afectan el costo financiero y

¹ Este trabajo contó con la estrecha colaboración de Elisa Vera Ortiz. Agradezco los comentarios de José Velastiqui, Humberto Colman y economistas del Ministerio de Hacienda de Paraguay que asistieron al seminario dado en esa institución.

disponibilidad del capital de trabajo. La demanda agregada es determinada a su vez por la tasa de interés y por shocks de términos de intercambio.

Del análisis de la función de productividad y de cómo han evolucionado sus componentes, se desprende que el bajo crecimiento de la economía de Paraguay, desde que se terminó la construcción de la represa de Itaipú, se explica en gran medida por el crecimiento negativo de la productividad total de los factores, cuyo promedio anual ha sido -0.77% en el período 1983-2007, es decir, casi un punto porcentual.

Al analizar la evolución de la productividad total de los factores, controlando por las variables que afectan su componente cíclico, sin embargo, se encuentra que su crecimiento no habría sido diferente de cero. Así, el decrecimiento observado de la productividad total se explicaría por el componente cíclico, el cual se ha visto adversamente afectado por los movimientos de la tasa de interés y de los términos de intercambio.

El modelo de productividad utilizado en este trabajo se puede integrar con modelos de inversión en capital físico y del empleo-desempleo, lo que permitiría completar un modelo de crecimiento de oferta agregada. Esta tarea se deja para otro trabajo.

En la sección siguiente se describen los elementos teóricos básicos sobre la función de productividad. Luego se realiza una contabilidad del crecimiento a nivel agregado en términos de sus fuentes, esto es, inversión física, crecimiento del empleo y crecimiento de la productividad total de los factores y se presentan algunos antecedentes históricos. Posteriormente, se describen los resultados de las estimaciones econométricas de la función de productividad, estimada con datos anuales. En la última sección se presentan las conclusiones principales de trabajo.

2. Consideraciones sobre la función de productividad agregada

2.1. La función de productividad y la contabilidad del crecimiento

La función de productividad agregada establece la relación existente entre el producto interno bruto y sus determinantes, los que en forma agregada son el stock de capital agregado, el nivel de empleo agregado y la productividad total de estos factores o PTF.

Es usual suponer en los análisis a nivel microeconómico que la relación entre producto e insumos es una función de producción de carácter tecnológico. A nivel agregado, sin embargo, la relación entre el producto interno bruto de una economía (PIB) y los factores productivos que lo generan (capital y trabajo) no puede considerarse como una relación tecnológica, independiente del entorno económico. Dicho entorno está condicionado por variables económicas e instituciones que determinan la composición del producto (la que, al variar, altera la productividad agregada, aunque en ninguno de los sectores cambie la productividad), la calidad del trabajo y de los bienes de capital, la intensidad o grado de utilización con que se emplean los factores productivos contratados a nivel de cada empresa, la eficiencia en la asignación de recursos entre distintas actividades y en el empleo de recursos a nivel de cada unidad productiva y la incorporación de nuevas tecnologías o “formas de hacer las cosas”. Así, se puede decir que el producto de una economía depende de los factores productivos y de otras variables que afectan la productividad total de esos factores (PTF), lo que se puede representar como:

$$Y = F(K, L, Z) \quad (1)$$

donde, Y es el producto o PIB, K es el stock de capital, L es el nivel de empleo contratado y Z es el conjunto de otras variables que determinan la productividad total de factores.

Es razonable suponer, a menos que exista evidencia de lo contrario, que la función (1) cumple con las condiciones de una función de producción de tipo neoclásico (especialmente, productividades marginales decrecientes de los factores productivos, homogeneidad de grado uno en los factores capital y trabajo), pero este cumplimiento es

condicional a valores constantes del conjunto de variables representadas por Z . Cuando se ignora la presencia de Z y se estima una función de productividad como si fuera una relación tecnológica entre el producto y los factores productivos, se comete un serio error de especificación que puede introducir sesgos importantes en los estimadores. Aunque se incorpore una tendencia para representar el “cambio técnico” y se usen sofisticadas formas funcionales, cuando se omite el conjunto Z , los resultados empíricos suelen contradecir significativamente los supuestos neoclásicos; en más de algún caso se sacan conclusiones erróneas sobre los retornos a escala o sobre las elasticidades de producción.²

La función de productividad es el insumo clave para el análisis de las fuentes del crecimiento. Obteniendo el diferencial logarítmico de (1) y dividiendo por dt , se desprende que la tasa de crecimiento está determinada por:

$$\frac{d\ln Y}{dt} = \varepsilon_K \left[\frac{d\ln K}{dt} \right] + \varepsilon_L \left[\frac{d\ln L}{dt} \right] + m \quad (2)$$

donde, ε_K y ε_L son las elasticidades de producción del capital y el trabajo y “ m ” es el efecto sobre la tasa de crecimiento del conjunto de variables representado por Z . Las elasticidades de producción no necesariamente son constantes; sólo lo son en el caso de que la “tecnología” agregada correspondiera a una función Cobb-Douglas.

De la ecuación (2) se puede ver que el crecimiento del producto (medido por el Producto Interno Bruto) se puede atribuir “contablemente” al crecimiento de los factores productivos contratados, capital y empleo y a “ m ”, que mide el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF). El valor de “ m ” es aquel crecimiento del producto que ocurriría por los cambios de Z , manteniendo constantes a los factores productivos contratados.

² Una discusión más profunda sobre este tema se puede ver en Coeymans y Mundlak, (1993) y en Coeymans (1999).

El conjunto de variables Z representa varios elementos. El primero se refiere a la utilización de los factores productivos. Como no están disponibles mediciones confiables de los servicios del capital y del empleo³, para el análisis empírico suele usarse como variables explicativas al stock de capital instalado y al empleo contratado, lo que significa que la productividad total de los factores así medida depende de los grados de utilización de estos factores. Un segundo elemento se refiere a las calidades de los factores productivos, las cuales varían a través del tiempo. La del capital aumenta por los avances tecnológicos que se van incorporando al proceso productivo y la del trabajo aumenta con la educación, entrenamiento, etc. Hay un sin número de efectos adicionales que determinan la productividad que las representamos en el vector Z^0 . Así, la función de productividad dependiente de los factores productivos medidos se puede plantear como:

$$Y = F(\mu_K \beta_K K; \mu_L \beta_L L; Z^0) \quad (3)$$

donde, μ_K es la tasa de utilización del stock de capital (depende de horas de uso e intensidad de uso por hora); μ_L es la tasa de utilización del empleo contratado (depende de horas de trabajo e intensidad del esfuerzo por hora); β_K es la calidad del capital (la que va creciendo a través del tiempo por el avance tecnológico); β_L es la calidad del trabajo (depende del nivel de educación, experiencia, entrenamiento, hábitos de trabajo, etc.) y Z^0 son otros factores que afectan la productividad (calidad de las organizaciones, nivel tecnológico propiamente tal, eficiencia en asignación de recursos tanto a nivel micro como sectorial).

Sacando el diferencial logarítmico de (3) y dividiendo por dt , la tasa de crecimiento del producto por unidad de tiempo se puede representar como:

$$\frac{d \ln Y}{dt} = e_K \left[\frac{d \ln \mu_K}{dt} + \frac{d \ln \beta_K}{dt} + \frac{d \ln K}{dt} \right] + e_L \left[\frac{d \ln \mu_L}{dt} + \frac{d \ln \beta_L}{dt} + \frac{d \ln L}{dt} \right] + \delta' \frac{d \ln Z^0}{dt} \quad (4)$$

donde δ' es el vector transpuesto de elasticidades respecto a las variables incluidas en Z^0 .

³ A nivel desagregado se ha pretendido medir los servicios del capital como el stock de capital multiplicado por una "tasa de utilización", donde ésta se obtiene del porcentaje de energía eléctrica utilizado respecto al potencial instalado. Dicho procedimiento puede ser útil en estudios a nivel microeconómico y sobre actividades en que hay una relación directa entre consumo eléctrico y producción, pero es un procedimiento cuestionable a nivel agregado.

La ecuación (4) permite visualizar lo que hay detrás de “ m ”. Se puede ver que los cambios de la PTF responden a movimientos en la utilización de los factores (μ_K y μ_L), a variaciones en su calidad (β_K y β_L) y a múltiples factores adicionales representados por variaciones de Z^O .

Desde otro punto de vista, el crecimiento de la PTF se puede descomponer en efectos cíclicos y efectos tendenciales o permanentes. Los cambios en las tasas de utilización de los factores (μ_K y μ_L) son primordialmente de carácter cíclico, aunque también pueden tener un componente permanente, por ejemplo, cuando se disminuye la jornada laboral en forma permanente. Por otro lado, los cambios en las calidades de los factores y la mayoría de los efectos representados por Z^O son de carácter más permanente. Por lo tanto, la tasa de crecimiento del producto se puede representar como:

$$\frac{d\ln Y}{dt} = \varepsilon_K \left[\frac{d\ln K}{dt} \right] + \varepsilon_L \left[\frac{d\ln L}{dt} \right] + m^c + m^p \quad (5)$$

donde, m^c representa el componente cíclico y m^p el tendencial o permanente.

2.2 ¿Qué hay detrás del componente cíclico de la PTF?

El componente cíclico de la productividad está muy asociado a la utilización de los factores productivos, lo que a su vez está determinado por cambios transitorios en la demanda agregada y en las condiciones de crédito y liquidez para financiar el capital de trabajo. El punto clave es que durante el ciclo, por ejemplo, en una recesión, no sólo se afectan la inversión y las contrataciones de trabajo, sino que parte importante del ajuste de producción se hace a través de cambios en la utilización de los factores contratados (cambios en μ_K y μ_L). Así, durante una recesión, la menor demanda o las dificultades de liquidez frenan la inversión y el crecimiento del capital, pero difícilmente se traducen en una venta de activos y, menos aún, cuando el análisis es a nivel agregado. El ajuste principal de los servicios del capital se produce a través de un menor número de horas o menor intensidad de uso, lo que

queda recogido en “ m^c ”. Algo similar ocurre con el trabajo. En una recesión no todos los trabajadores tienen la misma probabilidad de ser despedidos. Usualmente se despide primero a los trabajadores relativamente menos calificados y con menor capital humano específico a la empresa, manteniéndose buena parte del resto, ya que de lo contrario se incurriría en un exceso de costos de información y reclutamiento en la fase de recuperación del ciclo. Los trabajadores que siguen contratados durante la fase recesiva trabajan menos horas en promedio o lo hacen con una menor intensidad o esfuerzo. Este efecto parece dominar al de composición de los trabajadores derivado del hecho de que los trabajadores que permanecen en la empresa tienen mayor capital humano que los que son despedidos.

