

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.**



**TRANSICIÓN DEMOGRÁFICA, ESTRUCTURA DE EDAD Y  
DIVIDENDO DEMOGRÁFICO EN MÉXICO**

**TESINA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**PRESENTA**

**MANUEL SÁNCHEZ SALINAS**

**DIRECTOR DE TESINA: Dra. MARÍA JOSÉ ROA GARCÍA**

**MÉXICO, D.F.**

**ABRIL 2008**

Agradecimientos.

A mis padres:

Papá, me gustaría agradecerte con este trabajo todo el apoyo que he recibido de ti y decirte que desde siempre haz sido un ejemplo de hombre a seguir, gracias por estar pendiente de mi durante todos estos años y que sepas que siempre tengo en mente ese pequeño librito que me regalaste que era “para un hombre de éxito”.

Mamá, muchas gracias por todo este gran cariño que me tienes, ya son 23 años. El amor de madre a veces ha sido difícil de interpretarse, sobretodo por que es sobre-protector, pero siempre he estado conciente de que a tus tres hijos nos quieres muchísimo y que siempre estamos en tus oraciones. Te quiero mucho.

A mis hermanos:

Juan, de momento no estás, pero cuando llegue el día te haré llegar este trabajo, confío en que lo superarás fácilmente, serás un buen Economista y, más importante aún, serás un buen hombre. Llevamos toda la vida juntos y sobran los recuerdos gratos de la niñez y juventud que hemos tenido. Quiero que sepas que desde pequeños siempre me he esforzado por tratar de ser un buen amigo para ti y que estoy muy orgulloso de ser tu hermano.

Fidel, fue duro, pero si se pudo. Sabes que no somos de muchas palabras pero sabemos bien todo el cariño que nos tenemos. Sé que siempre puedo contar con tu apoyo y lo valoro muchísimo. Te quiero mucho y que sepas que eres de las personas más nobles que conozco. Es un honor ser tu hermano.

A la Dra. María José:

Me gustaría agradecerle todo el apoyo que me brindó durante todo este proceso. Gracias por su completa disponibilidad, por todos esos comentarios teóricos que fueron trascendentales en la elaboración de este trabajo y sobretodo, gracias por su amistad.

Al Dr. Alejandro Villagómez:

Debo decirle que siempre estaré en deuda con usted por todos los conocimientos Macroeconómicos que adquirí en sus clases durante mis estudios en la Licenciatura. También quiero que sepa que sin sus observaciones, este trabajo difícilmente se hubiera terminado en tiempo y forma.

Al Dr. Rodolfo Cermeño:

Me gustaría agradecerle por todas las observaciones realizadas a este documento. Sin duda alguna, su amplio conocimiento de la Econometría y sus sabios consejos fueron una pieza fundamental en la elaboración de este trabajo.

.

Al Dr. Víctor Carreón:

Gracias por confiar en mí en el momento en que más lo necesite.

A mis amigos:

Quiero agradecer a todos los compañeros del CIDE y amigos en general que de alguna u otra manera han contribuido a mi formación como persona. Son parte de lo que soy, así como de todos mis logros. Gracias en particular a Pablito Ramírez, Rebe , Tanilú, Daniela, Diana Cortés, Chuchito, Gabito, Kary, Miller y Germán.

## INDICE.

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>II. LAS TEORÍAS POBLACIONALES.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>II.1 Teoría Pesimista.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>II.2 Teoría Optimista.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>II.3 Teoría Neutralista.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>III. LA DINÁMICA POBLACIONAL Y SU POSIBLE IMPACTO EN LA<br/>ECONOMÍA.....</b> | <b>6</b>  |
| <b>III.1 La Transición Demográfica.....</b>                                      | <b>6</b>  |
| <b>III.2 La Estructura de Edad.....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>III.3 El Dividendo Demográfico.....</b>                                       | <b>11</b> |
| <b>IV. EL CASO DE MÉXICO.....</b>  | <b>16</b> |
| <b>IV.1 La Transición Demográfica en México.....</b>                             | <b>16</b> |
| <b>IV.2 Estructura de Edad en México.....</b>                                    | <b>21</b> |
| <b>IV.3 La razón de dependencia en México.....</b>                               | <b>26</b> |
| <b>V. MODELO TEÓRICO Y ESPECIFICACIÓN ECONOMETRICA.....</b>                      | <b>27</b> |
| <b>V.1 Revisión de Modelos Teóricos.....</b>                                     | <b>27</b> |
| <b>V.2 Análisis econométrico: Series de tiempo.....</b>                          | <b>32</b> |
| <b>V.2.1 Prueba de Raíz Unitaria.....</b>  | <b>33</b> |
| <b>V.2.2 Análisis de Cointegración.....</b>                                      | <b>34</b> |
| <b>V.2.2.1 Método de Engle-Granger.....</b>                                      | <b>34</b> |
| <b>V.2.2.2 Método de Johansen.....</b>   | <b>36</b> |
| <b>VI. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES.....</b>                                     | <b>37</b> |
| <b>VI.1 PIB.....</b>   | <b>37</b> |
| <b>VI.2 Razón de Dependencia (RD).....</b>                                       | <b>38</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>VI.3 Inversión.....</b>   | <b>39</b> |
| <b>VI.4 Gasto.....</b>   | <b>39</b> |
| <b>VI.5 Escolaridad.....</b>   | <b>39</b> |
| <b>VI.6 Términos de Intercambio. (TT).....</b>                                   | <b>40</b> |
| <b>VI.7 Inflación.....</b>   | <b>40</b> |
| <b>VI.8 Razón entre la población en edad laboral y la población total (WA)..</b> | <b>40</b> |
| <b>VII. RESULTADOS.....</b>  | <b>41</b> |
| <b>VII.1 Método de Engle Granger.....</b>  | <b>41</b> |
| <b>VII.2 Método de Johansen.....</b>   | <b>43</b> |
| <b>VIII. CONCLUSIONES.....</b>   | <b>47</b> |
| <b>IX. Apéndice.....</b>   | <b>50</b> |
| <b>X. BIBLIOGRAFÍA.....</b>  | <b>75</b> |

## I. INTRODUCCIÓN.

La relación que existe entre el cambio poblacional y el crecimiento económico de un país ha sido motivo de debate entre economistas y demógrafos desde finales del siglo XVI. La discusión gira en torno a si el cambio poblacional rezaga, estimula o es neutral al crecimiento. Si bien es cierto que el debate aún no concluye, hay quienes afirman que una buena parte del crecimiento económico que generaron las economías del Este Asiático y Europa durante el siglo pasado se debió a la transición demográfica, fenómeno que se caracteriza por la disminución de la tasa de mortalidad, el decremento de la tasa de fertilidad, así como por el incremento y posterior envejecimiento poblacional. Durante este proceso la composición de la distribución por edades de la población se transforma continuamente y da lugar a modificaciones en el comportamiento económico agregado de los individuos. En ese sentido, el estudio de la relación entre el cambio de la estructura de edad de la población y el crecimiento económico de México adquiere gran relevancia si consideramos que su evolución demográfica fue similar a la de los países de las regiones mencionadas y que, a pesar de las semejanzas, la tasa de crecimiento económico fue muy distinta.

Durante el siglo pasado y de manera semejante a países europeos y asiáticos, en México podemos dar cuenta de un incremento en la población de dimensiones importantes y de un cambio rotundo en la estructura de edad.

Por un lado, el país pasó de tener 13.6 millones de habitantes en el año 1900 a 98.4 millones en el año 2000, es decir, hablamos de un aumento del 624% en tan sólo cien años. Si nos enfocamos en el periodo que va de la segunda mitad del siglo pasado hasta fechas recientes, podemos observar tasas de crecimiento poblacional de alrededor de 3% anual en los años 60's y 70's y un aumento de la esperanza de vida de 61.4 a

74.6 años en el periodo de 1970 a 2005. Ambas situaciones explican el *boom* demográfico que se experimentó en décadas recientes.

Por otro lado, el fenómeno de la transición demográfica se hizo presente en el país durante el siglo pasado, lo que generó, y seguirá generando, variaciones en la distribución por edades de la población mexicana. Concretamente, la disminución de la mortalidad, en los años treinta, y posteriormente de la fertilidad, sobretudo en los años setenta, fueron los factores que forjaron la transformación de la estructura de edad de una compuesta principalmente por niños hacia una integrada mayormente por jóvenes en edad de trabajar .

El resultado de la transición es un proceso de cambio estructural continuo en la edad de la población del país que ha generado múltiples preocupaciones sobre el efecto que dichos cambios pudieran tener en el crecimiento económico. De esta manera, para el caso de México no queda claro si el cambio demográfico ha sido benéfico, dañino o simplemente no ha tenido repercusiones importantes. La razón de tal interrogante es que las consecuencias del crecimiento poblacional y del cambio en la estructura de edad en el crecimiento económico son diversas y no son automáticas.

El crecimiento económico puede verse afectado tanto por el cambio poblacional como por las políticas de acompañamiento que se pongan en práctica para contrarrestar los efectos poblacionales negativos o para aprovechar y expandir los positivos. Por un lado, la evidencia empírica, ha mostrado que no todos los países que han experimentado transiciones demográficas han generado un “dividendo demográfico”<sup>1</sup>. Por otro, los trabajos teóricos (Bloom y Canning, 1999, 2001, 2005) defienden que para la obtención de dicho dividendo es fundamental la existencia de un marco político e institucional adecuados.

---

<sup>1</sup> El Dividendo Demográfico es entendido como el resultado benéfico de que el cambio en la estructura de edad incremente al tamaño de la fuerza de trabajo, y genere fuertes incentivos al ahorro y a la acumulación de capital humano. (Roa, María José., 2007).

Ahora bien, a lo largo de esta investigación observaremos que la evolución de la estructura de edad en México tiene características que hacen pensar en la existencia del dividendo demográfico. Sin embargo, la posibilidad de que la oportunidad que genera el cambio demográfico no se capitalice es latente y es posible que lo que nos deje la transición sean problemas de desempleo, ahorro y en consecuencia, crecimiento económico lento.

En este contexto, la pregunta obligada es si la transición demográfica ha sido un promotor o un lastre para el crecimiento económico del país. La presente investigación tiene por objeto dar respuesta a esta pregunta para el periodo de 1971-2005. En concreto, el estudio de la relación entre el cambio en la estructura de edad y el crecimiento económico se llevará a cabo mediante el análisis de las relaciones entre la razón de dependencia<sup>2</sup>, la población en edad laboral y el PIB per capita. Los resultados que arroje este estudio pueden darnos pistas sobre las posibles políticas públicas de acompañamiento que pudieran expandir los beneficios demográficos.

Para contextualizar la discusión en torno a los efectos de la Demografía en la determinación del producto de una economía, en el capítulo II analizamos las tres teorías que circunscriben la discusión en torno a si la población afecta, es neutral o favorece al crecimiento económico. En el capítulo III se describe el fenómeno de la Transición Demográfica y se introducen los conceptos de Estructura de Edad Poblacional y Dividendo Demográfico. El capítulo IV se dedica a describir la Transición Demográfica de México, el comportamiento de la estructura de edad y de la razón de dependencia para el periodo 1971-2005. En el capítulo V se presenta el modelo econométrico con el que estimamos el efecto demográfico sobre el nivel de producto. El

---

<sup>2</sup> La razón de dependencia se define como el total de la población en edad no productiva (0-14 y 65 o más años) dividido por la población en edad laboral (15-64 años),



apartado VI contiene la descripción de las variables y la base de datos. En la sección VII se muestran y discuten los resultados. La sección VIII concluye.

## **II. LAS TEORIAS POBLACIONALES**

La discusión sobre si el cambio poblacional promueve, rezaga o es neutral al crecimiento económico ha sido un tema de un amplio debate que aún no termina. Con el paso del tiempo, han surgido estudios que abogan por cada una de las tres posturas mencionadas dando origen a tres teorías distintas: Pesimista, Optimista y Neutralista.

### **II.1. Teoría Pesimista.**

Los argumentos que sostienen esta visión sobre los efectos que puede tener el cambio demográfico en la Economía tienen su origen en las ideas de Thomas Robert Malthus (1798) y afirman que el crecimiento poblacional es geométrico mientras que el crecimiento de la producción es aritmético, se asume un cambio tecnológico lento, dando origen a un problema de escasez de los medios de subsistencia. El hambre y la inanición aumentarían la tasa de mortalidad para frenar el crecimiento de la población. Otro de los problemas inherentes al crecimiento de la población es que la razón de capital por habitante se ve disminuida en el corto plazo, deteriorando el estándar de vida de los individuos (Bloom, Canning y Sevilla, 2002).

La evidencia empírica ha puesto en duda la visión pesimista del crecimiento poblacional. A nivel mundial, en las últimas tres décadas la población se ha duplicado pero el ingreso per capita se ha incrementado en dos tercios (Bloom, Canning y Sevilla, 2002). Existe hambre pero se debe más a la pobreza de ciertos sectores de la población que a la escasez de alimento. El progreso tecnológico en la producción industrial y de alimentos ha sido más rápido que en cualquier periodo precedente en la historia de la humanidad. De esta manera el progreso técnico ha compensado los rendimientos decrecientes del capital, poniendo en serias complicaciones a la Teoría Malthusiana.

Estas tendencias han dado lugar a que economistas y demógrafos consideren al crecimiento poblacional como un posible promotor del crecimiento económico.

## **II.2. Teoría Optimista.**

La visión optimista enfatiza que el incremento de la población está relacionado positivamente con el nivel de ingenio de los individuos desde que dicho incremento presiona a éstos a innovar, acelerando el progreso tecnológico, y que las poblaciones grandes están mejor posicionadas a la hora de generar y difundir el conocimiento (Boserup, 1981). Así, se presta mayor atención al capital humano como fuente de crecimiento.

Si bien es cierto que la visión fatalista puede ser refutada empíricamente, también lo es que la visión optimista es cautelosa, asegura que existe una gran diversidad de factores que producen cambios en la población y que éstos factores pueden tener consecuencias positivas o negativas. De esta forma se abre paso a la visión predominante en el estudio de la relación entre población y la economía: la posición neutral.

## **II.3. Teoría Neutralista.**

En el siglo pasado, en la década de los 50's, comenzaron a surgir modelos de crecimiento, como el de Robert Solow, en los que se asume que la tasa de crecimiento de la población es constante y exógena (Solow, 1956). Se considera que el crecimiento per capita de los países converge hacia un estado estacionario que está determinado por la acumulación de capital y el nivel de ahorro y no por el tamaño o incremento poblacional. Por otro lado, en la revisión de literatura sobre el crecimiento económico y las variables demográficas elaborada por María José Roa (2007) se afirma que existe una serie de modelos de crecimiento endógeno en donde se sugiere que la tasa de crecimiento económico depende del tamaño de la población (Barro, 1990; Romer, 1990

y Aghion y Howitt, 1992) y que este hecho se conoce como “efecto escala”, implicando que los países con una mayor población tendrán mayores tasas de crecimiento.