En consecuencia, es la tercera fuente “ m ”, a través de su componente cíclico “ m^c ”, la que absorbe una proporción importante de la disminución del producto. En las fases de recuperación también suele observarse aumentos en las tasas de utilización de los factores productivos.

Cabe señalar que la importancia de las variaciones de las contrataciones de empleo (L) versus variaciones en su utilización (μ_L) depende fuertemente de la institucionalidad laboral. En sectores o economías donde predomina la libre entrada y donde los trabajadores no tienen conocimientos específicos relativamente costosos de adquirir, el ajuste del empleo puede ser mucho más importante que en economías que no presentan estas características.

Entre los factores que generan los ciclos de las economías en desarrollo, los *shocks* externos ocupan un papel muy destacado. Estos *shocks* provienen principalmente de caídas en los términos de intercambio y de fugas exógenas de capitales en países fuertemente endeudados, normalmente acompañadas de aumentos en las tasas de interés internacionales. En general, estos *shocks* generan caídas abruptas en el gasto interno y en la demanda agregada lo que, ante inflexibilidades a la baja en los precios de bienes y trabajo, genera caídas de producción y ajustes vía utilización de los factores. Entre los canales de transmisión más importantes de los *shocks* externos hacia la caída del gasto interno, del producto y la productividad, debe destacarse la expectativa de un ajuste macro futuro

necesario para enfrentar el deterioro de las cuentas externas o las presiones inflacionarias derivadas de alzas del tipo de cambio que acompañan a estos fenómenos. Así, estas expectativas llevan al sector privado a ajustar sus planes de producción (e inversión). Estas reacciones también se ven reforzadas por políticas fiscales y monetarias, las cuales en la mayoría de los países en desarrollo suelen ser pro-cíclicas.

Debe considerarse que no todo es un fenómeno de demanda. En general, las recesiones o los frenos abruptos al crecimiento van acompañados por aumentos en el riesgo de los créditos y restricciones de liquidez y de crédito que dificultan el financiamiento de capital de trabajo y obliga a las empresas a modificar sus planes de producción (y de inversión). Esto se ve agravado cuando las devaluaciones afectan negativamente el valor de las garantías en el sector financiero, lo cual puede precipitar una crisis de este sector, deteriorándose aún más las condiciones de crédito para el sector productivo.

2.3 El componente permanente

Detrás de este componente están todos los factores que determinan la tendencia a mediano y largo plazo de la PTF. Hay algunos que son exógenos, que “caen como maná del cielo” y otros endógenos, que dependen de las instituciones y políticas que se adopten. Estos factores de largo plazo son los que explican el nivel y evolución de la calidad del capital humano (β_L), mejoras en los bienes de capital (β_K), mejoras en la eficiencia en asignación y organización de recursos a nivel de la empresa y a nivel macro; en resumen, incorporación de nuevas tecnologías y nuevas “formas de hacer las cosas,” en general.

Elevar la productividad a través de varios de estos determinantes supone costos y en ese sentido un entorno favorable para la inversión en general (en cuanto a riesgo, tasas de interés, expectativas futuras de crecimiento, facilidades para crear y cerrar empresas, etc.) puede incidir favorablemente en la implementación de innovaciones que eleven la productividad, sea porque estas innovaciones van incorporadas en los bienes de capital o porque los gastos a incurrir en estas innovaciones, no necesariamente registrados como inversión en cuentas nacionales, son evaluados con consideraciones similares a un proyecto de inversión.

Lo señalado en el párrafo anterior significa que el “componente permanente” de la productividad puede verse afectado por el ciclo, sin embargo, estos cambios del nivel de la productividad permanecen después que haya pasado la fase expansiva. Así, en períodos de expansión, cuando sube la rentabilidad de los negocios, tiende a subir el componente permanente de la productividad debido a que la mayor inversión traerá bienes de capital más modernos y la mayor liquidez de las empresas (y los mayores ingresos de los gobiernos), durante la fase expansiva, permitirá incurrir en los gastos asociados a las innovaciones que mejoran la calidad del capital humano y la eficiencia de la organización (por ejemplo, mayores ingresos para financiar capacitación y educación, para implementar nuevas prácticas al interior de la empresa, para abrir nuevos mercados, etc). El efecto de mayor liquidez es especialmente importante cuando los mercados de capitales están débilmente desarrollados, lo cual es una característica que tienen varios países de la región.

3. El crecimiento económico en Paraguay y sus fuentes

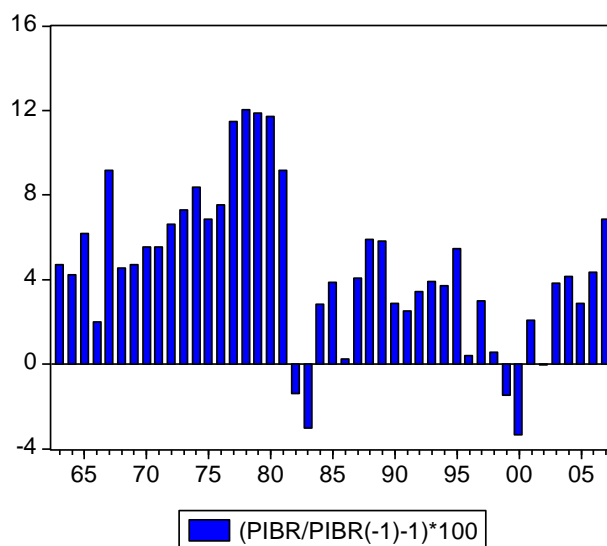
En el gráfico 1 se puede observar la evolución de la tasa de crecimiento de la economía paraguaya, en el que se pueden distinguir etapas bien diferentes. En el período transcurrido entre 1963 y 1981, se observan tasas de crecimiento muy altas, alcanzando un promedio de 7%. Esto revela el potencial de esa economía, siempre que existan buenas políticas económicas (y algo de fortuna). En los años 1982 y 1983, cuando coinciden dos hechos importantes, la caída en la inversión derivada del término de la obra de Itaipú y la crisis de la deuda en Latino América, la economía paraguaya presenta tasas negativas de crecimiento de -1.5 y -3.1%, respectivamente. Entre 1984 y 1995, se presentan tasas de crecimiento positivas, pero mucho más bajas que las que se observaron en los 60 y los 70. La tasa promedio de este período fue de 3.6%. Desde 1996 hasta el 2002 se presentan tasas de crecimiento muy bajas o negativas, promediando en el periodo 0.1% de crecimiento. A partir del 2003 la economía se recupera, volviendo a mostrar tasas positivas con un promedio de 4.3%.

En el gráfico 2 se puede observar las evoluciones del ingreso per cápita desde 1962, medidos en guaraníes constantes de 1994. Como se puede observar, la economía paraguaya

se ha estancado a partir de la década de 1980 y el ingreso per cápita de la población ha oscilado en los últimos 30 años sin subir del nivel alcanzado a principios de los 80.

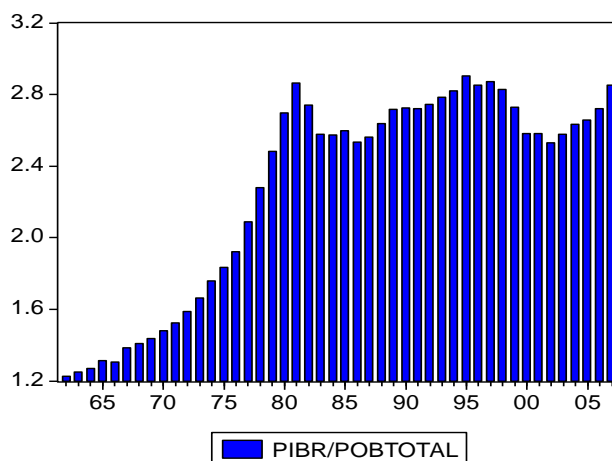
Las debilidades institucionales, la incertidumbre, la informalidad, son razones que se han dado para explicar el estancamiento, además de problemas estructurales de la producción basada en pocos productos primarios, con baja sofisticación y avance tecnológico (“con bajo valor agregado”) (Borda, 2007). Sin embargo, esas razones pueden explicar un bajo crecimiento por muchas décadas, pero no el que una economía que durante muchos años fue muy pujante, a partir de los ochenta pase a estancarse, ya que los mencionados factores no debieran haber cambiado justo a partir de 1982, cuando empieza el bajo crecimiento de largo plazo. Es necesario buscar causas que hayan tenido un cambio radical a partir de los ochenta. Como primer paso de esa tarea se hace un análisis de fuentes de crecimiento, el cual se desarrolla sólo para el período 1983-2007, debido a la disponibilidad de datos de empleo.

Gráfico 1
Tasa de Crecimiento Anual en % del Producto Interno Bruto
a Precios Constantes de 1994 (1962-2007)



Fuente: Elaboración Propia en función a datos del Banco Central del Paraguay

Gráfico 2
Evolución del Ingreso Per Cápita
en Millones de Guaraníes Constantes de 1994 (1962-2007)



Fuente: Elaboración propia en función a datos del Banco Central de del Paraguay y de la DGEEC.

Un gráfico con los datos del producto medio y de la razón producto capital para cada año es muy revelador para examinar la evolución de la productividad total de los factores, sin necesidad de recurrir todavía a una estimación econométrica⁴. Bajo el supuesto de retornos constantes a escala, la función de productividad se puede escribir como una función donde el producto medio depende de la razón capital trabajo y de Z . Usando logaritmos se pueden dibujar las distintas observaciones del logaritmo del producto medio (eje de las ordenadas) en función del logaritmo de la razón capital trabajo (eje de las abscisas) para los diferentes años. Si la función de productividad tuviera la forma de una Cobb-Douglas, sin cambio técnico (Z constante), las observaciones correspondientes a distintos años debieran yacer sobre una línea recta.

Ahora bien, partiendo de cualquier punto (o año), imagínese que se traza un eje horizontal y uno vertical, dividiendo el espacio en cuatro cuadrantes, I (noreste), II (noroeste), III (suroeste) y IV (sureste). La dirección de lo movimientos a partir de una determinada observación (año) puede ser muy revelador respecto a lo que está ocurriendo con la productividad total de los factores. Si de un año para otro la economía no experimenta

⁴ La serie del stock de capital y del empleo fueron construidas de acuerdo a las metodologías descritas en el anexo.

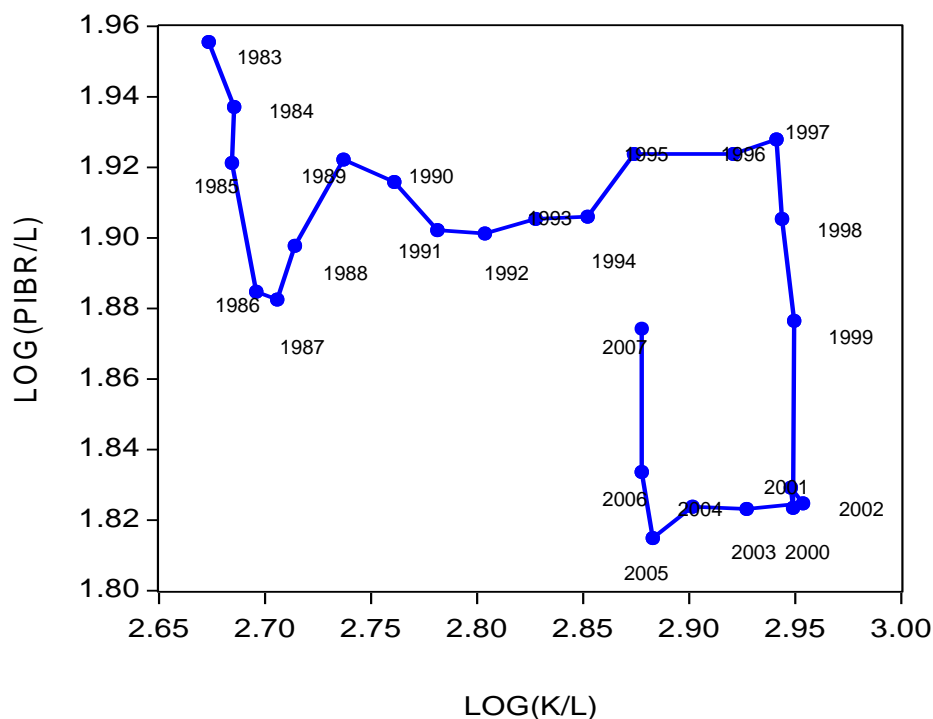
cambio alguno en la función de productividad subyacente, existen dos tipos de movimientos posibles: si se intensifica la razón capital trabajo, el cambio debiera ser desde el centro de los cuatro cuadrantes hacia el cuadrante I, y si cae la razón capital trabajo, el movimiento debiera ser hacia el cuadrante III. Mientras más vertical sea el movimiento, mayor debiera ser la elasticidad de producción del capital.

Por otro lado, si hay un cambio técnico positivo, el movimiento podrá ser: hacia el cuadrante I (más producto por trabajador y más capital por trabajador), pero más al norte que en el caso anterior; o hacia el cuadrante II (más producto por trabajador con menos capital por trabajador); o un movimiento hacia el norte (más producto por trabajador con el mismo capital por trabajador), o hacia el oeste (mismo producto por trabajador con menos capital por trabajador). En cambio, los movimientos hacia el cuadrante IV (menos producto por trabajador con más capital por trabajador), o hacia el sur (menos producto por trabajador con la misma cantidad de capital por trabajador), o hacia el este (mismo producto con más capital por trabajador), son señales concluyentes de un cambio técnico negativo o caída en la PTF. Es concluyente en cuanto a que no depende de la existencia de errores en el estimador de la elasticidad de producción. Esa es la ventaja de este indicador respecto a la medición de la PTF condicional a una determinada elasticidad de producción del capital.

El Gráfico 3 es muy elocuente para representar el drama de la economía de Paraguay en cuanto a la productividad y también ilustra a priori las dificultades para la estimación de una función de productividad en la forma más usual. En efecto, a partir de 1983 y hasta 1987, el movimiento es hacia el cuadrante IV, lo que correspondería a un cambio técnico negativo. Entre 1988 y 1989 hay una recuperación de la productividad, pero que no alcanza a llegar a los niveles de 1983. En 1990 y 1991 hay otra baja clara en la productividad total. A partir de 1992 hasta 1997, ocurre un movimiento hacia el noreste, con un aumento en la productividad media del trabajo y, muy probablemente, una baja en la productividad total, ya que lo contrario exigiría un valor de la elasticidad de producción del capital demasiado bajo. A partir de este año y hasta 2002 hay un movimiento hacia el sur, lo que implicaría una fuerte caída de la productividad media y total. Entre 2002 y 2005, hay un movimiento

hacia el suroeste, muy probablemente implicando un aumento en la productividad, considerando la baja pendiente del movimiento. En los años 2006 y 2007 la economía se mueve hacia el norte, revelando un claro aumento de la productividad total. Cabe destacar que en el año 2007 la productividad total de los factores era inferior a la observada en 1983. Este resultado es coincidente con estudios anteriores, donde también se ha observado una tendencia negativa de la productividad total de los factores. Así, Fernández y Monge (2004), en todas sus regresiones de productividad, salvo en una que arroja una elasticidad de producción negativa para el capital en construcción y otra en que obtienen rendimientos decrecientes a escala, encuentran un efecto negativo para la tendencia, lo que se puede interpretar como un crecimiento negativo de la productividad. Cabe hacer notar que sus datos de capital fueron construidos con tasas de depreciación muy superiores a las usadas en este estudio.

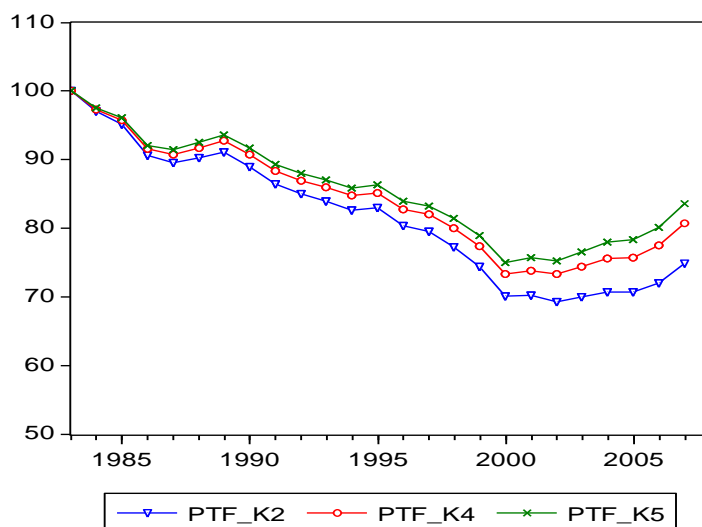
Gráfico 3
Relación entre el Producto Medio del trabajo y la Razón
Capital Trabajo (1983-2007)



Fuente: Elaboración propia en función a datos del Banco Central del Paraguay y datos de empleo y stock de capital construidos según metodología reportada en el anexo.

La misma historia de decrecimiento de la productividad resulta cuando se usa un índice de productividad total computado a partir de un valor inicial igual a 100, aplicando los cambios porcentuales de la productividad obtenidos de los valores de “ m ” resultantes de la ecuación (2). La elasticidad de producción del capital (ε_K) utilizada para construir las tres series alternativas de la PTF fue de 0.6, que fue el valor más plausible y congruente con los datos, como se desprende del análisis econométrico reportado más abajo. En el Gráfico 4 se presentan tres series del nivel de productividad correspondientes a distintas mediciones del stock de capital, donde las diferencias radican en las tasas de depreciación (2%, 4% y 5%). Las tres series de PTF muestran de nuevo una caída notoria de esta variable a mediano plazo, notándose una clara reversión en los últimos años, la cual resulta, sin embargo, insuficiente para alcanzar el nivel de la productividad de 1983. El hecho de que las tres series muestren el mismo resultado es muestra de la robustez del mismo.

Gráfico 4
Índices de la Productividad Total de los Factores
con Distintas medidas de Stock de Capital (1983-2007)



Fuente: Elaboración propia en función a datos del Banco Central del Paraguay y datos de empleo y stock de capital contruidos según metodología reportada en Coeymans (2008, a, b).

La tendencia negativa de la productividad por tantos años hace muy difícil la estimación de una función de productividad bien comportada, esto es, con elasticidades de producción plausibles, si no se condiciona debidamente con variables Z que expliquen estos

movimientos en la productividad. Esta omisión de variables puede explicar resultados poco plausibles que se suelen encontrar en la estimación de funciones de productividad.

Una visión más detallada de la evolución de la productividad para el período 1983-2007, para el cual se cuenta con los datos de empleo, junto con las otras fuentes de crecimiento, se puede ver en el Cuadro 1. En el mismo cuadro también se incluyen los datos de las tasas de inversión y crecimiento para los años previos a 1983.

En el Cuadro 1 se pueden ver las altas tasas de crecimiento que tuvo la economía paraguaya entre 1963 y 1981, con una marcada aceleración entre 1977 y 1981 producto de las inversiones realizadas durante la construcción de la represa hidroeléctrica de Itaipú. Desgraciadamente, para este período, no se pudo calcular los valores de la PTF por la no disponibilidad de los datos de empleo.

En el mismo cuadro se registra una abrupta caída en los años 1982 y 1983, probablemente derivados de la fuerte caída en la tasa de inversión que coincide con el término de la construcción de la mencionada represa.

Para el período 1984-2007, para el cual se cuenta con los datos de empleo, la productividad total de factores tuvo un crecimiento negativo promedio de 0,77%. Este período se puede quebrar en dos grandes subperíodos, un primer subperíodo que va desde 1984 a 2002 con una tasa de crecimiento negativa de la productividad de -1,45% y el subperíodo más reciente, desde 2003 a 2007, con un crecimiento positivo de la productividad de 1,81%. Para todo el período, las tasas de crecimiento de los factores productivos fueron más que satisfactorias. La del capital alcanzó un promedio de 4% y el empleo creció anualmente a un ritmo de 3,1%. El PIB sin embargo, creció solo a 2,8%. Claramente, el principal responsable de este bajo crecimiento fue el decrecimiento de la productividad total de los factores que bajó anualmente a una tasa de 0,77%. Es realmente notable que la tasa de inversión no haya sido menor. Una explicación más detallada de la evolución de esta variable se entrega en Coeymans (2008b).