Las teorías optimista, pesimista y neutral han sido defendidas con modelos económicos y estudios empíricos más o menos robustos pero la evidencia empírica parece refutar la importancia de la población, favoreciendo a la teoría neutral. Sin embargo, hasta hace algunos años, la mayoría de los estudios se había concentrado en el análisis de la influencia que tiene el tamaño y el crecimiento poblacional en el crecimiento económico, dejando de lado una variable que puede tener mayor importancia: la estructura de edad de la población. El siguiente capítulo se dedica al estudio de dicha variable y su relación con la transición y el dividendo demográfico.

### **III. LA DINÁMICA POBLACIONAL Y SU POSIBLE IMPACTO EN LA ECONOMÍA.**

#### **III.1 La Transición Demográfica.**

La transición demográfica es un fenómeno mundial que tiene su origen en Europa en el siglo XIX y a lo largo del tiempo se ha dispersado a todas las partes del mundo en mayor o menor medida. Antes de que ocurriera, la esperanza de vida era corta, los nacimientos eran muchos, el crecimiento económico era lento y la población joven en promedio. La transición se caracteriza por tres etapas: En la primera, las tasas de mortalidad y fertilidad son altas; En la segunda, se presenta una disminución en la tasa de mortalidad y la fertilidad decrece paulatinamente, generando un aumento en la población total; La tercera etapa se caracteriza por la caída de la tasa de fertilidad y el estancamiento de la población, lo que produce el envejecimiento progresivo de la misma.

Durante la segunda etapa, la disminución de la mortalidad puede venir por varios factores. Uno de ellos es la disminución de la transmisión de enfermedades

contagiosas por medio del aire o el agua. La medicina preventiva y el mejoramiento de la higiene personal pudieron jugar un papel importante en la disminución de la mortalidad. Mejoras en la nutrición del individuo promedio y el empleo de una vida más saludable hablan de un conocimiento mayor de las enfermedades, su prevención y una mejora en la esperanza de vida. El acceso a centros públicos de salud también es un factor que contribuye a que aumente la calidad y duración de la vida.

La disminución en la fertilidad puede ser resultado indirecto del aumento en la esperanza de vida: si los padres desean tener un número determinado de hijos sobrevivientes, un aumento en la probabilidad de sobrevivir de los hijos nacidos puede incentivar a los padres a tener menos partos y así disminuir la demanda de niños por motivos precautorios. Por otro lado, un incremento en la esperanza de vida de los adultos puede determinar la decisión de inversión en el cuidado de los hijos dando incentivos a las mujeres a realizar una inversión mayor en capital humano, aspirar a un salario mayor y, consecuentemente, disminuir la demanda de hijos debido a que el cuidado que éstos requieren es tiempo-intensivo. En ese sentido, existe una relación negativa entre el nivel de escolaridad y el número de hijos demandado que, para el caso de Brasil, se estudia en (David Lam; Suzanne Duryea, 1999).

Otro factor que afecta de forma negativa a la demanda de hijos es la relación negativa entre la cantidad de hijos que los padres desean y el nivel de salario percibido por las mujeres, Waldfogel estudia dicha relación para el caso de Estados Unidos y encuentra que existe una penalización en el salario de las mujeres inherente al número de hijos en las familias (Waldfogel, Jane 1997). El atraso de la edad fértil por parte de las mujeres en Europa y la consecuente disminución en el número de hijos demandados a lo largo de la vida, son otros factores que impulsan la disminución de la tasa de fertilidad y son favorecidos por del deseo de las mujeres de suavizar el consumo a lo

largo del tiempo, así como por la planeación de su carrera profesional (Gustafsson, Siv. 2000). Aunado a esto y cuando se realiza la planeación familiar, los padres se enfrentan ante la disyuntiva de tener menos hijos de mayor calidad, en términos de salud y educación, o más hijos de menor calidad. La tendencia mundial parece favorecer a la primera opción (Becker 1991).

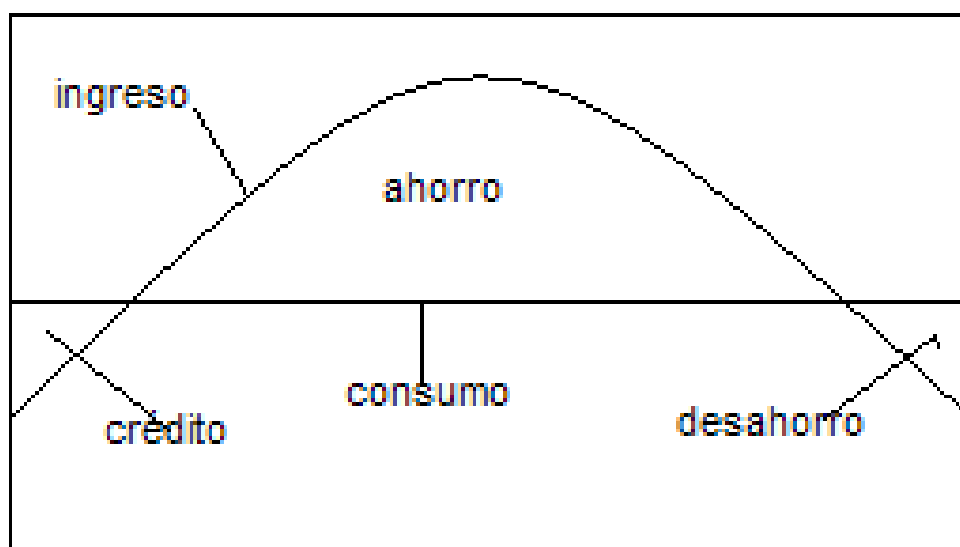
Otro factor importante en la disminución de la fertilidad han sido las campañas promovidas por el gobierno orientadas a disminuirla por medio de la educación sexual y la difusión del empleo de métodos anticonceptivos que tuvo inicio en el siglo pasado.

### **III.2 Estructura de edad.**

La combinación de la disminución en la tasa de mortalidad y el consecuente decremento en la tasa fértil contribuyen de manera significativa al incremento en la población durante un tiempo determinado, generan un auge en la población infantil, y, tal vez más importante aún, modifican la estructura de edad de la población.

La estructura de edad de la población es la distribución del total de individuos con respecto a su edad en un lugar y tiempo determinado. La importancia del análisis de la incidencia de dicha variable en el crecimiento radica en que el comportamiento que los individuos de una economía llevan a cabo esta en función de su edad. Siguiendo la teoría del ciclo vital de Franco Modigliani, si suponemos que los individuos prefieren suavizar el consumo intertemporal, podemos afirmar que los individuos podrían comportarse de manera distinta a lo largo de su ciclo de vida. La figura III.1 modela la teoría del ciclo vital. En una etapa temprana, los individuos son dependientes de los recursos proporcionados por personas mayores y se comportan como consumidores netos; En la etapa productiva, los individuos se comportan como productores netos e incluso como ahorradores; En la última etapa de la vida, las personas vuelven a ser dependientes si no ahorraron lo suficiente durante su etapa productiva. Si lo hicieron, el

ahorro que generan puede ser un generador de inversión y crecimiento importante (Bloom, Canning y Sevilla, 2002).



Los cambios en la estructura de edad son notorios en los cocientes de dependencia. Este indicador puede descomponerse en dos: la dependencia juvenil y la dependencia por parte de los adultos mayores. El primer caso es el cociente que resulta de dividir a la población menor de 15 años entre la población en edades laborales (15 a 64 años), y en el segundo a la población de 65 años o más entre la de edad de trabajar. La razón de dependencia total deriva de la suma de ambos indicadores e influye de forma negativa al crecimiento económico.

Así las cosas, se pone de manifiesto la importancia que tiene la estructura de edad en la determinación del crecimiento económico. Por esta razón, durante los últimos años ha surgido una serie basta de estudios que tratan de explicar tal relación. David Bloom y Jeffrey Williamson (1998), utilizan variables demográficas, entre las que se incluye a la estructura de edad, para estimar su efecto en el crecimiento de países del este Asiático para el periodo de 1965-1990 y encuentran que parte del crecimiento “milagroso” de estos países radica en que el crecimiento de la proporción de personas en edad laboral fue más rápido que el incremento la proporción de personas en edad

dependiente.

Bloom, Canning y Malaney (1998) muestran que, para el mismo periodo, el crecimiento de los países del este Asiático no fue afectado de forma significativa por el crecimiento poblacional, sino más bien por el incremento de la esperanza de vida, el cambio en la estructura de edad y la densidad poblacional.

Bloom, Canning y Sevilla (2002) dedican un capítulo de su libro a la revisión de casos de estudio para el este y sur Asiático, Japón, Estados Unidos, Europa Occidental, Nueva Zelanda, Australia, Latinoamérica, África Sub-Sahariana, Europa del Este y la ex-uni6n Soviética. Dentro de dicho estudio podemos destacar el hecho de que la regi6n de Latinoamérica ha seguido un patr6n de evoluci6n poblacional muy semejante al del este Asiático pero con resultados que dejan mucho que desear. Basta decir que para el periodo 1965-1995 la regi6n del Este Asiático report6 un crecimiento promedio del producto per capita de 6.8%, mientras que Latinoamérica un 0.7%. La diferencia, seg6n los autores, radica en que la combinaci6n de un gobierno d6bil y la falta de apertura econ6mica pudo ser un factor que fren6 el crecimiento potencial que el cambio poblacional pudo traer.

Rafael G6mez y Pablo Hern6ndez (2003), empleando una regresi6n “a la Barro”, estiman el efecto en la tasa de crecimiento del producto per capita debido a cambios en la proporci6n de adultos en edad laboral (15-64 a6os) para pa6ses miembros de la OCDE y encuentran que un incremento de 1% en la proporci6n de personas entre 15 y 64 a6os sobre el total de personas implica un incremento de 1.08% sobre el producto per capita en el transcurso de una d6cada.

Andrew Mason y Ronald Lee (2004), utilizando informaci6n sobre los patrones de consumo e ingreso laboral para las distintas edades, desarrollan un modelo que permite estimar el dividendo demogr6fico, separando los efectos por el incremento en la

fuerza laboral y por el incremento en el ahorro para varios países en el periodo de 1960 a 2000, encontrando resultados positivos para la mayoría de los países.

### **III.3 Dividendo Demográfico.**

La transición demográfica y sus repercusiones en la estructura de edad poblacional generan situaciones que pueden favorecer o perjudicar al crecimiento económico. Hablamos de una “Ventana de Oportunidad” o “Dividendo Demográfico” cuando el cambio poblacional genera situaciones que pueden ser aprovechadas para que el nivel de producción se incremente. Es necesario aclarar que la ventana de oportunidad es una posibilidad de crecimiento en potencia y que su aprovechamiento esta en función de las acciones de política pública que se lleven a cabo. Un primer paso para analizar la transición radica en identificar cuales son las eventualidades y oportunidades posibles que implica el arribo de la transición. Es por ello que las siguientes líneas se dedican a delimitar dichas consecuencias.

Las oportunidades que genera el cambio poblacional se observan en incrementos en la fuerza laboral, ahorro e inversión en capital humano y tienen su origen en la disminución de las tasas de mortalidad y fertilidad. Primero, dicha disminución puede tener repercusiones en el nivel de capital humano de la población en general. Una esperanza de vida más larga, es indicador de mejores condiciones de salud, que son factor fundamental en el buen desempeño de las labores productivas de la población, o en otros términos, en el incremento de su productividad laboral. Los individuos encuentran incentivos para invertir en más educación de la que hubieran adquirido si tuvieran una esperanza de vida menor ya que el costo de oportunidad de estudiar o prepararse, en términos de tiempo, se ve disminuido.



La disminución de la natalidad puede ser resultado de un incremento en la educación, David Lam y Suzanne Duryea estudian la posible relación negativa entre el nivel de escolaridad de los padres y su fertilidad con evidencia de Brasil y demuestran que, durante los primeros ocho años escolares, dicha relación existe y es significativa. El mismo estudio sugiere que la escolaridad de los padres está relacionada positivamente con la de los hijos y con el salario de reserva de las mujeres, indicando que el incremento de la escolaridad de las madres tiene un efecto positivo primeramente en la calidad de los hijos y de manera marginal en el incremento de fuerza laboral, dado que el incremento en la educación provoca que los salarios de reserva aumentan más rápido que los de mercado (David Lam; Suzanne Duryea, 1999). De esta forma, existe un aumento en la productividad laboral debido al incremento en el nivel de capital humano de la población.

Segundo, la combinación de los decrementos de la mortalidad y natalidad genera un aumento considerable del nivel de población. En un periodo inicial la razón de dependencia infantil se incrementa, pero después de algunos años la razón disminuye, se abre paso un incremento en la fuerza laboral potencial de dimensiones importantes que, además, puede estar gozando de mejor salud, educación y, en consecuencia, de una productividad más elevada.

El caso de Irlanda es un ejemplo muy ilustrativo de las ventajas que puede traer consigo la transición demográfica debido a la expansión de la cantidad y calidad de la oferta laboral. Un estudio elaborado por David Bloom y David Canning (2003) afirma que la legislación en contracepción llevada a cabo en Irlanda en 1980 tuvo un efecto intenso en la disminución de la natalidad y en la composición relativa de la estructura de edad, aumentando la proporción de las personas en edad de trabajar y con ello las posibilidades de crecimiento. En el estudio se señala que la Economía de Irlanda pasó

de una tasa de crecimiento de 3.5% en 1960 a una de 5.8% en 1990 y que el crecimiento coincide cercanamente con la disminución de la razón de dependencia. El dividendo demográfico fue acompañado de una política de apertura comercial, orientada a promover la inversión directa en Irlanda y las exportaciones, y por una política educativa encaminada hacia la educación secundaria gratuita. Ambas políticas contribuyeron a que se aprovecharan las oportunidades de crecimiento creadas por la transición demográfica ya que, por un lado, la población fue más productiva y, por el otro, la demanda de trabajo se expandió y se pudo absorber la creciente oferta laboral.

Tercero, una vez avanzada la transición, cuando la razón de dependencia de los adultos mayores comienza a incrementarse, el consumo puede suavizarse mediante la acumulación de riqueza. Una posibilidad es que los individuos acumulen activos por su cuenta o que participen en programas de ahorro para el retiro. Un nivel de ahorro mayor permite mayores oportunidades de crecimiento ya que los individuos que desean invertir encuentran fondos mediante los que pueden generar un incremento en el nivel de producto, debido a los rendimientos obtenidos de los proyectos rentables, y los individuos que ahorran reciben una recompensa por el sacrificio de consumo contemporáneo.

Existe debate sobre la edad en la que se ahorra en mayor cantidad, si es en los años cercanos al retiro o en un periodo productivo anterior como lo afirmaría la teoría del ciclo vital. En un estudio realizado por Thomas Lindth se afirma que, para un grupo de países miembros de la OCDE en el periodo de 1960 a 1995, las personas más viejas y las próximas al retiro son más proclives a ahorrar que el resto de la población (Lindth, Tomas. 1999). A conocimiento del autor, no existen estudios que determinen de manera concluyente el rango de edad, dentro de la etapa productiva, en el que la propensión a ahorrar sea mayor. Lo que suele concederse es que durante alguna parte de la etapa

productiva el ahorro se incrementa y que el ahorro privado se ve afectado por la estructura de edad.

El caso de Taiwán es ejemplar a la hora de explicar los beneficios potenciales de los cambios en la estructura de edad, producto del incremento en la tasa de ahorro. El ahorro privado cambió de 5% en los 50's a 20% en los 80's y 90's. Las tasas de ahorro variaron en función de la edad y fueron más altas en los hogares cuyo jefe de familia pertenecía al rango de edad de entre 50 y 60 años. En el estudio realizado por David Bloom y David Canning (2005) se considera al cambio en la estructura de edad como un factor importante para explicar tal incremento en las tasas de ahorro privado junto con una vida laboral más larga debido al incremento en la esperanza de vida. Andrew Mason y Ronald Lee (2004), por otro lado, estiman que, suponiendo que no existen sistemas de soporte familiar, el ingreso por trabajador podría incrementarse en un 0.67% anual para el periodo de 2000 a 2050 debido al aumento de activos inducidos por la disminución de la fertilidad y por un incremento en la esperanza de vida. Cuando desechan tal supuesto, sus estimaciones reportan un incremento de 0.51% adicional por año.

De esta forma, los efectos de una estructura de edad dinámica generan dos tipos de dividendo demográfico. El primero surge debido a que el cambio en la estructura de edad puede provocar que la proporción de personas en edad de trabajar se amplifique a la par del ahorro dado que la población trabajadora es la que ahorra más. Los niños y las personas longevas consumen mucho más de lo que producen mientras que las personas en edad de trabajar producen mucho más de lo que consumen por lo que una concentración de las personas en las edades productivas se ve reflejada en un incremento del ingreso per capita. El segundo dividendo es el resultado del envejecimiento de la población ya que surge la necesidad de proveer consumo para la población longeva dada la disminución de su ingreso laboral. Algunas sociedades han respondido a dicha dificultad aumentando las tasas de ahorro y acumulando más capital,

generando que las perspectivas de crecimiento se amplíen (Mason, A. 2005). Andrew Mason realiza estimaciones del segundo dividendo demográfico para el caso de Estados Unidos, Japón e India y encuentra que en todos los casos el segundo dividendo fue mayor que el primero y que existen periodos en los que el segundo dividendo contribuyó con al menos un punto porcentual en el crecimiento del PIB, en particular, el periodo de 1975-2005 para India y 1950-1980 para Japón.

Como se ha mencionado, la transición demográfica puede traer consigo oportunidades de crecimiento económico pero su advenimiento implica algunas preocupaciones. Las inquietudes son diversas pero podemos pensar primeramente en la posible ausencia de la demanda laboral que absorba la oferta creciente. Si no se generan las fuentes de empleo suficientes para la absorber a los nuevos trabajadores potenciales se puede generar un problema de desempleo que frene al crecimiento económico y traiga consigo otros males tales como la inseguridad, el incremento del sector informal de la economía, pobreza, etc.

Podemos pensar en el envejecimiento poblacional como una carga pesada para la sociedad si la razón de dependencia de los adultos mayores se incrementa rápidamente e impone presiones severas sobre los sistemas de salud y seguridad social en un marco donde predomine la ausencia de instituciones financieras adecuadas que permitan que la población pueda financiar su jubilación. El escenario es peor si la distribución del ingreso es desigual ya que se pueden fortalecer las trampas de pobreza de los adultos mayores, haciendo aún más difícil el crecimiento económico.

Además, pueden existir impedimentos a la acumulación de capital humano. Las principales trabas pueden ser; mercados financieros imperfectos que no permitan la inversión en educación debido a la falta de financiamiento, generando trampas de pobreza que lleven a las generaciones a carecer de inversión educativa de manera

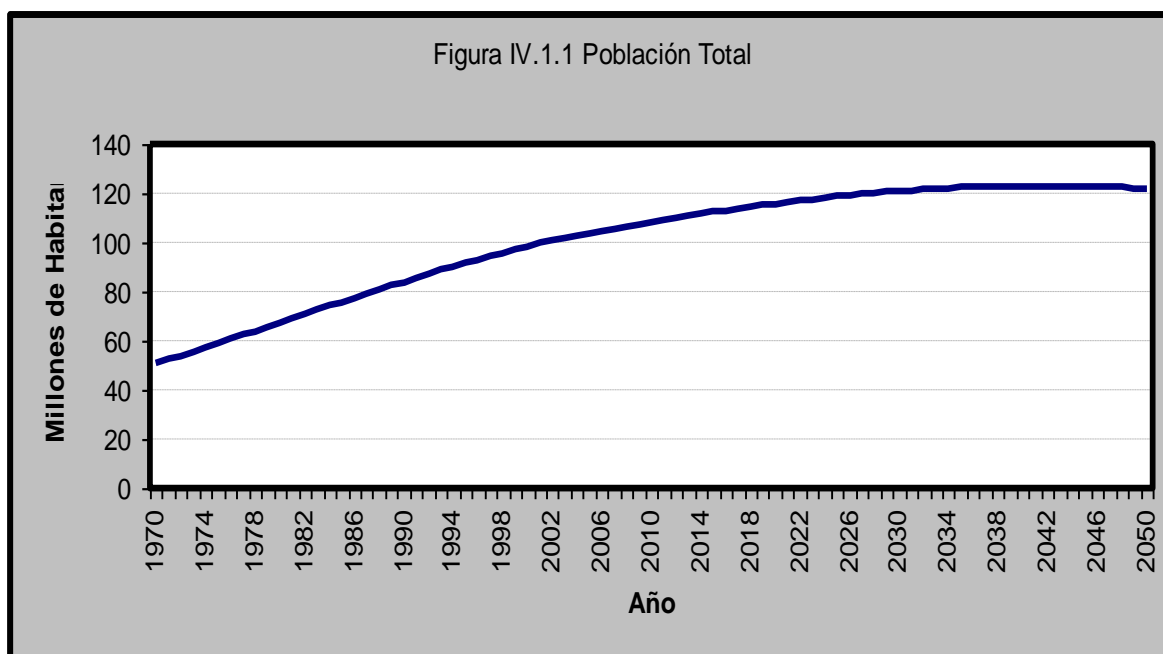
recurrente; gobiernos que no gasten lo suficiente en educación o que el gasto educativo sea mayoritariamente gasto corriente y no se refleje en mejoras en la calidad educativa o en inversiones en Investigación y Desarrollo.

Una vez que hemos descrito las características de la transición demográfica, sus repercusiones en la estructura de edad, así como la posibilidad de la existencia del dividendo demográfico, continuamos con el estudio de las características demográficas de México para determinar si es que el cambio poblacional ha repercutido en el patrón de crecimiento de los últimos años.

#### IV. EL CASO DE MÉXICO.

##### IV.1 La Transición Demográfica en México.

Al analizar el comportamiento de la población en el periodo que va de 1971 a 2005 en México, podemos notar que se caracteriza por un incremento sostenido en el número de habitantes. Sin embargo, si bien es cierto que la población ha aumentado, también lo es que lo ha hecho a tasas decrecientes y lo seguirá haciendo de acuerdo a las proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO) de noviembre de 2006. La figura IV.1.1 pone de manifiesto la tendencia del crecimiento poblacional.



Fuente: Consejo Nacional De Población, proyecciones de noviembre de 2006.

México presentó una disminución notoria de la mortalidad debido a la expansión de servicios médicos, la creación del IMSS en 1942 y al bajo costo de las medicinas importadas. Dicha disminución fue acompañada por una política pronatalista que tuvo como objetivo poblar el territorio nacional y abastecer la demanda de trabajo en el sector industrial que se encontraba en expansión. Todo esto provocó un crecimiento demográfico rápido durante el siglo XX, teniendo un crecimiento especialmente rápido entre 1954 y 1974, donde se alcanzaron tasas de crecimiento del orden de 3% anual (Parada, Virgilio 2004).

A partir de los 70's, hubo un cambio de política demográfica en México hacia una disminución de la tasa de crecimiento poblacional. Las preocupaciones de tal incremento se hicieron presentes en la iniciativa de la Ley General de Población de 1973, propuesta durante el sexenio del presidente Luis Echeverría. Los artículos primero y segundo de la ley, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 7 de enero de 1974, manifiestan que “su objeto es regular los fenómenos que afectan a la población en cuanto a su volumen, estructura, dinámica y distribución en el territorio nacional, con el fin de lograr que participe justa y equitativamente de los beneficios del desarrollo económico y social”. También, responsabiliza de coordinar las medidas adecuadas y necesarias a la Secretaría de Gobernación, a cuyo titular le encarga la presidencia del CONAPO, creado por los artículos 5° y 6° para realizar la planeación demográfica del país.

Algunas de las medidas que se emplearían se enuncian en el artículo tercero de la Ley General de Población son:

**I.-** Adecuar los programas de desarrollo económico y social a las necesidades que planteen el volumen, estructura, dinámica y distribución de la población;

**II.-** Realizar programas de planeación familiar a través de los servicios educativos y de salud pública de que disponga el sector público y vigilar que dichos

programas y los que realicen organismos privados, se lleven a cabo con absoluto respeto a los derechos fundamentales del hombre y preserven la dignidad de las familias, con el objeto de regular racionalmente y estabilizar el crecimiento de la población, así como lograr el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y naturales del país;

**III.-** Disminuir la mortalidad;

**IV.-** Influir en la dinámica de la población a través de los sistemas educativos, de salud pública, de capacitación profesional y técnica, y de protección a la infancia, y obtener la participación de la colectividad en la solución de los problemas que la afectan;

**V.-** Promover la plena integración de la mujer al proceso económico, educativo, social y cultural;

**VI.-** Sujetar la inmigración de extranjeros a las modalidades que juzgue pertinentes, y procurar la mejor asimilación de éstos al medio nacional y su adecuada distribución en el territorio;

**VII.-** Restringir la emigración de nacionales cuando el interés nacional así lo exija;

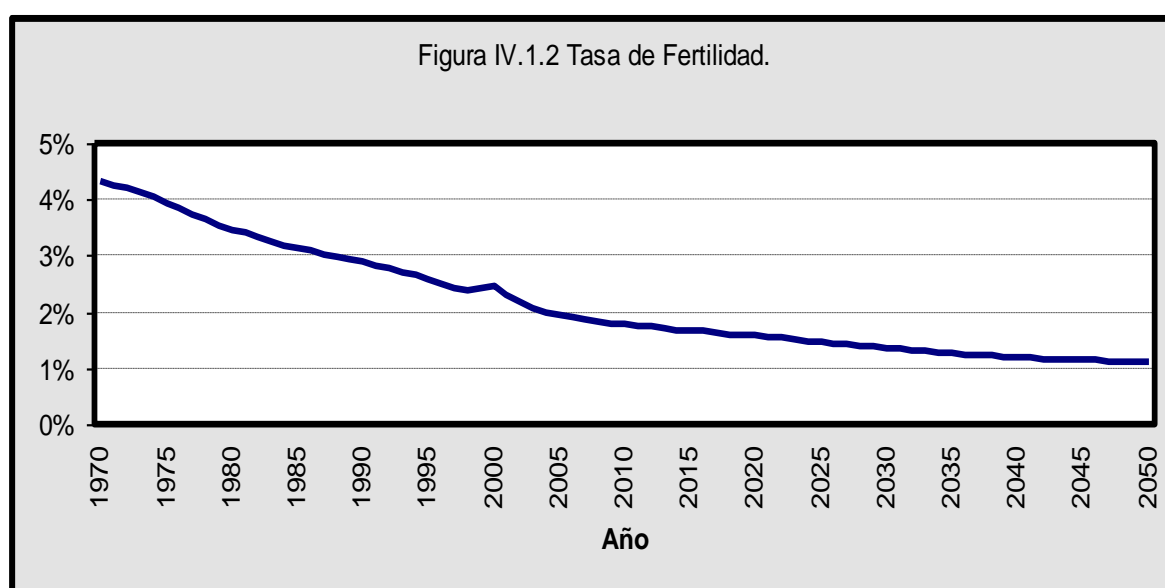
**VII.-** Procurar la planificación de los centros de población urbanos, para asegurar una eficaz prestación de los servicios públicos que se requieran;

**IX.-** Procurar la movilización de la población entre distintas regiones de la República con objeto de adecuar su distribución geográfica a las posibilidades de desarrollo regional, con base en programas especiales de asentamiento de dicha población;

A partir de entonces, se llevaron a cabo acciones para concientizar a la población sobre aspectos demográficos y de planeación familiar. En palabras del Secretario General del CONAPO de 1999 Dr. Rodolfo Tuirán, algunas de las más sobresalientes

fueron: los esfuerzos de institucionalización de la educación en población en los ámbitos escolar y extraescolar; las acciones de capacitación y sensibilización tanto del magisterio y del personal de salud como de otros agentes institucionales; el diseño y la producción de materiales educativos tanto impresos como audiovisuales dirigidos a audiencias urbanas y rurales, incluidos, entre otros grupos, niños y niñas, adolescentes, jóvenes, parejas próximas a contraer matrimonio y personas en edad reproductiva; el desarrollo de campañas de comunicación en prensa, radio, televisión y cine concebidas como procesos permanentes, planificados y sistemáticos, con lemas de amplia recordación como el de "vámonos haciendo menos... para vivir mejor", "pocos hijos para darles más", "la familia pequeña vive mejor" y "planifica es cuestión de querer"; y el surgimiento y desarrollo de diversas líneas telefónicas, como De Joven a Joven y Planificatel, orientadas a facilitar la apropiación "doméstica" de información relevante para apoyar la toma de decisiones de las personas.

Las medidas implementadas para disminuir la tasa de fertilidad parecen haber tenido éxito si observamos el comportamiento de ésta a lo largo del periodo de análisis en la figura IV.1.2.