Cuadro 1
Tasa de Inversión, Tasas de Crecimiento y
Fuentes del Crecimiento Económico (1963-2007)

Año	Tasa de Inversión	Tasas de Crecimiento			Contribución al Crecimiento $\epsilon_k=0.6$			
		PIB	Capital	Empleo	Capital	Empleo	Factores	PTF
1963	6.98%	4.71%	1.24%					
1964	7.93%	4.21%	2.13%					
1965	10.79%	6.17%	4.67%					
1966	12.50%	1.99%	5.79%					
1967	12.76%	9.15%	6.31%					
1968	12.34%	4.53%	5.80%					
1969	12.82%	4.70%	6.08%					
1970	12.27%	5.55%	5.59%					
1971	12.69%	5.54%	5.92%					
1972	13.42%	6.63%	6.56%					
1973	16.64%	7.30%	9.18%					
1974	17.45%	8.38%	9.73%					
1975	15.50%	6.85%	7.87%					
1976	19.84%	7.53%	11.15%					
1977	21.15%	11.49%	12.20%					
1978	22.94%	12.03%	13.55%					
1979	24.52%	11.86%	14.47%					
1980	26.73%	11.71%	15.65%					
1981	28.89%	9.17%	16.05%					
1982	23.91%	-1.40%	10.10%					
1983	20.24%	-3.04%	6.51%					
1984	19.86%	2.82%	5.95%	4.72%	3.91%	1.89%	5.80%	-2.98%
1985	19.18%	3.87%	5.43%	5.54%	3.57%	2.21%	5.79%	-1.92%
1986	19.73%	0.26%	5.22%	4.01%	3.26%	1.60%	4.86%	-4.60%
1987	20.14%	4.07%	5.31%	4.28%	3.13%	1.71%	4.85%	-0.77%
1988	19.73%	5.88%	5.17%	4.29%	3.19%	1.72%	4.90%	0.98%
1989	20.63%	5.82%	5.65%	3.25%	3.10%	1.30%	4.40%	1.42%
1990	22.08%	2.89%	6.06%	3.55%	3.39%	1.42%	4.81%	-1.92%
1991	22.80%	2.51%	6.04%	3.92%	3.63%	1.57%	5.20%	-2.69%
1992	23.05%	3.42%	5.90%	3.52%	3.62%	1.41%	5.03%	-1.61%
1993	23.78%	3.91%	6.02%	3.49%	3.54%	1.40%	4.93%	-1.02%
1994	24.76%	3.73%	6.20%	3.67%	3.61%	1.47%	5.08%	-1.35%
1995	24.16%	5.45%	5.89%	3.60%	3.72%	1.44%	5.16%	0.29%
1996	23.72%	0.40%	5.20%	0.40%	3.53%	0.16%	3.69%	-3.29%
1997	22.90%	2.99%	4.70%	2.55%	3.12%	1.02%	4.14%	-1.15%
1998	19.42%	0.58%	3.09%	2.87%	2.82%	1.15%	3.97%	-3.39%
1999	17.29%	-1.48%	2.03%	1.43%	1.85%	0.57%	2.43%	-3.91%
2000	17.72%	-3.35%	1.86%	1.91%	1.22%	0.76%	1.98%	-5.33%
2001	16.28%	2.06%	1.39%	1.49%	1.11%	0.60%	1.71%	0.35%
2002	15.20%	-0.05%	0.96%	0.37%	0.83%	0.15%	0.98%	-1.03%
2003	15.71%	3.84%	1.28%	4.00%	0.58%	1.60%	2.18%	1.66%
2004	15.85%	4.14%	1.47%	4.09%	0.77%	1.64%	2.40%	1.73%
2005	16.67%	2.86%	1.83%	3.75%	0.88%	1.50%	2.38%	0.47%
2006	16.38%	4.34%	1.87%	2.43%	1.10%	0.97%	2.07%	2.27%
2007	17.53%	6.85%	2.59%	2.58%	1.12%	1.03%	2.15%	4.69%
1963-1973	11.92%	5.50%	5.39%					
1794-1981	22.13%	9.88%	12.58%					
1982-1983	22.08%	-2.22%	8.30%					
1984-1995	21.66%	3.72%	5.74%	3.99%	2.87%	1.99%	4.86%	-1.14%
1996-2002	18.93%	0.17%	2.75%	1.57%	1.37%	0.79%	2.16%	-1.99%
2003-2007	16.43%	4.40%	1.81%	3.37%	0.90%	1.69%	2.59%	1.81%
1983-2007	19.77%	2.83%	4.05%	3.15%	2.02%	1.58%	3.60%	-0.77%

Fuente: Elaboración propia en función a datos del Banco Central del Paraguay y datos de empleo y stock de capital construidos según metodología reportada en el anexo.

El Cuadro 1 permite hacer un análisis por subperíodos mas pequeños. Así, en los años 1984 a 1986, se registran fuertes caídas de la PTF que en promedio alcanzaron una tasa de crecimiento de -3.16%, lo que explica en gran parte el bajo crecimiento promedio para esos años, el cual llegó solo a 2.32%. La inversión en estos años se sostuvo principalmente por las inversiones públicas, las cuales, sin embargo, no tuvieron rentabilidades satisfactorias (Fernández y Monge, 2004).

Entre 1987 y 1989 se registra un alto crecimiento en el producto, el cual fue en promedio 5.26%, lo cual se explica por el freno en la caída de la PTF en 1987 y por los aumentos que experimentó en los dos siguientes años. Este cambio en la tendencia de la PTF se puede explicar por los aumentos de los precios de soja, algodón y madera (ver gráficos 6 al 10), principalmente, que afectaron positivamente al componente cíclico (m^c) de la PTF.

A partir de 1990 y hasta 1994, la tasa de crecimiento del producto es moderada, alcanzando un promedio de 3.29%. Este crecimiento es impulsado en gran medida por altas tasas de inversión y de crecimiento del stock de capital, el que crece en promedio un 6%. La inversión, de acuerdo al modelo desarrollado más adelante, fue impulsada por altas tasas de rentabilidad, las que se explican por bajas de la participación de los salarios. Por otro lado, el empleo presenta tasas de crecimiento promedio de 3.63%. Estos fuertes aumentos de factores productivos, sin embargo, no pudieron generar un crecimiento del PIB más vigoroso, debido a que las tasas de crecimiento de la PTF en este periodo fueron negativas, promediando -1.72%. Las caídas de la productividad entre 1990 y 1994 se debieron haber visto afectadas por los aumentos en la tasa de interés real y la marcada tendencia negativa en los términos de intercambio.

En el año 1995 la PTF detiene su caída y sube 0.3%, mientras que el stock de capital continúa creciendo vigorosamente, generando un crecimiento del producto de 5,45%, la tasa más alta de la década de los noventa.

En el año 1996 el crecimiento del PIB cae prácticamente a cero debido a la crisis financiera desatada a mitad de 1995, la que elevó aún más el costo del crédito, provocando una fuerte caída de la PTF de -3,29% y un freno del empleo contratado, el cual sólo aumentó 0.40%.

La tasa de crecimiento del producto en 1997 fue de 3%, lo que se explica en gran parte por la recuperación del empleo y el crecimiento del capital. Ambos factores lograron compensar los efectos de la caída en la PTF.

Entre los años 1998 y 2002 la tasa de crecimiento promedio del producto fue de -0.45%, lo que se explica en gran medida por evolución negativa de la PTF, cuya tasa de crecimiento promedio anual fue de -2,66%. El comportamiento de la PTF afectó las productividades marginales de los factores productivos afectando negativamente a la inversión y al crecimiento del empleo. El crecimiento promedio anual del stock de capital bajó a 1,87% y el del empleo cayó a 1.61%. El comportamiento negativo de la PTF se puede explicar por el elevado nivel que registró la tasa de interés real y por la caída en los términos de intercambio (ver gráficos 6 y 7). Durante este período, también, los principales socios comerciales de Paraguay, Brasil y Argentina, presentaron graves problemas económicos que afectaron fuertemente las exportaciones como porcentaje del PIB en Paraguay, lo que pudo generar un impulso negativo adicional sobre la PTF.

En el año 2003 aumentaron los términos de intercambio y se produjo un quiebre en la trayectoria de la tasa de interés, lo que impactó positivamente a la PTF, logrando aumentar en 1.66%. La tasa de crecimiento en este año alcanzó a un 3.8%. En 2004, el crecimiento del producto fue de 4.1%, debido principalmente al aumento del empleo, el cual creció en 4.09% y al crecimiento de 1,73% de la PTF.

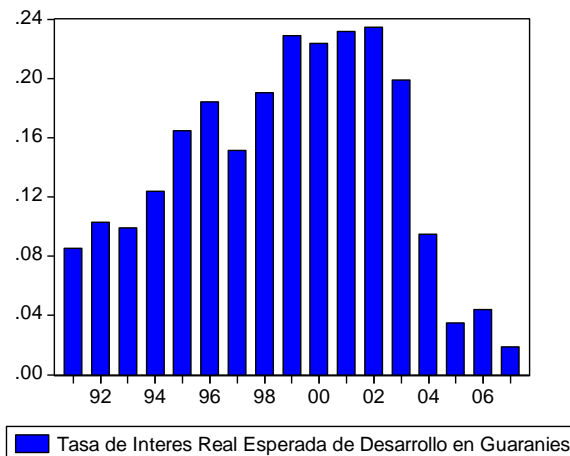
En 2005 se frenó transitoriamente la evolución de la PTF, alcanzando una tasa de crecimiento de 0,47%, lo que explica la baja en el crecimiento del producto. El freno del crecimiento de la PTF se explica parcialmente por una nueva caída en los términos de intercambio. La tasa de interés real esperada descendió fuertemente, sin embargo, como se

mostrará más adelante en el análisis econométrico, su efecto positivo sobre la PTF tiene un rezago.