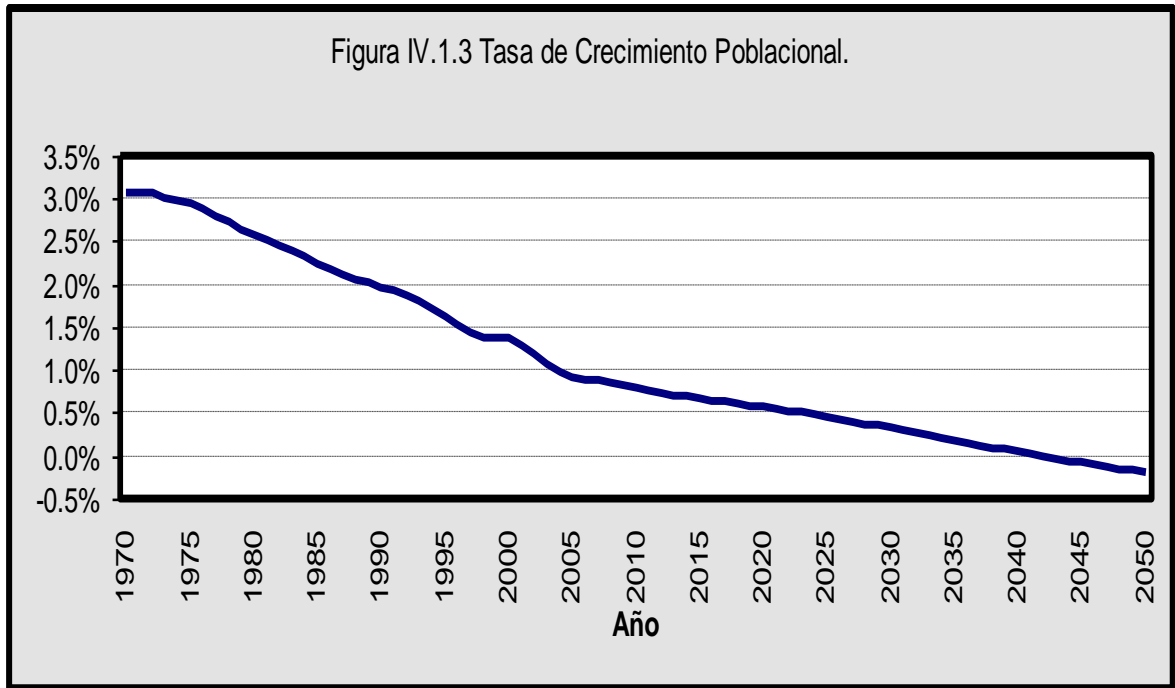


Fuente: Consejo Nacional de Población, proyecciones de noviembre de 2006.



Por otro lado, también han ocurrido avances en la prolongación de la esperanza de vida, indicador de la calidad de la misma. La esperanza de vida promedio pasó de 61 años en 1970 a 74 en 2005, es decir, se incrementó 21.3% en 35 años.

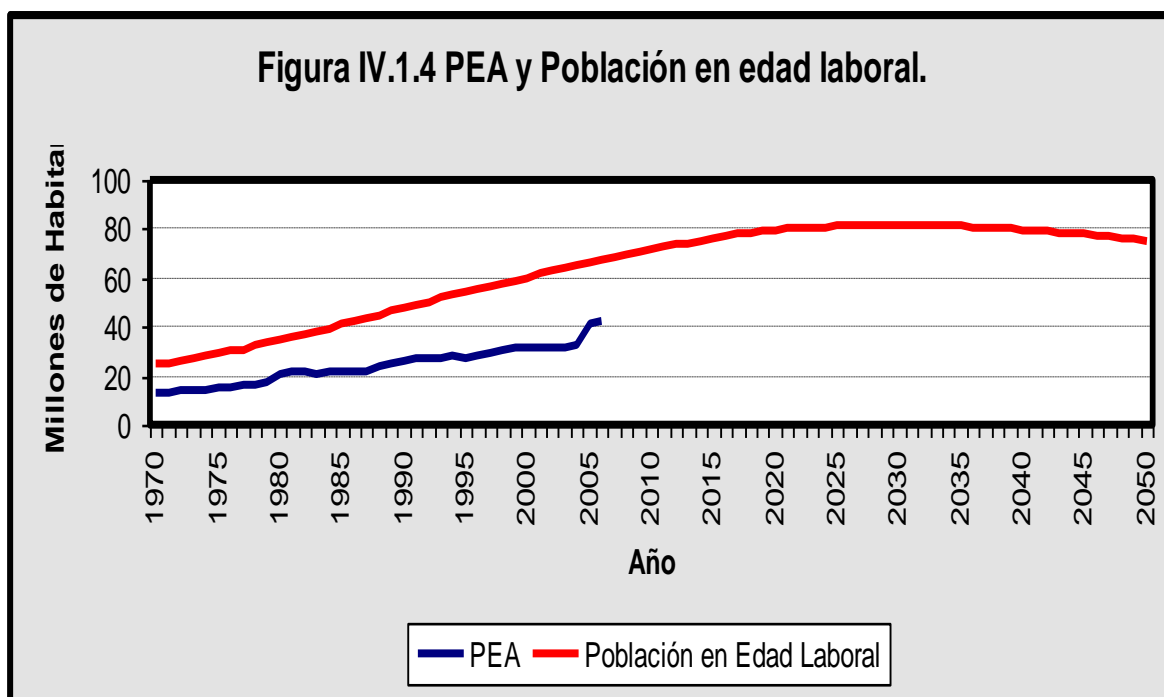
Los fenómenos anteriores se han traducido en un incremento de la población, que crece a tasas decrecientes, lo cual se observa en la figura IV.1.3.



Fuente: Consejo Nacional de Población, proyecciones de noviembre de 2006.

Las medidas para mejorar el nivel educativo de la población son notorias al considerar que el número promedio de años de escolaridad pasó de 3.4 en 1970 a 8 en 2006.

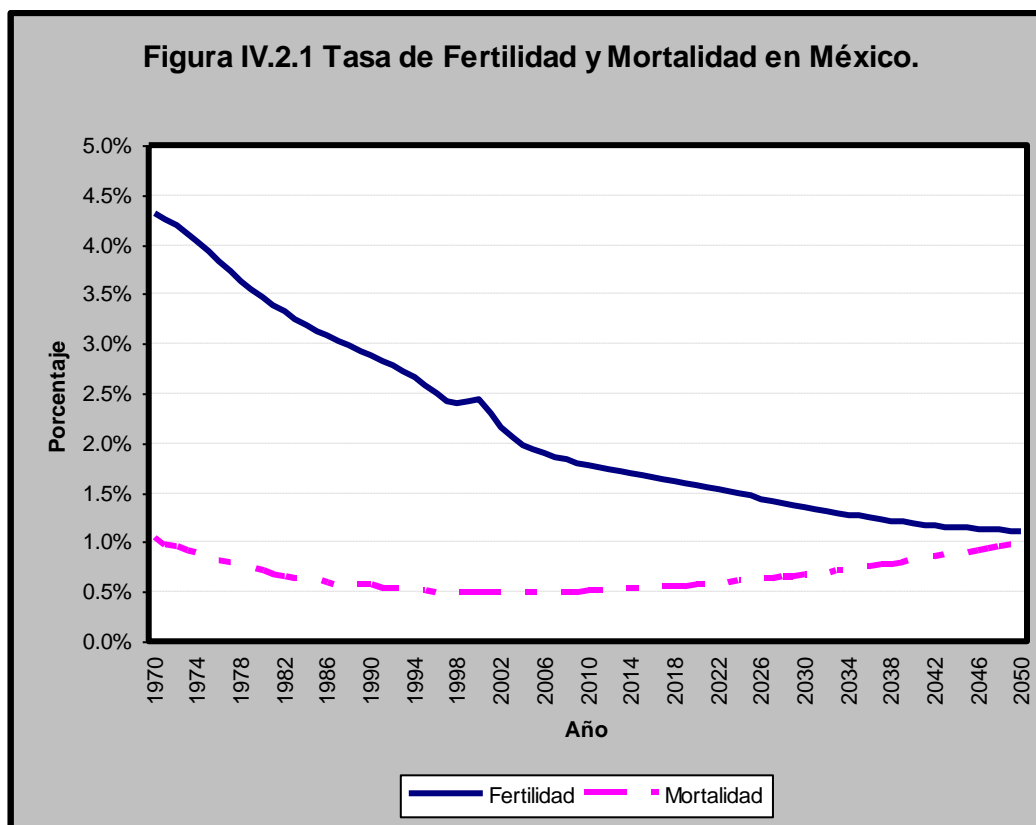
Una preocupación surge al analizar la figura IV.1.4, observando las proyecciones de la proporción de la población en edad de trabajar y la económicamente activa, podemos notar que existe una brecha que se incrementó a lo largo de los últimos treinta años. Este hecho es preocupante si se piensa en el desempleo potencial que se puede generar si no se incrementa la demanda laboral.



Fuentes: Consejo Nacional de Población, proyecciones de noviembre de 2006; Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, H. Cámara de Diputados.

#### **IV.2 Estructura de Edad en México.**

Un aspecto que es igual o más importante que el tamaño y la tasa de crecimiento de la población, al considerar el efecto de la transición demográfica en el crecimiento económico, es el efecto que ha tenido la transición demográfica en la estructura de edad del país. La figura IV.2.1 pone de manifiesto dos de las situaciones que caracterizan a las transiciones demográficas: la disminución de la tasa de mortalidad y la subsiguiente caída en la tasa de fertilidad. Tales fenómenos generaron el boom poblacional de los 70's y afectaron a la estructura de edad de México.

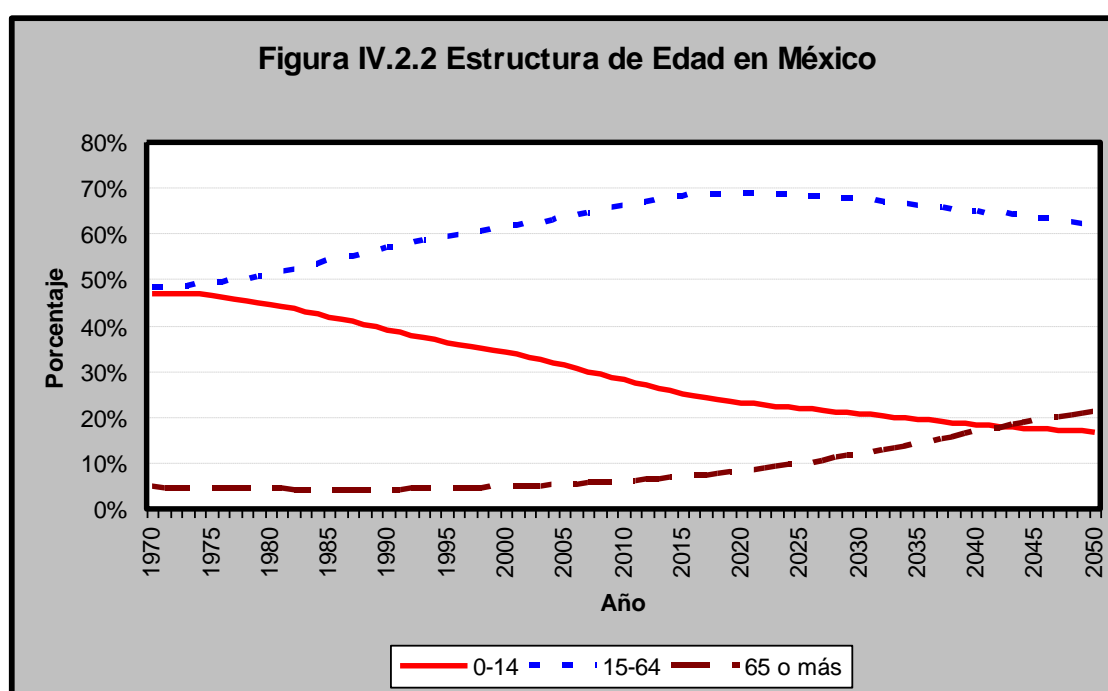


Fuente: Consejo Nacional de Población, proyecciones de noviembre de 2006.

En el gráfico IV.2.2 se observa como ha variado la composición de los tres grupos principales de edad. Cabe mencionar que el incremento de la parte de la población que se encuentra en la edad laboral es de 1.6% anual en promedio para el periodo de 1972 a 2006, mientras que para la parte de la población que se encuentra entre 0-14 y 65 o más el promedio es de 0.004% y 0.001% del total de la población respectivamente. De esta forma, podemos inferir que la proporción de personas en el rango de edad laboral crece más rápido que los otros dos grupos, por lo que se esperaría que al incrementarse la fracción de individuos perteneciente al rango de edad 15-64 con respecto al total, por lo menos alguna de las otras dos porciones disminuyera para compensar el incremento del grupo en edad laboral.

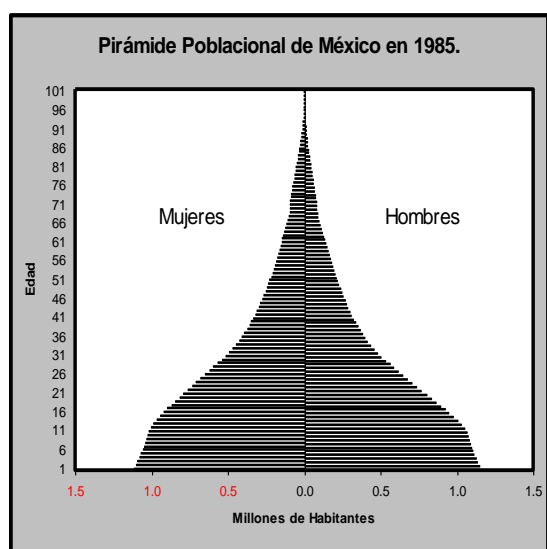
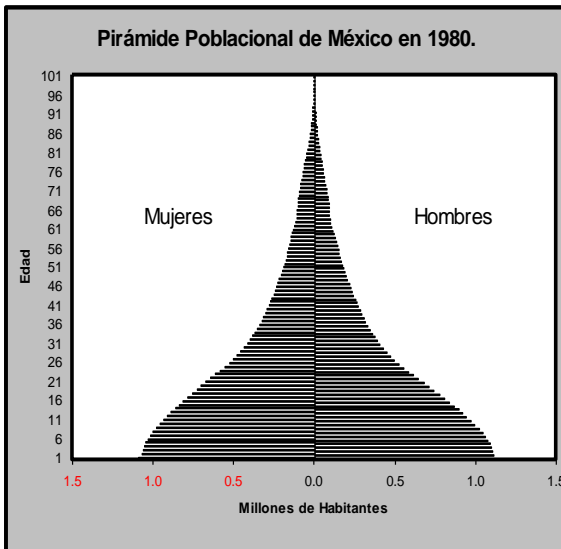
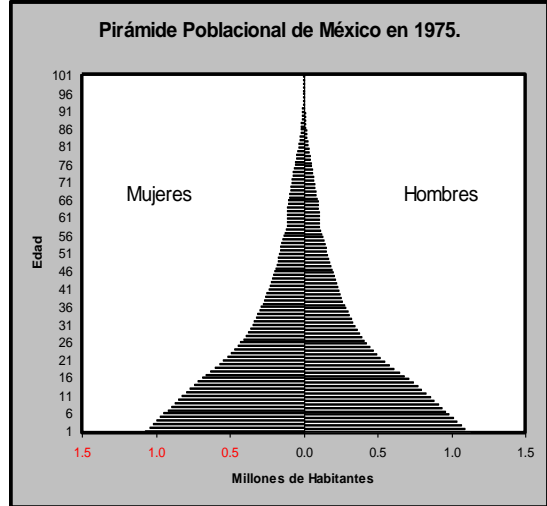
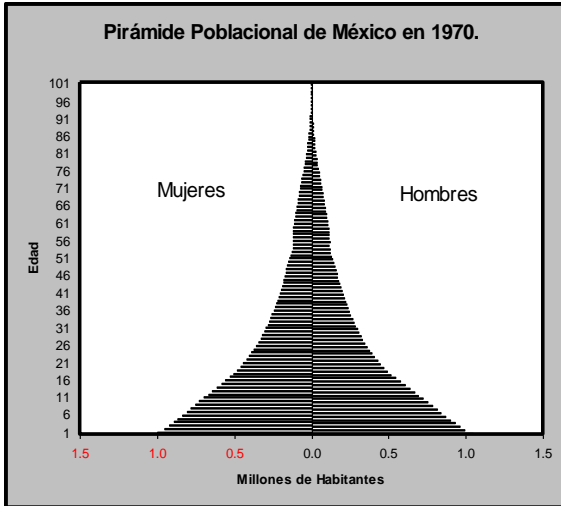
En la misma figura se observa el cambio en la composición de la estructura de edad mencionado y podemos ver que el porcentaje de la población en edad de trabajar, efectivamente se está incrementando en comparación con los otros dos grupos, y llegará

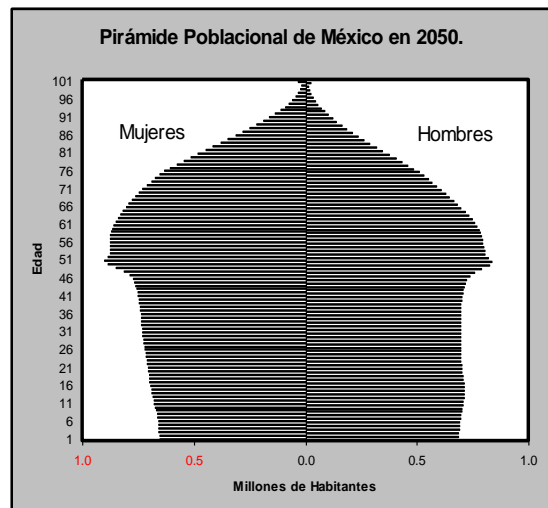
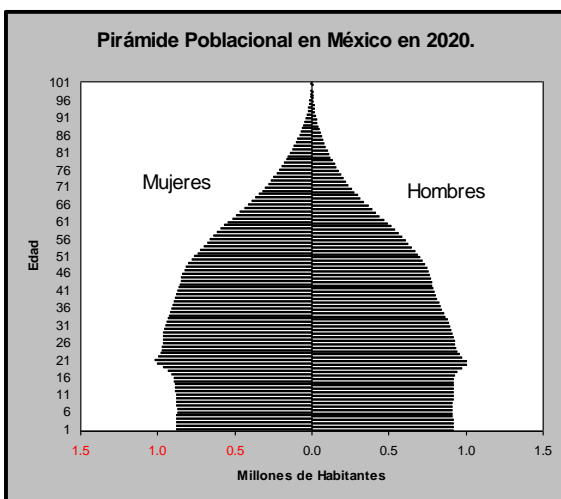
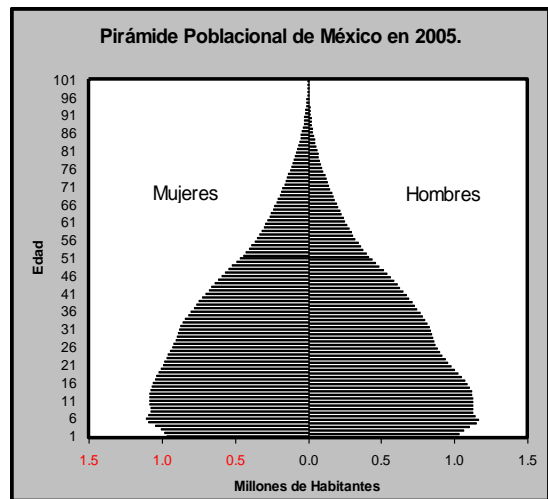
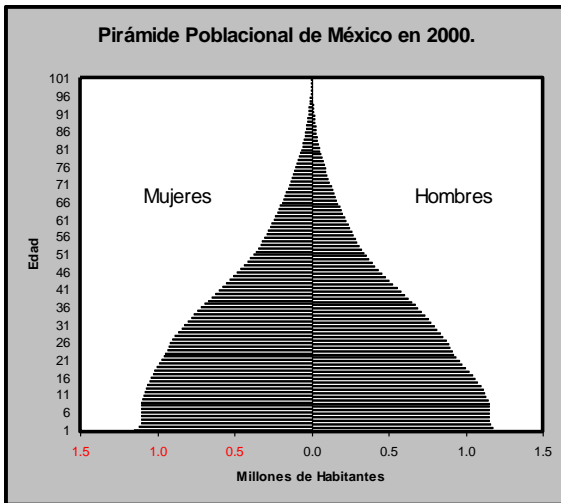
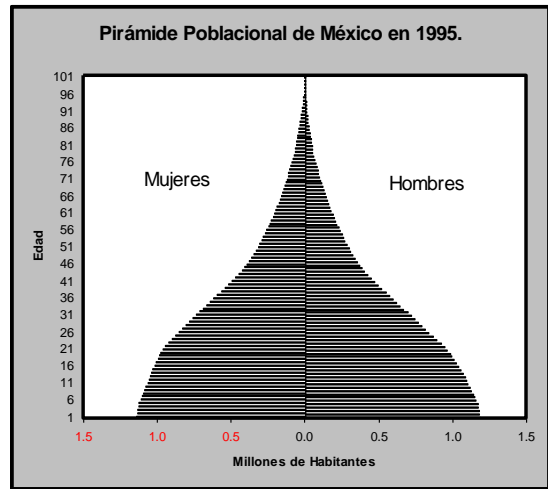
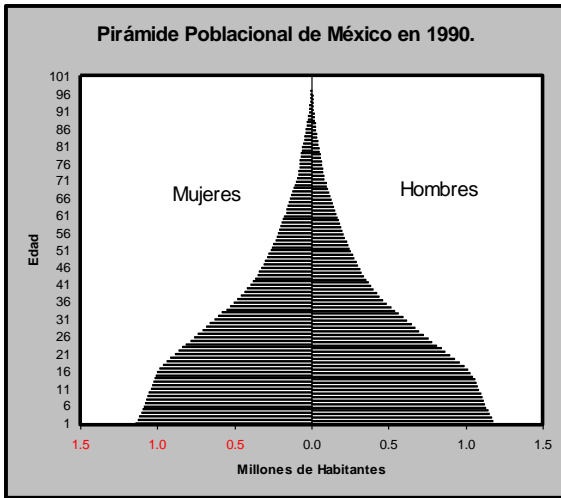
a su máximo en el año 2020, cuando alcance el 68.72% de la población total. Si comparamos como eran las proporciones al principio del periodo de análisis con respecto al final (1970-2005), encontramos que en 1970, la proporción más joven tenía el 47.07%, la que se encuentra en edad laboral 48.41% y la parte más longeva 4.52% mientras que en el 2005 los porcentajes fueron 30.66% 64.01% y 5.33 respectivamente. Por lo que se hace evidente que para el periodo que analizamos, la parte de la población en edad laboral aumenta junto con la longeva, mientras que la infantil se va reduciendo.

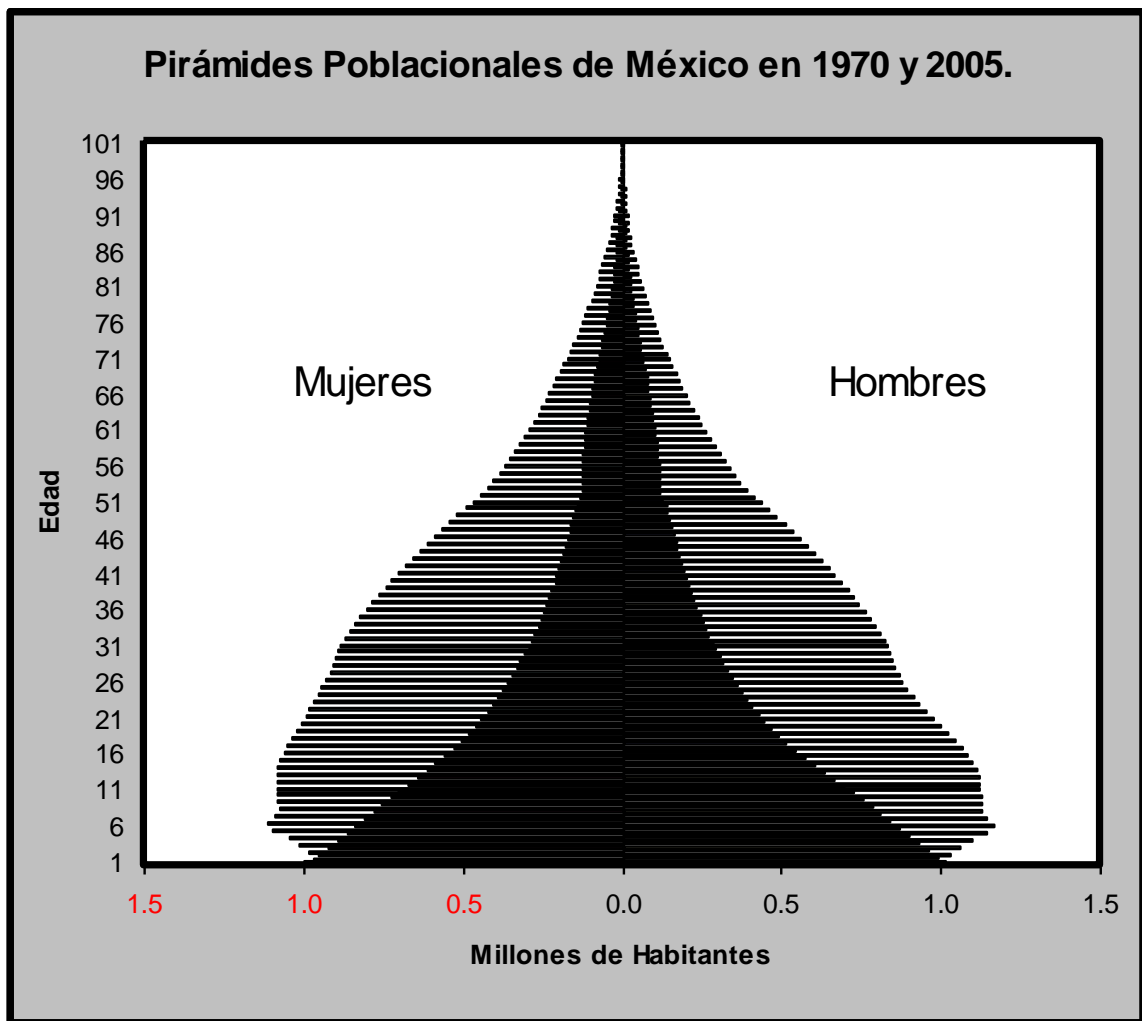


Fuente: Consejo Nacional de Población, proyecciones de noviembre de 2006.

El análisis de la evolución de las pirámides poblacionales nos permite idealizar el comportamiento de la población a través del tiempo. Presentamos el comportamiento de la estructura de edad de los últimos 35 años, la proyección para el año 2020 y 2050, así como la comparación de la estructura de 1970 con la de 2005. Si observamos esta última, podemos ver que hay un incremento considerable en la proporción de personas en edad laboral, lo que nos hace pensar en la posibilidad de la existencia del dividendo demográfico.



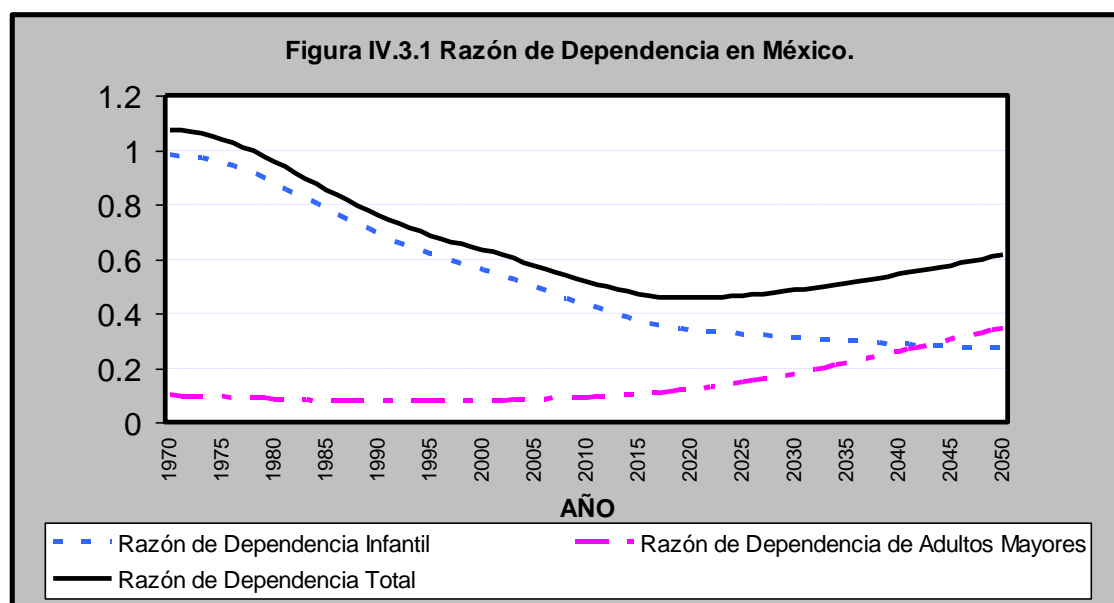




#### **IV.3 La razón de dependencia en México.**

Los hechos mencionados en la sección anterior nos llevan pensar en el comportamiento de la razón de dependencia a lo largo del tiempo. Si miramos el inicio y el final del periodo notamos que en 1970 la razón de dependencia infantil era de 0.97 y la senil 0.09 mientras que en 2006 fueron de 0.48 y 0.08 respectivamente. Ambas razones disminuyeron en el periodo de estudio. Sin embargo, la razón de dependencia senil tocó su punto más bajo en 1993 cuando tuvo un valor de 0.0725 y a partir de ese año comenzó a tener una tendencia a subir que se prolongará en el futuro debido al envejecimiento de la sociedad. La razón de dependencia total llegará a su punto mínimo en el año 2020 cuando la razón de dependencia senil comience a empujar con más fuerza en detrimento de la proporción de la población en edad de trabajar. Hacia la

mitad del presente siglo, la estructura por edad se habrá transformado radicalmente con un predominio de los adultos y de los adultos mayores.