Los aumentos importantes de productividad de los dos últimos años considerados, 2006-2007, que explican en buena medida las altas tasas de crecimiento del PIB observadas, se pueden atribuir principalmente a la combinación de los efectos rezagados de las caídas en la tasa de interés que se registraron hasta el 2005 y al fuerte aumento que experimentaron los términos de intercambio en el 2007.

En el gráfico 5 se puede observar la trayectoria de la tasa de interés real esperada que se utiliza en este estudio. Esta tasa se calcula en función de la tasa de interés nominal de desarrollo y a la tasa de inflación esperada⁵.

Gráfico 5
Tasa Real Efectiva de Interés del Sistema Bancario Nacional
Promedio Anual (1991-2007)

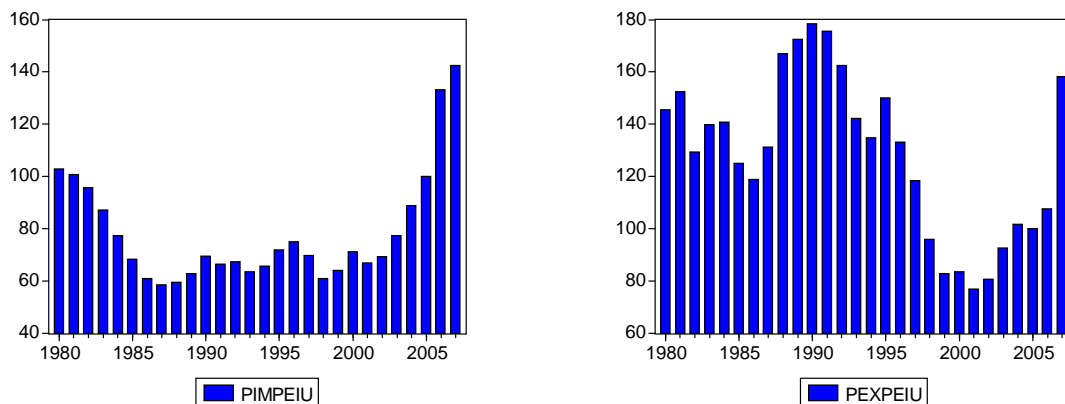


Fuente: Elaboración Propia en función a datos del Banco Central del Paraguay e inflación esperada calculada por el autor.

⁵ La tasa de inflación mensual esperada se estimó en función de un filtro de Hodrick y Prescott (HP) de la tasa de inflación mensual, desde 1964.2 hasta 2008.3 (con un parámetro de 14400), de variables dummies estacionales, términos AR (2,3,7), MA (1,2) y componentes estacionales SMA(12) y SAR(12).

Gráfico 6

**Precios de Exportación e Importación calculado por el Economist Intelligence Unit (EIU)
(1980-2007)**



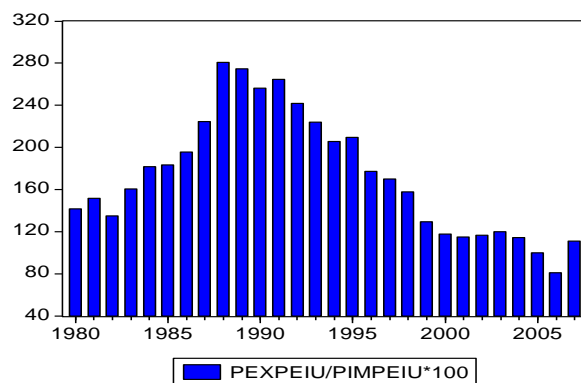
Fuente: Economist Intelligence Unit (EIU).

En los gráficos 6 y 7 se pueden observar la evolución de los precios de las exportaciones, importaciones y los términos de intercambio.

Cabe señalar que los índices de precios de exportaciones e importaciones utilizados son los calculados por el EIU (Economist Intelligence Unit). Es importante destacar que estos precios difieren marcadamente de los calculados por el BCP o los implícitos en los deflatores de las exportaciones e importaciones de Cuentas Nacionales. La diferencia radica principalmente en el tratamiento de las reexportaciones y el precio de las importaciones⁶.

⁶ Hausmann, Ricardo (2007).

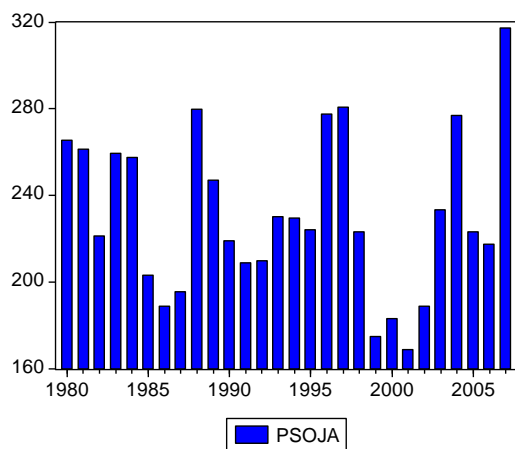
Gráfico 7
Términos de intercambio (1980-2007)



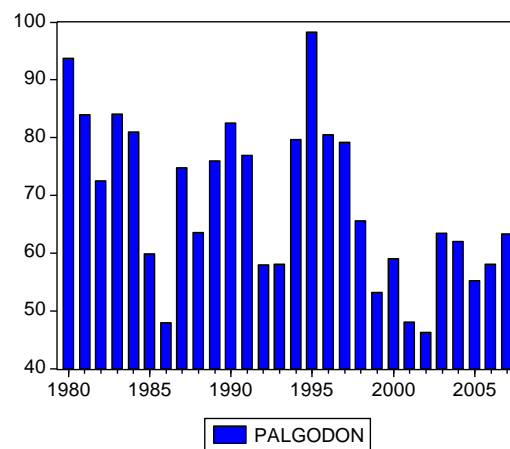
Fuente: Economist Intelligence Unit (EIU).

Gráfico 8

Precio en Dólares de la Soja



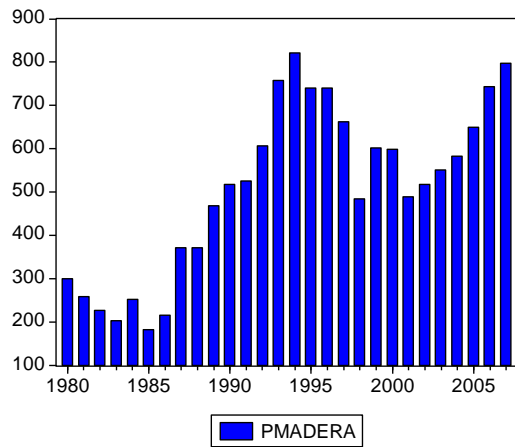
Precio en Dólares del Algodón



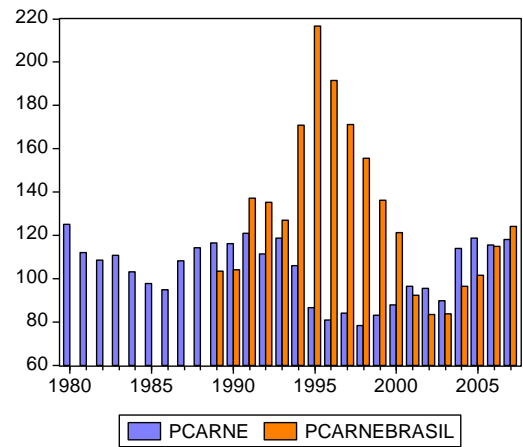
Fuente: Fondo Monetario Internacional.

Gráfico 9

Precio en Dólares de la Madera

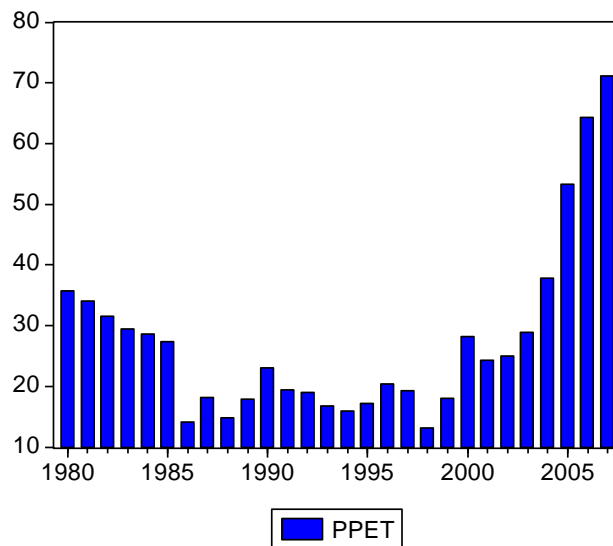


Precios en Dólares de la Carne



Fuente: Fondo Monetario Internacional. PCARNE corresponde al precio de la carne establecido en el mercado de Australia.

Gráfico 10
Precio del Petróleo



Fuente: Fondo Monetario Internacional.

4. El modelo econométrico de productividad

La forma funcional de la función de productividad estimada es del tipo Cobb-Douglas (que tiene elasticidades de producción de los factores productivos constantes). La función incluye variables explicativas para reflejar los componentes cíclicos de la productividad y rezagos para representar la dinámica. Se ha elegido la forma funcional más simple posible debido al reducido tamaño muestral, lo que obliga a minimizar el número de parámetros a estimar. Formas más complejas, como las utilizadas en Coeymans y Mundlak (1993) o en Coeymans (1999), sólo se podrían estimar con series de datos más largas.

Dado los escasos grados de libertad disponibles, la estrategia fue confiar en la estadística, pero también en el buen sentido económico, por lo que se impusieron ciertas restricciones en la estimación basadas en resultados para otros países, previo test estadístico correspondiente.

Los efectos del componente cíclico de la PTF se han representado por las variables más importantes que detonan los movimientos de la demanda agregada y del componente cíclico de la productividad, variables que ya fueron introducidas en la discusión de más arriba. La primera variable considerada en la estimación fue la tasa de interés (INT) en términos reales⁷. Las otras variables consideradas reflejan efectos de precios externos. Como no se confía en el precio agregado de los bienes importados debido al fenómeno de las reexportaciones, como indicador de términos de intercambio se ha considerado el precio de las exportaciones (PEXP) deflactado por el índice de precios al consumidor de Estados Unidos (IPCUSA), donde PEXP fue calculado de acuerdo a la metodología utilizada por el Economist Intelligence Unit. Dado que el petróleo es el insumo intermedio más relevante en las decisiones de producción y que éste insumo puede variar en forma diferente al resto de las importaciones, se ha incluido adicionalmente el precio del petróleo (PPET), también deflactado por el índice de precios al consumidor de Estados Unidos (IPCUSA).