Fuente: Estimaciones propias con base en las proyecciones de noviembre de 2006 del Consejo Nacional de Población.

Así, el efecto de la disminución de la tasa de mortalidad y la consecuente reducción de la de natalidad en México nos permite caracterizarlo como un país que atraviesa por la segunda etapa de la transición demográfica: un país que puede capitalizar el dividendo demográfico si se toman las medidas necesarias para alcanzar dicho objetivo. Dada la composición, mayoritariamente joven, de la estructura de edad en México, (con una edad mediana de 15 años en 1970 y de 24 en 2005) se intuye que la mayor parte del dividendo demográfico podría venir por incrementos en la fuerza laboral. De esta manera, en la siguiente sección se hace un esfuerzo por determinar si es que la transición demográfica ha afectado de manera positiva al patrón de crecimiento de México.

## V. MODELO TEÓRICO Y ESPECIFICACIÓN ECONOMETRICA.

### V.1 Revisión de Modelos Teóricos.



Dentro de la literatura que trata de modelar las relaciones entre demografía y crecimiento podemos encontrar tres vertientes principales: modelos de correlación simple, de función de producción y de patrones de convergencia.

Los modelos de correlación simple sugieren que el incremento en el producto per capita está determinado por variables demográficas de manera directa.

$$g_{\frac{Y}{N}} = F(D)$$

Algunas de las variables D consideradas son: tasa de fertilidad, tasa de mortalidad, esperanza de vida al nacer, migración, número total de habitantes, densidad de población, etc.

Los primeros estudios fueron de este tipo y tuvieron cierto auge debido a que usualmente ponían de manifiesto la relación negativa entre el crecimiento poblacional y el económico. Sin embargo, el éxito de este tipo de modelos duró hasta la década de los 80's cuando comenzaron a identificarse nuevos mecanismos mediante los cuales se identificaba como la demografía afectaba al crecimiento. La simplicidad y el alcance restringido fueron limitantes importantes al tratar de explicar los canales antes mencionados (Birdsall, N. et. al. 2001).

Los estudios que emplean funciones de producción se consideran como variantes del siguiente modelo<sup>3</sup>.

$$Y = F(K, L, H, R, T)$$

En donde Y es el nivel de producto de una economía, K el nivel de capital físico, L es la fuerza laboral, H el nivel de capital humano, R recursos naturales y T la tecnología disponible.

Las dificultades de emplear este tipo de modelo son, principalmente, de carácter empírico. Es difícil recabar información acerca de tasas de depreciación del capital,

---

<sup>3</sup> Vease Solow (1956), Mankiw, Romer, Weil (1992), Roa María José (2006), Romer (1987).

capital humano y, de forma más ardua, del nivel y escala de la tecnología, variable trascendental en este tipo de estudios. De esta manera, estos desarrollos, aunque prometedores, han sido limitados en su implementación.

Dentro de la literatura que abarca a los patrones de convergencia, coexisten dos metodologías dominantes. La primera se concentra en el estudio de cómo los países se mueven hacia un estado estacionario de producto por trabajador, partiendo de un estado predeterminado<sup>4</sup>.

$$g_z = c(Z^* - z_0)$$

Aquí, la tasa de crecimiento del producto por trabajador (o tasa de crecimiento de la productividad laboral) se puede medir como la brecha que existe entre el estado estacionario y el nivel predeterminado.  $Z$  está determinado por un conjunto de variables  $X$  que afectan a la productividad laboral, donde  $c$  es el parámetro que mide la convergencia hacia el estado estacionario de la productividad laboral.

Para desarrollar el modelo de ingreso per capita, partimos de la identidad que relaciona a éste con el ingreso por trabajador, o dicho de otra forma, con la productividad laboral.

$$\frac{Y}{N} = \frac{Y}{L} \frac{L}{WA} \frac{WA}{N}$$

En ésta identidad se observa que el nivel de ingreso per capita  $\left(\frac{Y}{N}\right)$ , es el producto de la productividad laboral  $\left(\frac{Y}{L}\right)$ , la razón de participación laboral  $\left(\frac{L}{WA}\right)$  y el cociente entre la población en edad laboral y el total poblacional  $\left(\frac{WA}{N}\right)$  (Bloom y Canning, 2003).

---

<sup>4</sup> Véase Bloom y Williamson (1998), Bloom y Canning (2003a) (2003b) Radelet, Sachs y Lee (1997) Bloom, Canning Fink y Finlay (2007).

Así, la tasa de crecimiento del ingreso per capita es la suma de las tasas de crecimiento de los factores del lado izquierdo de la identidad:

$$g_{\frac{Y}{N}} = g_{\frac{Y}{L}} + g_{\frac{L}{WA}} + g_{\frac{WA}{N}}$$

Si realizamos una transformación monótona a la identidad del ingreso per capita:

$$\log \frac{Y}{N} = \log \frac{Y}{L} + \log \frac{L}{WA} + \log \frac{WA}{N}$$

Derivando con respecto al tiempo, obtenemos la tasa de crecimiento del ingreso per capita en función de las tasas de crecimiento de la productividad laboral, participación laboral y la razón entre la población en edad laboral y el total poblacional.

$$g_y = g_z + g_p + g_r$$

Donde realizamos las siguientes sustituciones:

$$y = \log \frac{Y}{N}, \quad z = \log \frac{Y}{L}, \quad p = \log \frac{L}{WA}, \quad r = \log \frac{WA}{N}$$

Ahora bien, para llevar a cabo el análisis del crecimiento de la productividad laboral usamos la ecuación de la tasa de crecimiento.

$$g_z = c(Z^* - z_0), \quad \text{con } Z^* = X\beta$$

Aquí, la tasa de crecimiento de la productividad laboral es proporcional a la brecha entre el nivel de largo plazo, o de estado estacionario, y el nivel actual de la misma. Donde el ingreso por trabajador de largo plazo  $Z^*$  esta determinado por una serie de variables explicativas que se incluyen en X. La especificación de dichos determinantes varía dependiendo del estudio.

Sustituyendo  $Z^*$  en la ecuación de la tasa de productividad laboral obtenemos:

$$g_z = c(X\beta - z_0)$$

Sabemos que  $y_0 = z_0 + p_0 + r_0$  y  $\log\left[\frac{Y}{N}\right]_0 = \log\left[\frac{Y}{L}\right]_0 + \log\left[\frac{L}{WA}\right]_0 + \log\left[\frac{WA}{N}\right]_0$

Por lo que la tasa de crecimiento anterior es:

$$g_z = c \left\{ X\beta - \left[ \log\left(\frac{Y}{N}\right)_0 - \log\left(\frac{L}{WA}\right)_0 - \log\left(\frac{WA}{N}\right)_0 \right] \right\}$$

Sustituyendo la ecuación anterior en la tasa de crecimiento del ingreso per capita obtenemos:

$$g_y = c \left[ X\beta + \log\left(\frac{L}{WA}\right)_0 + \log\left(\frac{WA}{N}\right)_0 - \log\left(\frac{Y}{N}\right)_0 \right] + g_p + g_r$$

Dicha ecuación relaciona la tasa de crecimiento del ingreso per capita con un conjunto de variables  $X$  que determinan a la tasa de crecimiento de la productividad laboral, el nivel inicial de producto per capita, el nivel inicial de la razón de participación laboral, el cociente entre la población en edad laboral y el total poblacional, la tasas de crecimiento de las dos últimas variables mencionadas.

La segunda metodología parte del modelo neoclásico y da lugar a las llamadas “regresiones a la Barro”<sup>5</sup>, caracterizadas por  $g_y = F(y_{t-1}, h_{t-1}, \dots)$ . Al igual que antes,  $g_y$  representa la tasa de crecimiento del producto per capita,  $y_{t-1}$  el nivel inicial del producto per capita,  $h_{t-1}$  el nivel inicial de capital humano y un conjunto de variables que explican el crecimiento económico. El problema con este tipo de modelos es que las economías convergen si y sólo si la tecnología es estacionaria hacia un nivel determinado, lo cual es un supuesto que se aleja de la realidad (Evans, Paul 1996). Por esta razón, nuestro estudio emplea un análisis de cointegración en series de tiempo, buscando determinar la relación de largo plazo que existe entre el PIB y la razón de

<sup>5</sup> Véase Barro y Sala-i-Martin (1995), Kelley y Schmidt (1994), Kelley y Schmidt (1995), Bloom y Williamson (1997), Bloom Canning Malaney (1998) Birdsall, N. et. al. (2001).

dependencia, así como con otras variables de control. Con ello, intentaremos determinar si es que la transición demográfica ha promovido el crecimiento del producto per capita. La siguiente sección se dedica detallar las herramientas que serán empleadas en nuestro estudio, así como a la especificación econométrica del modelo que seguiremos.

## V.2 Análisis Económico: Series de Tiempo.

La siguiente sección tiene como finalidad la descripción de las técnicas econométricas a utilizar dentro de la jerga de las series de tiempo. Comenzaremos describiendo las características de un proceso de generación de datos.

Supongamos que una variable  $y_t$  es generada por el siguiente proceso autoregresivo

$$y_t = \delta y_{t-1} + \mu_t \text{ con } \mu_t \sim N(0, \sigma^2)$$

Si  $|\delta| < 1$  entonces  $y_t$  será estacionaria y se puede acumular  $y_t$  desde un valor inicial  $y_{t-n}$  de la siguiente forma:

$$y_t = \delta^n y_{t-n} + \sum_{i=0}^{n-1} \delta^i \mu_{t-i}$$

Como  $|\delta| < 1$ , conforme  $n$  tiende a infinito la igualdad anterior implica que  $y_t$  se determina por un proceso finito de promedios móviles con mayor ponderación en los primeros elementos del término de perturbación. De este modo, cuando  $y_t$  es estacionaria, tiene media y varianzas constantes e independientes del tiempo.

Si  $|\delta| = 1$  entonces  $y_t$  es no estacionaria y se acumula por diferentes periodos conforme a:

$$y_t = y_{t-n} + \sum_{i=0}^{n-1} \mu_{t-i}$$

Conforme  $n$  tiende a infinito  $y_t$  es igual a sus rezagos y a los rezagos de la perturbación.

Se dice que una serie de tiempo  $y_t$  es integrada de orden 1 o  $I(1)$  si  $\Delta y_t$  es una serie de tiempo estacionaria. Una serie de tiempo estacionaria es  $I(0)$ . Una serie de tiempo es integrada de orden 2 si  $\Delta y_t$  es  $I(1)$  y así sucesivamente. Si  $y_t \sim I(1)$  y  $\mu_t \sim I(0)$ . Entonces la suma  $Z_t = y_t + \mu_t \sim I(1)$ .

Supongamos que  $y_t \sim I(1)$  y que  $x_t \sim I(1)$ . Entonces se dice que  $y_t$  y  $x_t$  son cointegradas si existe una  $\delta$  tal que  $y_t - \delta x_t$  sea  $I(0)$ . Esto denota que la ecuación de regresión  $y_t = \delta x_t + \mu_t$  tiene sentido, pues  $y_t$  y  $x_t$  no se desvían mucho entre sí con el paso del tiempo. Existe una relación de largo plazo entre ellas. Si  $y_t$  y  $x_t$  no son cointegradas, es decir si  $y_t - \delta x_t = \mu_t \sim I(1)$ , éstas se desviarán entre sí cada vez más con el paso del tiempo. En este caso la relación que se obtiene entre  $y_t$  y  $x_t$  puede ser espuria.

Si la serie de tiempo  $y_t$  tiene tendencia estocástica entonces se describe mediante  $y_t = \delta_1 + t\delta_2 + \delta_3 y_{t-1} + \mu_t$ . Si  $\delta_1 \neq 0, \delta_2 = 0$  y  $\delta_3 = 1$  la serie tendrá tendencia estocástica positiva si  $\delta_1 > 0$  y negativa si  $\delta_1 < 0$ . Así, la serie es no estacionaria y puede hacerse estacionaria mediante la diferenciación de la serie. Si  $\delta_1 \neq 0, \delta_2 \neq 0$  y  $\delta_3 = 0$ , se obtiene un proceso estacionario de tendencia. Para eliminar la no estacionariedad se elimina la tendencia.

### **V.2.1 Prueba de Raíz Unitaria.**

Supongamos que el término de error del modelo autorregresivo  $Y_t = \delta_1 Y_{t-1} + \mu_t$  es tal que  $\mu_t \sim iid(0, \sigma^2)$ , donde ésta distribución no es necesariamente normal. Si restamos  $Y_{t-1}$  de ambos lados de la ecuación del modelo autorregresivo, y definimos

$\gamma \equiv \delta_1 - 1$ , entonces:  $\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \mu_t$ . Si  $\delta_1 = 1$ , existe una raíz unitaria y  $\gamma = 0$ . De esta forma, el modelo autorregresivo no es estacionario o I(0). Esta prueba fue propuesta por Dickey Fuller y consiste en determinar si el parámetro  $\gamma$  es significativamente distinto de cero. Debido a que, bajo la hipótesis nula la serie tiene tendencia estocástica, el estadístico t no es adecuado para realizar la prueba de hipótesis. Para ello se utilizan las tablas desarrolladas en Fuller (1976,p.333). Fuller, W.A.(1976), Introduction to Statistical Time Series, Jhon Wailey, New York.

La prueba de Dickey-Fuller Aumentada (DFA) se utiliza para modelos AR(p) con  $p > 1$ . Para ejemplificar como se construye el modelo, supongamos un modelo AR(2) de la forma  $Y_t = \delta_1 Y_{t-1} + \delta_2 Y_{t-2} + \mu_t$ , notamos que es igual a  $Y_t = (\delta_1 + \delta_2) Y_{t-1} - \delta_2 (Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \mu_t$ . Restando  $Y_{t-1}$  a ambos lados de la ecuación obtenemos.  $\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \alpha_1 \Delta Y_{t-1} + \mu_t$  con  $\gamma = \delta_1 + \delta_2$  y  $\alpha_1 = -\delta_2$ .

El mismo procedimiento se emplea para obtener el modelo DFA(p) y se obtiene

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta Y_{t-j} + \mu_t \text{ con } \gamma = \delta_1 + \dots + \delta_p - 1 \text{ y } \alpha_j = -\sum_{j=1}^p \delta_{j+1}.$$

La hipótesis nula de la prueba es  $H_0 : \gamma = 0$  y la alternativa  $H_1 = \gamma < 0$ .

## V.2.2 Análisis de Cointegración.

El concepto de Cointegración se refiere a aquellos casos en los que a pesar de que las series no son I(0), la perturbación si lo es, con lo que la propiedad de consistencia del estimador de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) se mantiene. Para analizar la existencia de cointegración utilizaremos dos enfoques importantes: Engle-Granger y el de Johansen.

### V.2.2.1 Método de Engle-Granger.

El enfoque de Cointegración desarrollado por Engle-Granger es una técnica que se asegura de que todas las series sean del mismo orden de integración, realiza una

regresión por el método de mínimos cuadrados ordinarios y prueba que los residuales obtenidos sean  $I(0)$ , aplicando pruebas de Raíces Unitarias sobre estos residuales.

Para el caso de regresiones multivariantes. Sean  $N = (k + 1) \geq 2$  variables  $Y_t, X_{t1}, \dots, X_{tk}$ , donde el subíndice  $t$  indica el número de la observación y el subíndice  $k$  el número de la variable. En el método de Engle-Granger,  $Y_t$  se escoge como variable dependiente y  $X_{t1}, \dots, X_{tk}$  como variables explicativas, por lo que tenemos:

$$Y_t = \varphi_0 + \sum_{j=1}^k \varphi_{tj} X_{tj} + \varepsilon_t$$

La ecuación anterior también puede ser escrita como

$$(1, -\varphi_1, \dots, -\varphi_k) \begin{pmatrix} Y_t \\ X_{t1} \\ \cdot \\ \cdot \\ X_{tk} \end{pmatrix} = \varepsilon_t, \text{ donde el renglón } (1, -\varphi_1, \dots, -\varphi_k) \text{ es llamado vector de}$$

cointegración y se asume a priori que existe uno solo.

Si denotamos a los estimadores de MCO con  $\hat{\cdot}$ , entonces podemos definir a los residuos de la ecuación anterior como.

$$\hat{\varepsilon}_t = Y_t - \hat{\varphi}_0 - \sum_{j=1}^k \hat{\varphi}_j X_{tj}$$

Una vez obtenidos los residuales, empleamos la prueba de DFA para determinar su orden de integración.

$$\Delta \hat{\varepsilon}_t = \gamma \hat{\varepsilon}_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta \hat{\varepsilon}_{t-i} + \mu_t$$

Con  $p$  = número de rezagos del error.

Sí  $H_0 : \gamma = 0$  los residuales son  $I(1)$  por lo que no hay evidencia de la existencia de cointegración. Alternativamente si se cumple la hipótesis  $H_1 = \gamma < 0$ , los residuales



pueden ser I(0). De esta manera, cuando los residuales son I(0) podemos decir que existe una relación de largo plazo entre las variables  $X_{t1}, \dots, X_{tk}$  y  $Y_t$  y que la regresión

$$Y_t = \varphi_0 + \sum_{j=1}^k \varphi_{tj} X_{tj} + \varepsilon_t \text{ no será espuria.}$$

### V.2.2.2 Método de Johansen.

El método de Johansen está basado en un modelo de vectores autorregresivos VAR. Es un test de Máxima Verosimilitud que emplea la prueba de la traza y del Máximo Eigenvalor para determinar el número máximo de vectores de cointegración que existen entre las variables. Para ello, descansa fuertemente en el rango de la matriz  $\Pi$  que se describe a continuación. Si definimos un vector  $Z$  compuesto de  $N$  variables endógenas, podemos generar un modelo VAR con  $p$  rezagos

$$Y_t = A_1 Y_{(t-1)} + \dots + A_p Y_{(t-p)} + \varepsilon_t$$

En donde  $Y_t$  es un vector ( $n \times 1$ ) y cada  $A_i$  es una matriz de ( $n \times n$ ) parámetros.

Según el enfoque de Johansen, la ecuación anterior puede representarse en forma de Modelo de Corrección de Error (EMC) de la siguiente manera:

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-p} + \Gamma_1 \Delta Y_{(t-1)} + \dots + \Gamma_p \Delta Y_{(t-p)} + \mu_t$$

Con  $\Pi = \left( \sum_{j=1}^p \beta_j \right) - I$  y  $\Gamma_i = \left( \sum_{j=1}^p \beta_j \right) - I$  donde  $I$  es una matriz identidad y

$\beta_j Y_t$  representan relaciones de cointegración en el modelo que aseguran que  $Y_t$  converge a sus soluciones de largo plazo.

De esta manera, el modelo contiene información tanto de los ajustes a cambios en el corto y largo plazos a través de los estimadores  $\alpha$  y  $\beta$  contenidos en la matriz  $\Pi = \alpha\beta$  en donde  $\alpha$  y  $\beta$  son matrices de rango completo ( $N \times N$ ) y donde  $\beta$  recoge las “r” relaciones de cointegración, mientras que  $\alpha$  se interpreta como la velocidad de ajuste de

cada variable para recuperar la posición de equilibrio en el largo plazo cuando se producen desviaciones de dicho equilibrio.

. Si suponemos que  $Y_t$  es un vector de variables no estacionarias  $I(1)$ , entonces todos los términos  $\Delta Y_{t-i}$  y  $\Pi Y_{t-p}$  son estacionarios.

Es estadístico de Johansen es:

$$\lambda_{traza}(r) = -T \sum_{i=r+1}^g \ln(1 - \lambda_i) \text{ y } \lambda_{\max}(r, r+1) = -T \ln(1 - \lambda_{r+1})$$

Donde:

$\lambda_i$  es el valor estimado del  $i$ th eigenvalor ordenado de la matriz  $\Pi$ .

$\lambda_{traza}$  prueba la hipótesis nula de que el número de vectores de cointegración es menor o igual que  $r$ .

$\lambda_{\max}$  prueba la hipótesis nula de que el número de vectores de cointegración es  $r$  contra la alternativa  $r+1$ .

## **VI. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES.**

El objetivo del siguiente apartado es definir las variables que serán utilizadas, explicar su relevancia, mencionar la fuente donde fueron obtenidas y, si es el caso, la forma en la que fueron estimadas. Nuestro objetivo es identificar el efecto que han tenido las variables demográficas en el PIB para determinar la existencia del dividendo demográfico mediante el análisis de series de tiempo.

### **VI.1 PIB.**

Es nuestra variable dependiente e indica la cantidad de producto por individuo. La serie del Producto Interno Bruto a precios constantes fue obtenida del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas del H. Congreso de la Unión. Para eliminar el efecto inflacionario que pudiera sufrir la serie se deflactó con el Índice Nacional de Precios al Consumidor, con año base en 2002, publicado por el Sistema de Administración

Tributaria de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Por último, para calcular el producto por habitante, se dividió al PIB entre el total poblacional. Las cifras fueron proporcionadas por el Consejo Nacional de Población en sus estimaciones de noviembre de 2006<sup>6</sup>.

### **VI.2 Razón de Dependencia (RD)**

Es la suma de la razón de dependencia infantil y la de los adultos mayores. La primera se obtiene al dividir a la población menor de 15 años entre la población que se encuentra dentro del rango de 15 a 64 años, mientras que la segunda se obtiene de la división del número de personas de 65 años o más entre las que se encuentran entre los 15 y 64 años. Se espera que esta variable tenga repercusiones negativas en el crecimiento del PIB per capita ya que incrementos en su magnitud elevan la proporción de consumidores netos con respecto a la de productores netos. Inversamente, la reducción de la razón de dependencia es benéfica para el crecimiento económico. Como hemos visto, la razón de dependencia disminuyó durante el periodo analizado por lo que se esperaría que su comportamiento tuviera repercusiones positivas. Si el efecto de dicha variable es significativo y del signo correcto, encontraríamos que el crecimiento económico se pudo haber beneficiado del dividendo demográfico. La base de datos fue proporcionada por el CONAPO.

### **VI.3 Inversión.**

Es la inversión fija bruta per capita a precios de 2002. De la misma manera que el Producto Interno Bruto, la inversión se obtuvo a precios constantes y se deflactó mediante el INPC con año base en 2002, para después dividirse por el total de habitantes. La importancia de esta variable radica en que mide una buena parte de la formación de capital de la economía por lo que se espera que afecte de manera positiva

---

<sup>6</sup> La información fue obtenida directamente por el Director General de Estudios Sociodemográficos del CONAPO.

al crecimiento económico. La serie se obtuvo de los Anuarios de Estadística Básica publicados por el INEGI<sup>7</sup> y el total poblacional del CONAPO.

#### **VI.4 Gasto.**

Consideramos al gasto público per capita como la variable Gasto. Dicha variable puede ser interpretada como una medida del tamaño del gobierno. Se espera que afecte negativamente a la productividad y a la acumulación de factores. La serie de gasto público fue obtenida del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas del H. Congreso de la Unión, de deflactó con el INPC obtenido de la Secretaría de Hacienda y una vez que se encontraba a precios de 2002 se dividió entre el total poblacional.

#### **VI.5 Escolaridad.**

Una definición de capital humano es la que usa el centro para el estudio de los estándares de vida de la Universidad de Ottawa en Canadá (CSLS por sus siglas en inglés), como el agregado de inversiones en educación, salud y experiencia profesional que incrementan la productividad del sector laboral. Según el CSLS, existen dos tipos de indicadores del capital humano obtenido por medio de la educación: los que miden el resultado de las inversiones en este tipo de capital, dentro de ellos están las notas obtenidas en distintas áreas y para diferentes grupos de edad, la tasa de alumnos universitarios graduados, atención escolar, años promedio de escolaridad de la población, habilidades en áreas específicas o la migración e inmigración de personas con habilidades concretas; los que capturan la cantidad y la calidad de las inversiones, dentro de los que encontramos al gasto público en educación, a la infraestructura, el número de alumnos por profesor o la cantidad de materiales disponibles para la enseñanza.

---

<sup>7</sup> Anuarios consultados: 1975-1976, 1980, 1984, 1985, 1988-1999, 1990, 1995, 2000, 2005, 2006.

En nuestro estudio consideramos el número de años de escolaridad de la población de 15 años y más. La serie de escolaridad es proporcionada por los indicadores estadísticos de la SEP en “Grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más de edad 1976-2004”<sup>8</sup>.

#### **VI.6 Términos de Intercambio. (TT)**

Una mejora de los términos de intercambio incrementa el ingreso real de un país, se esperaría un incremento del consumo interno. Si el incremento de los precios de los bienes que produce el país sirve para incrementar la producción de dichos bienes, es decir un incremento en la oferta, se experimentará crecimiento económico. En la especificación econométrica, esta variable es medida con el índice de los términos de intercambio reportado por el Banco de México.

#### **VI.7 Inflación.**

Esta variable se incluye como medida de la estabilidad macroeconómica. Se relaciona de manera negativa con el crecimiento económico. La serie se obtuvo del Banco de México.

#### **VI.8 Razón entre la población en edad laboral y la población total (WA).**

La variable WA será empleada en lugar de la razón de dependencia en una segunda regresión para determinar si el primer dividendo existe como resultado del incremento en la proporción de personas en edad laboral con respecto al total. Se espera que afecte de forma positiva al producto per capita debido a que representa incrementos potenciales en la fuerza laboral. La serie fue proporcionada por el CONAPO.

### **VII. RESULTADOS.**

---

<sup>8</sup> El dato para el año 1970 se obtiene del Sexto informe de gobierno de 2006, 1971-1975 estimaciones propias.

En primer lugar, el análisis de raíces unitarias nos llevo determinar el orden de integración de las variables estudiadas. Con la información obtenida y descrita en el apéndice, construimos la siguiente tabla.

| VARIABLE         | ORDEN DE INTEGRACIÓN | ESTACIONARIEDAD |
|------------------|----------------------|-----------------|
| PIB              | I(1)                 | NO ESTACIONARIA |
| LOG(RD)          | I(1)                 | NO ESTACIONARIA |
| LOG(WA)          | I(1)                 | NO ESTACIONARIA |
| INVERSION        | I(1)                 | NO ESTACIONARIA |
| GASTO            | I(1)                 | NO ESTACIONARIA |
| LOG(TT)          | I(1)                 | NO ESTACIONARIA |
| INFLACION        | I(1)                 | NO ESTACIONARIA |
| LOG(ESCOLARIDAD) | I(1)                 | NO ESTACIONARIA |

Podemos ver que todas las series son I(1) por lo que la regresión simple por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) de las mismas nos puede llevar a resultados espurios. Con el objetivo de determinar si existen relaciones de cointegración entre las series, en primer lugar emplearemos el Método de Engle-Granger y posteriormente el de Método de Johansen.

#### **Método de Engle Granger.**

Una vez que determinamos que las series tienen el mismo orden de integración, estimamos el siguiente modelo por el método MCO:

$$\begin{aligned}
 PIB_t = & \beta_1 LOG(RD_t) + \beta_2 INVERSION_t + \beta_3 GASTO_t + \beta_4 LOG(TT_t) \\
 & + \beta_5 INFLACION_t + \beta_6 LOG(ESCOLARIDAD_t) + \varepsilon_t
 \end{aligned}$$

De donde obtenemos el siguiente vector de cointegración:

| VARIABLE         | $\beta$      |
|------------------|--------------|
| PIB              | 1.000000***  |
| LOG(RD)          | -0.025506*** |
| INVERSION        | 1.432915***  |
| GASTO            | 0.636668***  |
| LOG(TT)          | 0.005540***  |
| INFLACION        | -0.002788**  |
| LOG(ESCOLARIDAD) | 0.001088     |

\*\*\* Significativa al 1% , \*\*Significativa al 5%, \*Significativa al al 10%

A continuación, se extraen los residuales de la estimación de MCO

$$\hat{\varepsilon}_t = PIB_t - \hat{\beta}_1 LOG(RD_t) - \hat{\beta}_2 INVERSION_t - \hat{\beta}_3 GASTO_t - \hat{\beta}_4 LOG(TT_t) - \hat{\beta}_5 INFLACION_t - \hat{\beta}_6 LOG(ESCOLARIDAD_t)$$

Ahora se identifica el orden de integración de los residuales. La prueba de DFA arroja un estadístico t de -3.756480, como se puede observar en el apéndice, que cae fuera de la región de aceptación por lo que rechazamos la hipótesis de raíz unitaria en la serie y podemos decir que la serie es I(0). De esta manera, existe una relación de cointegración entre las variables estudiadas.