⁷ La tasa de interés real esperada se calculó con la siguiente fórmula: $r = \frac{1-i}{1-\pi^e} - 1$, donde r = tasa de interés real esperada, i = tasa de interés nominal de desarrollo y π^e = la inflación esperada.

Considerando la gran cantidad de factores que inciden en el componente permanente de la PTF y que estos debieran evolucionar más lentamente a través del tiempo, se supuso que el crecimiento de este componente (m^P) era constante a través del tiempo.

Debido a la disponibilidad de los datos de la tasa de interés y la inclusión de rezagos, la muestra considerada para la estimación cubre el período 1992-2007. La serie de tasas de interés disponibles para el estudio comienza recién en 1991. Existen datos de tasas de interés anteriores, pero son incompletos y corresponden a un período donde el mercado de capitales estaba menos liberalizado que en los noventa.

Dada la escasez de observaciones y para disminuir los daños de la colinealidad y ahorrar grados de libertad, se impuso la restricción de retornos constantes a escala, hipótesis que fue aceptada por el test F correspondiente cuando la relación se expresaba en cambios logarítmicos. Bajo la restricción de retornos constantes a escala y considerando que se supone que es el stock de fines del período anterior el que influye en la producción del período t , el modelo general expresado en niveles se puede expresar, en términos generales, como:

$$\ln(Y_t/L_t) = \alpha + \sum_{h=0} \beta_h \ln(K_{t-1-h}/L_{t-h}) + \sum_{j=1} \gamma_j \ln(Y_{t-j}/L_{t-j}) + \sum_{i=1}^p \sum_{r=0}^h \delta_{i,r} Z_{i,t-r} + u_t \quad (6)$$

donde, Y_t es el PIB en el período t ; K_t es el stock de capital en t ; L_t es el empleo en t ; Z_{it} es el determinante i -ésimo de la productividad en el período t , u_t es el término aleatorio bien comportado y t es tiempo.

La ecuación (6) se puede reparametrizar, primero, en el formato en cambios y niveles. Para entender en forma sencilla este formato, es útil escribir el modelo en niveles para el caso particular de sólo dos rezagos y una sola variable Z :

$$\ln(Y_t/L_t) = \alpha + \beta_1 \ln(Y_{t-1}/L_{t-1}) + \beta_2 \ln(Y_{t-2}/L_{t-2}) + \gamma_1 \ln(K_{t-1}/L_t) + \gamma_2 \ln(K_{t-2}/L_{t-1}) + \gamma_3 \ln(K_{t-3}/L_{t-2}) + \delta_1 Z_t + \delta_2 Z_{t-1} + \delta_3 Z_{t-2} + u_t \quad (7)$$

La identidad del operador Δ para cualquier variable ($\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$) permite expresar el nivel de cualquier variable en función de un nivel y un cambio. Aplicando esta identidad, la ecuación (7) se puede escribir en el formato de cambios y niveles:

$$\begin{aligned} \Delta \ln(Y_t/L_t) = & \alpha - (1 - \beta_1 - \beta_2) \ln(Y_{t-1}/L_{t-1}) + (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3) \ln(K_{t-2}/L_{t-1}) + (\delta_1 + \delta_2 + \delta_3) Z_{t-1} \\ & - \beta_2 \Delta \ln(Y_{t-1}/L_{t-1}) + \gamma_1 \Delta \ln(K_{t-1}/L_t) - \gamma_3 \Delta \ln(K_{t-2}/L_{t-1}) \\ & + \delta_1 \Delta Z_t - \delta_3 \Delta Z_{t-1} + u_t \end{aligned} \quad (8)$$

Cuando todas las variables en niveles son estacionarias o, alternativamente, cuando son integradas de orden uno (I(1)), pero existe cointegración, existirá una relación de largo plazo entre los niveles de las variables (sin considerar rezagos). Para obtener dicha relación las variables de la ecuación (8) expresadas en cambios (Δ) se igualan a cero y se despeja el nivel de la variable dependiente, expresando la ecuación resultante en el período t. Así, la relación de largo plazo resulta ser:

$$\ln(Y_t/L_t) = \frac{\alpha}{1 - \beta_1 - \beta_2} + \frac{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3}{1 - \beta_1 - \beta_2} \cdot \ln(K_{t-1}/L_t) + \frac{\delta_1 + \delta_2 + \delta_3}{1 - \beta_1 - \beta_2} Z_t + v_t \quad (9)$$

La ecuación (7) se puede expresar también como un modelo de corrección de errores:

$$\begin{aligned} \Delta \ln(Y_t/L_t) = & -\beta_2 \Delta \ln(Y_{t-1}/L_{t-1}) + \gamma_1 \Delta \ln(K_{t-1}/L_t) - \gamma_3 \Delta \ln(K_{t-2}/L_{t-1}) + \delta_1 \Delta Z_t - \delta_3 \Delta Z_{t-1} \\ & -(1 - \beta_1 - \beta_2) \left[\ln(Y_{t-1}/L_{t-1}) - \frac{\alpha}{1 - \beta_1 - \beta_2} - \frac{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3}{1 - \beta_1 - \beta_2} \ln(K_{t-2}/L_{t-1}) - \frac{\delta_1 + \delta_2 + \delta_3}{1 - \beta_1 - \beta_2} Z_{t-1} \right] + u_t \end{aligned} \quad (10)$$

El término entre corchetes de la ecuación (10) es el término que refleja el desequilibrio de la variable dependiente observado en el período t-1, lo que ejerce una fuerza hacia el equilibrio en el período t. En este caso particular, habrá corrección al equilibrio siempre que $(1 - \beta_1 - \beta_2)$ sea mayor que cero y menor que 2, propiedad que está garantizada en el caso general si la ecuación característica correspondiente a (7) no presenta raíces con valores absolutos mayores que uno.

Verificar la existencia de esta relación de largo plazo equivale a corroborar que el error v_t (en la ecuación de largo plazo) es estacionario. También equivale a que las raíces de la ecuación característica de (7) son menores que uno en valor absoluto y, por lo tanto, ante un *shock* en el término aleatorio, o ante un movimiento en cualquiera de las variables distintas a la dependiente, ésta última no explota. Si las variables explicativas en niveles de (7) son estacionarias, la existencia de una relación de largo plazo exige forzosamente que la variable dependiente en niveles también lo sea. De lo contrario, la ecuación estaría “desbalanceada” y el término aleatorio no podría ser estacionario. Por otro lado, si algunas variables explicativas y la variable dependiente en niveles fueran no estacionarias, por ejemplo, si fueran integradas de orden uno, $I(1)$, existirá una relación de largo plazo entre la variable dependiente y las explicativas siempre que exista cointegración entre las variables $I(1)$ que garantice que una combinación de ellas sea estacionaria. Si hubieran variables explicativas $I(1)$ y la dependiente fuera $I(0)$, existirá una relación de largo plazo sólo si existe cointegración entre las variables explicativas $I(1)$, que permitiera que una combinación de ellas fuera estacionaria.

5. Los resultados de la estimación

El análisis del orden de integración de las variables reveló que el logaritmo del producto por trabajador ($\text{LOG}(\text{PIB}/L)$) es no estacionario según el test de Dickey-Fuller aumentado (D-F). Por otro lado, el logaritmo de la razón del capital por trabajador ($\text{LOG}(K_{t-1}/L_t)$) resulta ser estacionario en torno a una constante y una tendencia según el mismo test, pero es claramente no estacionario según el test de KPSS. La tasa de interés real esperada (INT) resulta ser $I(1)$ según el test D-F aumentado y estacionaria sin tendencia según el test de KPSS. Según el test D-F tanto el logaritmo del precio real de las exportaciones ($\text{LOG}(\text{PEXP}/\text{IPCUSA})$) como el logaritmo del precio real del petróleo ($\text{LOG}(\text{PPET}/\text{IPCUSA})$) son no estacionarias.

Cuando existen dudas sobre si alguna de las variables es estacionaria o integrada de orden uno, un enfoque apropiado para testear la existencia de relaciones de largo plazo es el de Pesaran, Shin y Smith. Al realizar este test se acepta holgadamente la existencia de una

relación de largo plazo. La regresión utilizada para estos efectos se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2
Modelo no Restringido de Productividad

Dependent Variable: DLOG(PIB/L)
Method: Least Squares
Sample (adjusted): 1992 2007
Included observations: 16 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.661443	0.462299	-1.430768	0.1956
LOG(PIB(-1)/L(-1))	-1.271749	0.355244	-3.579927	0.0090
LOG(K(-2)/L(-1))	1.085201	0.348776	3.111454	0.0170
INT(-1)	-0.414628	0.147296	-2.814938	0.0260
LOG(PEXP(-1)/IPCUSA(-1))	0.260644	0.076431	3.410170	0.0113
LOG(PPET(-1)/IPCUSA(-1))	-0.051753	0.027788	-1.862435	0.1048
DLOG(K(-1)/L)	0.853116	0.248365	3.434933	0.0109
DLOG(PEXP/IPCUSA)	0.174166	0.036414	4.782982	0.0020
DLOG(PPET/IPCUSA)	-0.034707	0.013901	-2.496726	0.0412
R-squared	0.917396	Mean dependent var		-0.001748
Adjusted R-squared	0.822992	S.D. dependent var		0.020959
S.E. of regresión	0.008818	Akaike info criterion		-6.325775
Sum squared resid	0.000544	Schwarz criterion		-5.891194
Log likelihood	59.60620	Hannan-Quinn criter.		-6.303521
F-statistic	9.717755	Durbin-Watson stat		3.026215
Prob(F-statistic)	0.003562			

Fuente: Elaboración propia.

El valor obtenido para el test F de la hipótesis nula de que todos los parámetros de las variables en niveles son cero (no existe una relación de largo plazo), fue de 5.45. El valor de tabla que reportan PSS para 4 regresores en niveles, para el caso sin tendencia y constante libre, con 99% de probabilidad, es de 3.74 para variables I(0) y 5.06 cuando hay variables I(1). El valor encontrado es mayor que ambos valores críticos, lo que significa que existiría una relación de largo plazo, independiente del orden de integración de las variables.

El valor estimado para la elasticidad de producción del capital en el largo plazo que se deduce de esta ecuación es de 0.85, que es un valor muy elevado en relación a los valores reportados para otros países en desarrollo, los que se ubican entre 0.3 y 0.5. Al respecto, Fernández y Monje (2004) también encuentran valores elevados para la elasticidad de producción del capital, pero terminan usando un valor de un tercio para sus cálculos de productividad total de los factores. En todo caso, la serie de empleo de estos autores

difiere marcadamente de la usada en este estudio, ya que aquella no tiene los movimientos cíclicos que serían esperables. Las series de capital también difieren por los supuestos sobre tasa de depreciación. Por otro lado, estimaciones de funciones de producción agregadas con retornos a escala constantes reportadas en Richards (2002), muestran elasticidades de producción respecto al trabajo para Paraguay en torno a 0.6, lo que implica una elasticidad de producción respecto al stock de capital agregado de 0.4. En ese trabajo, la serie de empleo es sustituida, alternativamente, por una de fuerza de trabajo y por la de población.

Antes de tomar una decisión final, es necesario abordar el problema del reducido tamaño muestral. Debido a la escasez de grados de libertad, en este estudio se optó por estimar el modelo en el formato de corrección de errores, donde la ecuación de largo plazo tiene sólo variables en niveles.

La ecuación (10) se estima en dos etapas. Primero, se estima por MICO la ecuación de largo plazo (9). Esta ecuación suele estimarse entre las variables que son no estacionarias y si hay cointegración los estimadores son superconsistentes. Esta propiedad es una buena garantía de la calidad de los estimadores cuando hay muchos datos, lo que no sucede en este caso. Cuando la muestra es reducida y podrían haber algunas de las variables en niveles que son estacionarias, es conveniente estimar la ecuación de largo plazo con todas las variables en niveles, estacionarias y no estacionarias, pero teniendo la precaución de no incluir una misma variable en más de un período. Como en nuestro caso, existe para cada variable al menos un test que señala que es no estacionaria, procederemos bajo el supuesto de que son I(1). En la segunda etapa se estima el modelo de corto plazo en el formato de la ecuación (10), pero sustituyendo el término que refleja el desequilibrio de la variable dependiente observado en el período t-1, por el residuo de la ecuación de largo plazo rezagado en un período:

$$\Delta \ln(Y_t/L_t) = -\beta_2 \Delta \ln(Y_{t-1}/L_{t-1}) + \gamma_1 \Delta \ln(K_{t-1}/L_t) - \gamma_3 \Delta \ln(K_{t-2}/L_{t-1}) + \delta_1 \Delta Z_t - \delta_3 \Delta Z_{t-1} + \lambda \hat{\mu}_{t-1} + u_t \quad (11)$$

En el modelo de largo plazo la variable dependiente fue el logaritmo de la razón producto por trabajador y las variables independientes fueron el logaritmo de la razón stock de capital (rezagado un período) por trabajador y las variables cíclicas fueron el índice de precio de las exportaciones, precio del petróleo y la tasa de interés real. Los precios externos se introdujeron en logaritmos y deflactados por el índice de precios al consumidor de Estados Unidos.

Los resultados de la ecuación de largo plazo se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3
Modelo de Largo Plazo Restringido en Retornos Constantes
a Escala pero no Restringido en Elasticidad de Producción

Dependent Variable: LOG(PIB/L)
Method: Least Squares
Sample(adjusted): 1992 2007
Included observations: 16 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.233424	0.279327	-0.835665	0.4211
LOG(K(-1)/L)	0.745485	0.101301	7.359104	0.0000
INT(-1)	-0.334971	0.063180	-5.301842	0.0003
LOG(PEXP/IPCUSA)	0.180601	0.018021	10.02172	0.0000
LOG(PPET/IPCUSA)	-0.048498	0.008032	-6.038078	0.0001
R-squared	0.969931	Mean dependent var	1.869681	
Adjusted R-squared	0.958996	S.D. dependent var	0.043611	
S.E. of regresión	0.008831	Akaike info criterion	-6.370817	
Sum squared resid	0.000858	Schwarz criterion	-6.129383	
Log likelihood	55.96653	F-statistic	88.70515	
Durbin-Watson stat	2.733933	Prob(F-statistic)	0.000000	

Fuente: Elaboración propia.

La elasticidad de producción del capital resultante de este modelo, válida para el largo plazo, fue 0.75, lo que resulta demasiado grande en relación a la participación del capital dentro del producto registrado por cuentas nacionales, que en promedio es de 63%. Este último valor, sin embargo, podría estar sobreestimando a la elasticidad de producción, ya que incluye pagos a los trabajadores independientes. Considerando valores obtenidos para otros países, se decidió restringir la elasticidad de producción al valor más bajo posible que fuera aceptado por los datos. Dicho valor fue de 0.6, previa aceptación de la hipótesis nula correspondiente mediante tests F y de Wald. Valores inferiores a éste, implicaban errores tipo I menores que 17% para el test F y menores a 15% según test de Wald, lo que se consideró demasiado bajo.

Cuadro 4
Modelo de Largo Plazo con Elasticidad de
Producción Restringida

Dependent Variable: LOG(PIB/L)-0.6*LOG(K(-1)/L)

Method: Least Squares

Sample(adjusted): 1992 2007

Included observations: 16 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.167275	0.013973	11.97123	0.0000
INT(-1)	-0.296519	0.059707	-4.966277	0.0003
LOG(PEXP/IPCUSA)	0.160246	0.011612	13.79991	0.0000
LOG(PPET/IPCUSA)	-0.049727	0.008333	-5.967782	0.0001
R-squared	0.986182	Mean dependent var		0.147599
Adjusted R-squared	0.982727	S.D. dependent var		0.070105
S.E. of regresión	0.009214	Akaike info criterion		-6.323961
Sum squared resid	0.001019	Schwarz criterion		-6.130814
Log likelihood	54.59169	F-statistic		285.4729
Durbin-Watson stat	2.127141	Prob(F-statistic)		0.000000

Test de autocorrelación de Breusch-Godfrey, 2 rezagos = "p value" de 0.54

Test de heterocedasticidad estocástica ARCH (1) = "p value" de 0.72

Test de normalidad Jarque Bera : $\chi^2(2)$ = "p value" de 0.77

Test de forma funcional de RESET de orden 2 = "p value" de 0.50

Test de Chow de pronóstico fuera de muestra, desde 2002 = "p value" de 0.41

Test de Chow de pronóstico fuera de muestra, desde 2004 = "p value" de 0.71

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de la estimación de la ecuación de largo plazo con la restricción de retornos constantes a escala y con la elasticidad de producción del capital restringida a 0.6.

Es muy importante señalar que el modelo fue estimado inicialmente con una tendencia, la cual fue eliminada porque su coeficiente no fue significativo estadísticamente. Esto significa que el nivel del producto, durante el período muestral, no se vio afectado por un componente permanente de la productividad, ni positivo ni negativo. Este valor de cero para el crecimiento del componente permanente de la productividad es más plausible que los resultados de tendencias negativas encontrados en otros estudios.

En general, uno debiera esperar que todo modelo de función de productividad sea tal que en el largo plazo haya una variable que crezca a través del tiempo, para que así se pueda dar un crecimiento positivo del ingreso per capita en el largo plazo cuando la economía está en estado estacionario para las tasas de crecimiento, con la tasa de crecimiento del empleo igual a la de la población, tasa de desempleo constante y crecimiento del capital igual al del

producto. Sin embargo, como se señaló más arriba, la tasa de crecimiento promedio del ingreso per capita en Paraguay fue nula durante el período de la muestra. Esto explica que el modelo resultante no termine incluyendo una variable tiempo para el componente permanente de la PTF.

Para testear la existencia de cointegración en la ecuación restringida, se examinó si el residuo de la ecuación de largo plazo era estacionario $I(0)$. De acuerdo al test de D-F, reportado en el Cuadro 5, pero usando los valores más exigentes de Davidson y MacKinnon se rechaza la hipótesis de un residuo no estacionario, aceptándose la hipótesis de cointegración. En efecto, el valor crítico al 1% para el caso de tres regresores es -4.29 y el valor obtenido es de -4,58. Debe señalarse, sin embargo, que los valores críticos pueden ser menos precisos para tamaños muestrales inferiores a 20 observaciones. Considerando que se rechazó holgadamente la hipótesis nula y tomando en cuenta el resultado del test de Pesaran, Shin y Smith para el primer modelo, procederemos bajo la hipótesis de que existe una relación de largo plazo y cointegración.

Cuadro 5
Test de Estacionaridad del Residuo

Null Hypothesis: RESS has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=3)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.587631	0.0002
Test critical values:		
1% level	-2.728252	
5% level	-1.966270	
10% level	-1.605026	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

El ajuste de la ecuación de largo plazo final es muy satisfactorio como lo muestra el error estándar de la ecuación de sólo 0.9%. Rescatando el residuo de la ecuación de largo plazo, se estimó el modelo final de corto plazo, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6 Modelo de Corto Plazo

Dependent Variable: $D(\text{LOG}(\text{PIB}/L) - 0.6 * \text{LOG}(K(-1)/L))$

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1993 2007

Included observations: 15 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(INT(-1))	-0.308050	0.037551	-8.203495	0.0000
DLOG(PEXP/IPCUSA)	0.149342	0.010298	14.50205	0.0000
DLOG(PPET/IPCUSA)	-0.047655	0.006892	-6.914793	0.0000
DUM97	0.022577	0.005909	3.820768	0.0034
RESPIB(-1)	-1.322890	0.186398	-7.097130	0.0000
R-squared	0.968234	Mean dependent var		-0.006024
Adjusted R-squared	0.955527	S.D. dependent var		0.026096
S.E. of regresión	0.005503	Akaike info criterion		-7.305762
Sum squared resid	0.000303	Schwarz criterion		-7.069746
Log likelihood	59.79322	Hannan-Quinn criter.		-7.308276
Durbin-Watson stat	1.506779			

Test de autocorrelación de Breusch-Godfrey, 2 rezagos: $\chi^2(2) = p$ "value" de 0.54

Test de heterocedasticidad estocástica ARCH (1) = "p value" de 0.72

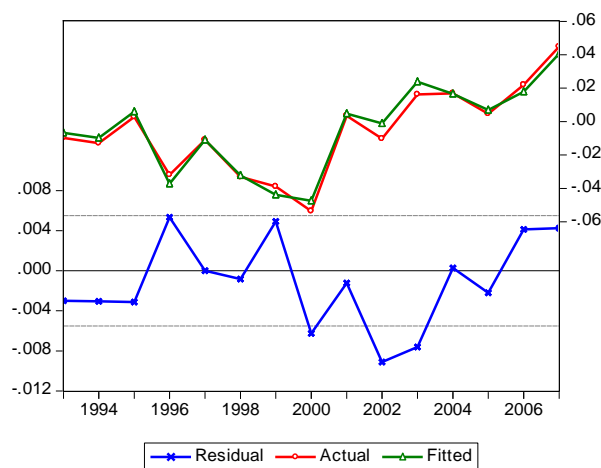
Test de normalidad Jarque Bera : $\chi^2(2) =$ "p value" de 0.77

Test de forma funcional de RESET de orden 2 = "p value" de 0.50

Test de Chow de pronóstico fuera de muestra, desde 2004 = "p value" de 0.71

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11 Ajuste del Modelo de Corto Plazo



Fuente: Elaboración propia.

La ecuación de corto plazo incluyó una variable dummy para 1997 para dar cuenta de una observación extrema, lo que no tiene mayores consecuencias. Si se saca la dummy, los coeficientes cambian sólo muy marginalmente y el modelo preserva casi todas sus

propiedades estadísticas, salvo que el test de normalidad está en el límite de rechazar dicha hipótesis. Por esta razón se dejó la dummy.

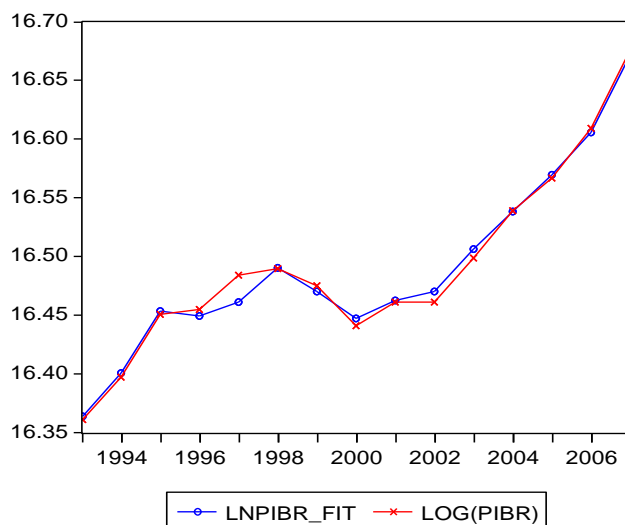
Todos los test formales aplicados a la ecuación de corto plazo fueron aprobados. Los tests no detectan heterocedasticidad estocástica y los residuos serían normales. El test de Breusch-Godfrey (con dos rezagos) no revela autocorrelación. Una propiedad muy importante es que el modelo predice bien fuera de muestra, como lo revelan los test de Chow fuera de muestra reportados.

Los signos de los coeficientes del modelo de corto plazo y de la ecuación de largo plazo son los esperados. El efecto directo de la tasa de interés es significativo e importante en el corto y largo plazo y su magnitud es similar entre ambos plazos. Un punto de tasa afecta negativamente a la productividad en un tercio de punto porcentual en el corto plazo y en el largo plazo. La similitud de los efectos para ambos plazos probablemente se debe al uso de datos anuales. Con datos de frecuencia trimestral el efecto debiera ser mayor en el largo plazo.

Debe señalarse que los efectos de la tasa de interés reflejados en la ecuación son sólo aquellos directos sobre la productividad (y el producto). El impacto total sobre el producto también debe incluir el efecto que la tasa de interés tiene sobre la inversión y el stock de capital. Estos efectos se verían amplificadas por los consiguientes efectos sobre la demanda de trabajo y el empleo. Para obtener el efecto final de la tasa de interés debería resolverse el modelo de crecimiento completo.

Las precios de exportaciones e importaciones inciden no sólo en el largo plazo, como queda reflejado en los resultados de la ecuación de largo plazo, sino que también en el corto plazo, siendo positivo el efecto de los precios de las exportaciones y negativo el de las importaciones. Las magnitudes de los efectos en el corto y largo plazo son similares.

Gráfico 11
Nivel Efectivo y Estimado del PIB



Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusiones principales del modelo de productividad

El modelamiento empírico de la función de productividad se llevó a cabo a través de un modelo de corrección de errores, previo chequeo de la existencia de una relación de largo plazo.

Aunque la escasez de datos de tasa de interés dificultó la construcción del modelo, los resultados obtenidos están acordes con lo esperado por la teoría.

En el análisis empírico se detectaron dos variables que determinan el componente cíclico, la tasa de interés y los términos de intercambio, donde estos últimos se midieron por el precio relativo de las exportaciones respecto al precio del petróleo.

La tasa de interés tiene un impacto negativo directo sobre la productividad, a través de la utilización de los factores productivos, la que determina el componente cíclico de la productividad. Un aumento de un punto porcentual en la tasa de interés tiene un efecto directo negativo sobre la productividad de 0.3% en el corto plazo (después de un año) y un

efecto similar en largo plazo. Aparte de estos efectos directos sobre la productividad y el producto, la tasa de interés tiene efectos adicionales indirectos sobre la producción vía acumulación de capital y empleo; sin embargo, para la cuantificación de estos últimos se requeriría del modelo completo de crecimiento.

Los términos de intercambio también afectan directamente a la productividad. Aumentos en los precios de las exportaciones elevan el componente cíclico de la productividad y aumentos del precio del petróleo lo disminuyen. Estos efectos son adicionales a aquéllos que los términos de intercambio podrían tener vía su impacto sobre la política monetaria y tasas de interés.

Al condicionar la función de productividad por variables que afectan su componente cíclico, los datos pasan a ser congruentes con valores para la elasticidad de producción más razonables que los obtenidos sin estos condicionamientos.

El bajo crecimiento de la economía de Paraguay, desde que se terminó la construcción de Itaipú, se explica en gran medida por el crecimiento negativo de la productividad total de los factores, la que ha tenido una tasa de crecimiento anual de -0.77% en el periodo 1983-2007, es decir casi un punto porcentual. Esta evidencia es contraria a lo observado en la mayoría de los países, ya que lo usual es que los países experimenten aumentos de la productividad y no decrecimientos para períodos tan largos.

Sin embargo, el hecho de que en la relación de largo plazo el coeficiente de la tendencia no resultó significativamente distinto de cero revela que al controlar por las variables que afectan el componente cíclico de la productividad, el crecimiento de la productividad habría sido nulo, pero no negativo. El decrecimiento de la productividad total de factores que se ha observado se explicaría, entonces, por el componente cíclico, el cual se ha visto adversamente afectado por los movimientos de la tasa de interés y de los términos de intercambio.

El fuerte crecimiento del producto y de la productividad en los dos últimos años también está asociado al componente cíclico, por mejores precios de las exportaciones y por menores tasas de interés. Esto significa que hay que tener cuidado en proyectar las recientes tasas de crecimiento para el mediano plazo.

Si se quiere disfrutar de tasas de crecimiento como las que hubo en las décadas de los sesenta y setentas, si no se cuentan con factores cíclicos positivos en forma permanente, se deberá priorizar aquellas políticas económicas, de sobra conocidas, que eleven el componente permanente de la productividad.

8. Referencias Bibliográficas

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y Secretaría Técnica de Planificación (2000) *Estudio Sobre el Desarrollo Económico de la República del Paraguay (EDEP)* (Diciembre).

Borda, D. (1994) *Auge y Crisis de un Modelo Económico. El Caso Paraguayo*. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción. Biblioteca de Estudios Públicos. Vol. 49.

Borda, D. (2007) “Política Macroeconómica y sus Resultados” en *Economía y Empleo en Paraguay*. Editado por Dionisio Borda. Centro de Análisis y Difusión de la Economía Paraguaya (CADEP).

Coeymans, J. Edo. (2008 a) “Determinantes del Desempleo en Paraguay” Documento de Trabajo IE-PUC, N° 344.

Coeymans, J. Edo. (2008 b) “Determinantes de la Inversión en Paraguay”, Documento de Trabajo IE-PUC, N° 345.

Coeymans, J. Edo. (2000) *Crecimiento a mediano y Largo Plazo en la Economía Chilena*. (MIDEPLAN, Abril).

Coeymans, J. Edo. (1999) "Determinantes de la Productividad en Chile: 1961-1997", *Cuadernos de Economía*, Año 36, N° 107 (Abril), pp. 597-638.

Coeymans, J. Edo. y Y. Mundlak, Y. (1993) *Sectoral Growth in Chile: 1962-1982*. Research Report N° 95. International Food Policy Research Institute (Washington DC).

Coeymans, J. Edo. y Y. Mundlak (1992) "Endogenous Technology and Sectoral Productivity. Chile 1962 -1982" *The Journal of Productivity Analysis*, 3, (Septiembre), pp. 257-275.

De Gregorio, J. (1992) "Economic Growth in Latin America", *Journal of Development Economics*, 39:59-84.

DGEEC. (2005) "Paraguay, Proyección de la Población Nacional por Sexo y Edad, 2000-2050" (Diciembre).

Fernández, C. y Monge A. (2004) *Economic Growth in Paraguay*. Economic and Social Study Series. RE1-04-009. (Inter-American Development Bank, Mayo).

Hausmann, R. (2007) "¿Por qué Paraguay no crece más rápido?" Center for International Development. Harvard University. (Marzo).

Pesaran, M. H., Smith, R. J y Y. Shin (2001) "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships", *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 16, No. 3, pp. 289-326.

Richards, D. (2000) "The Productivity Basis for Paraguay's Economic Growth, 1970-96". *Development Policy Review* Vol. 18, pp. 177-194.

Rojas, B. (2001) "Itaipú y Crecimiento Económico de Paraguay". Universidad Nacional de Tucumán. Programa de Magíster en Economía (Junio).