Para la segunda estimación, utilizamos el siguiente modelo.

$$PIB_t = \beta_1 LOG(WA_t) + \beta_2 INVERSION_t + \beta_3 GASTO_t + \beta_4 LOG(TT_t) + \beta_5 INFLACION_t + \beta_6 LOG(ESCOLARIDAD_t) + \varepsilon_t$$

De donde obtenemos el siguiente vector de cointegración:

| VARIABLE         | $\beta$     |
|------------------|-------------|
| PIB              | 1.000000*** |
| LOG(WA)          | 0.047115*** |
| INVERSION        | 1.324091*** |
| GASTO            | 0.481425*** |
| LOG(TT)          | 0.010980*** |
| INFLACION        | -0.002634** |
| LOG(ESCOLARIDAD) | 0.009119*** |

\*\*\* Significativa al 1% , \*\*Significativa al 5%, \*Significativa al al 10%

Análogamente, obtenemos los residuales y estimamos su orden de integración.

$$\hat{\varepsilon}_t = PIB_t - \hat{\beta}_1 LOG(WA_t) - \hat{\beta}_2 INVERSION_t - \hat{\beta}_3 GASTO_t - \hat{\beta}_4 LOG(TT_t) - \hat{\beta}_5 INFLACION_t - \hat{\beta}_6 LOG(ESCOLARIDAD_t)$$

La prueba DFA aplicada a los residuales sugiere que las serie es I(0) y que existe cointegración entre las variables ya que arroja un estadístico t de -4.074700 que cae fuera de la región de aceptación, implicando la ausencia de raíz unitaria.

### Método de Johansen.

El modelo a estimar es el siguiente:

$$PIB_t = \beta_1 LOG(RD_t) + \beta_2 INVERSION_t + \beta_3 GASTO_t + \beta_4 LOG(TT_t) + \beta_5 INFLACION_t + \beta_6 LOG(ESCOLARIDAD_t) + \varepsilon_t$$

Para esta regresión, la prueba de la traza del método de Johansen, sugiere que la hipótesis nula de que el número de vectores de cointegración es a lo más 2, se rechaza al 5% de confianza, por lo que se infiere que existen 3 vectores de cointegración. Por otro lado, la prueba del Máximo Eigenvalor nos dice que existen 2 vectores de



cointegración. Sin embargo, para facilitar el análisis suponemos una relación de cointegración solamente. La ecuación normalizada que arroja la prueba de Johansen es la siguiente:

$$PIB_t + 0.015468LOG(RD_t) - 2.206798INVERSION_t + 0.764922GASTO_t - 0.024343LOG(TT_t) + 0.001040INFLACION_t - 0.012560LOG(ESCOLARIDAD_t) = 0$$

Dado que la relación anterior en el equilibrio es igual a cero, la podemos escribir como:

$$PIB_t = 0.015468LOG(RD_t) + 2.206798INVERSION_t - 0.764922GASTO_t + 0.024343LOG(TT_t) - 0.001040INFLACION_t + 0.012560LOG(ESCOLARIDAD_t)$$

Debido a que encontramos que la disminución de la razón de dependencia pudo haber afectado de manera positiva al crecimiento económico, procedemos a estimar la segunda regresión que sustituye a la variable de la razón de dependencia con la razón entre la población en edad laboral y la población total.

$$PIB_t = \beta_1 LOG(WA_t) + \beta_2 INVERSION_t + \beta_3 GASTO_t + \beta_4 LOG(TT_t) + \beta_5 INFLACION_t + \beta_6 LOG(ESCOLARIDAD_t) + \varepsilon_t$$

De esta manera, aplicando la prueba de la traza de Johansen encontramos que existen a lo más 5 vectores de cointegración, mientras que la prueba del Máximo Eigenvalor sugiere 3 vectores de cointegración. Nuevamente, suponemos una relación de cointegración. La ecuación normalizada es la siguiente:

$$PIB_t - 0.068866LOG(WA_t) - 1.781600INVERSION_t + 0.495069GASTO_t - 0.022802LOG(TT_t) + 0.002903INFLACION_t - 0.004091LOG(ESCOLARIDAD_t) = 0$$

O bien,

$$PIB_t = 0.068866LOG(WA_t) + 1.781600INVERSION_t - 0.495069GASTO_t + 0.022802LOG(TT_t) - 0.002903INFLACION_t + 0.004091LOG(ESCOLARIDAD_t)$$

Con la información obtenida construimos la siguiente tabla de resumen:

| V.DEPENDIENTE         | ESTIMACIÓN 1                         |                     | ESTIMACIÓN N 2                       |              |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|--------------|
| PIB                   |                                      |                     |                                      |              |
| <b>V.EXPLICATIVAS</b> |                                      |                     |                                      |              |
| LOG(RD)               | -0.015468<br>-0.00095<br>[ 16.3501]  | **<br>*             |                                      |              |
| INVERSION             | 2.206798<br>-0.038340<br>[-57.5633]  | **<br>*             | 1.781600<br>-0.022590<br>[-78.8674]  | **<br>*      |
| GASTO                 | -0.764922<br>-0.039980<br>[ 19.1338] | **<br>*             | -0.495069<br>-0.026040<br>[ 19.0149] | **<br>*      |
| LOG(TT)               | 0.024343<br>-0.000700<br>[-34.6697]  | **<br>*             | 0.022802<br>-0.000490<br>[-46.5390]  | **<br>*      |
| INFLACION             | -0.001040<br>-0.000250<br>[ 4.13432] | **<br>*             | -0.002903<br>-0.000160<br>[ 18.7102] | **<br>*      |
| LOG(ESCOLARIDAD )     | 0.012560<br>-0.000910<br>[-13.7693]  | **<br>*             | 0.004091<br>-0.000610<br>[-6.72152]  | **<br>*      |
| LOG(WA)               |                                      |                     | 0.068866<br>-0.00138<br>[-49.7496]   | **<br>*      |
| ( ) Error estándar    | ***                                  | Significativa al 1% | No. después de ajustes 32            | Obs de 2.479 |
| [ ] Estadístico t     |                                      |                     | t-crítico 2.479                      |              |

Los efectos que se enuncian a continuación son evidencia de la existencia del dividendo demográfico.

**Razón de Dependencia:**

El enfoque de Engle-Granger y el de Johansen, arrojan un coeficiente negativo y significativamente distinto de cero para esta variable. Afecta negativamente al PIB tal y como se esperaba. La interpretación del efecto que tiene sobre el PIB es que incrementos en la razón de dependencia disminuyen el PIB, de forma alternativa, decrementos en la razón de dependencia generan incrementos en el PIB como lo ha sido en los últimos años. Por lo que podemos afirmar que el dividendo demográfico se ha reflejado en el PIB.

**WA:**

La razón entre la población en edad laboral y la población total tiene un coeficiente positivo y significativo en ambos enfoques. Con ello, podemos confiar en que parte del potencial primer dividendo demográfico se capitalizó en el periodo analizado.

**Escolaridad:**

Esta variable tiene un efecto positivo y significativo sobre el PIB en los dos enfoques implementados, el incremento en los años promedio de escolaridad nos hablan de la posibilidad de aumentos en el capital humano de la población e incrementos en la productividad laboral. De esta forma, se esperaría que el dividendo demográfico tuviera presencia en México en el periodo estudiado por medio de la inversión en capital humano.

**Inversión:**

La variable de inversión per capita presenta un efecto positivo y significativo en el nivel producto. Una parte del financiamiento de la inversión puede venir del ahorro

privado. Podemos intuir que cabe la posibilidad de que durante el periodo estudiado la inversión se haya financiado en parte por el posible incremento en el ahorro consecuencia del cambio en la estructura de edad.

### **VIII. CONCLUSIONES.**

El presente estudio realizó la descripción teórica de los efectos que puede tener la transición demográfica en la determinación del PIB. Se analizaron las repercusiones que tiene el fenómeno de la transición demográfica en la estructura de edad de la población y en la posibilidad de capitalizar el dividendo demográfico. Discutimos los mecanismos mediante los cuales se hace presente el dividendo poblacional, sugiriendo tres: Incrementos en la fuerza laboral, en el ahorro y en la inversión en capital humano.

Una vez que esbozamos los efectos posibles del cambio demográfico en la economía mediante algunos modelos teóricos, realizamos la estadística descriptiva para el caso de México y, dadas las características demográficas del país, sugerimos la existencia del dividendo demográfico.

Con el análisis empírico observamos que la disminución en la razón de dependencia que caracterizó el comportamiento poblacional de México en el periodo 1971-2005 tuvo repercusiones positivas en el crecimiento económico por lo que se confirma la existencia del dividendo demográfico en el país y que la transición demográfica ha sido promotora de crecimiento económico. Más aún, se confirma la sospecha de que el primer dividendo existió para el periodo de análisis mediante los incrementos en la fuerza laboral, medidos por la variable WA, incrementos en el nivel de capital humano, medidos por la escolaridad, y en el ahorro, como posible fuente de financiamiento de la inversión.

Si bien es cierto que podemos hablar de la estructura de edad como un posible promotor de crecimiento en México, no debemos olvidar que la tasa de crecimiento del

país fue muy distante a la que promediaron las economías asiáticas. El rezago es muy amplio como para alegrarse de las contribuciones demográficas. Existen muchas otras causas que pudieron frenar el crecimiento en México y con ello desaprovechar las oportunidades que pudo brindar la transición demográfica. Por mencionar algunos, podemos recordar la limitada cobertura de los servicios financieros del país que funge como traba para la acumulación de capital físico y humano, la crisis de la balanza de pagos, la crisis de la deuda, la crisis financiera, la inestabilidad política, etc.

La experiencia en México sugiere que el crecimiento potencial que trae la transición demográfica puede estar siendo desaprovechado. Se necesitan políticas públicas que generen fuentes de trabajo para absorber la creciente oferta laboral, que mejoren la calidad educativa, que brinden mejores estándares de salud pública, etc.

Más aún, la transición demográfica plantea nuevos problemas como el envejecimiento de la población que representará fuertes presiones sobre el crecimiento económico si no se toman las medidas adecuadas. Que tan bien se enfrente el país al reto del envejecimiento de la población, dependerá de la flexibilidad de los mercados y de lo apropiado de sus políticas públicas e instituciones.

En palabras de Carlos Bazdrech Parada y David Mayer Foulkes, cualquier estrategia coherente de desarrollo debe contener los siguientes puntos básicos:

Promover la productividad.

Mantener la apertura comercial.

Promover el desarrollo humano.

Promover, regular y complementar las instituciones de mercado.

Proveer infraestructura, bienes públicos y estabilidad macroeconómica.

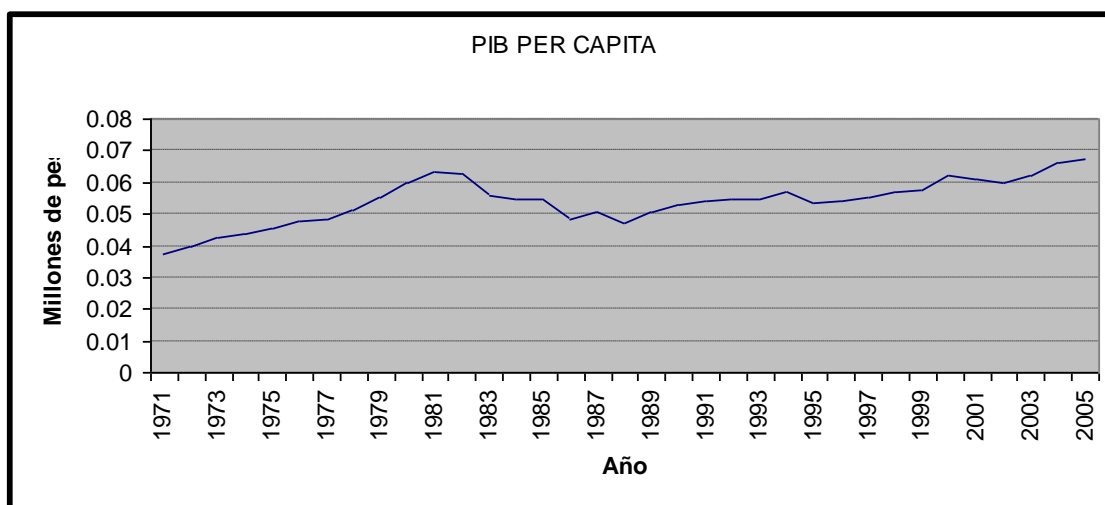
Dentro de las limitaciones que existen en la presente investigación se encuentra que el análisis econométrico esta sujeto a la disponibilidad de información. Hubiera sido

deseable contar con series más largas que permitieran expandir el periodo de análisis, incrementar los grados de libertad en las estimaciones e incluso incrementar el número de variables de control en la estimación del Modelo de Corrección de Error. Sin embargo, la carencia de datos confiables para periodos previos a 1970 es un problema común e inevitable en los estudios estadísticos en México.

El análisis del segundo dividendo demográfico parece prematuro dada la composición mayoritariamente joven de la población mexicana. No se excluye la posibilidad de que exista, pero se espera que su contribución al crecimiento económico sea limitada. El estudio de dicho dividendo requiere de información detallada sobre el ahorro privado en los distintos grupos de edad para todo el periodo de análisis empleado y, a conocimiento del autor, se sigue trabajando en la construcción de tal información. Es por ello que el estudio del segundo dividendo, no se incluyó dentro de los objetivos de la presente investigación y se presenta como una interesante extensión de la misma. Confiamos en que pueda realizarse en el futuro.

## IX. APÉNDICE.

### IX.1 Orden de Integración de las series



El análisis gráfico nos indica que es necesario incluir en la prueba de raíces unitarias una constante que represente la intersección de la gráfica con el eje de las. Los resultados de la prueba DFA son los siguientes:

Null Hypothesis: PIB has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -1.660028   | 0.4419 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -3.639407   |        |
| 5% level                               | -2.951125   |        |
| 10% level                              | -2.614300   |        |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(PIB)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/17/07 Time: 22:54  
 Sample (adjusted): 2 35  
 Included observations: 34 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob.  |
|----------|-------------|------------|-------------|--------|
| PIB(-1)  | -0.110964   | 0.066845   | -1.660028   | 0.1067 |
| C        | 0.006827    | 0.003611   | 1.890699    | 0.0677 |

|                    |          |                       |           |
|--------------------|----------|-----------------------|-----------|
| R-squared          | 0.079288 | Mean dependent var    | 0.000881  |
| Adjusted R-squared | 0.050515 | S.D. dependent var    | 0.002726  |
| S.E. of regression | 0.002656 | Akaike info criterion | -8.966999 |
| Sum squared resid  | 0.000226 | Schwarz criterion     | -8.877213 |
| Log likelihood     | 154.4390 | F-statistic           | 2.755694  |
| Durbin-Watson stat | 1.662847 | Prob(F-statistic)     | 0.106679  |

Null Hypothesis: D(PIB) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -4.873060   | 0.0004 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -3.646342   |        |
| 5% level                               | -2.954021   |        |
| 10% level                              | -2.615817   |        |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(PIB,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/17/07 Time: 22:55  
 Sample (adjusted): 3 35  
 Included observations: 33 after adjustments

| Variable   | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob.  |
|------------|-------------|------------|-------------|--------|
| D(PIB(-1)) | -0.861114   | 0.176709   | -4.873060   | 0.0000 |
| C          | 0.000706    | 0.000506   | 1.394151    | 0.1732 |

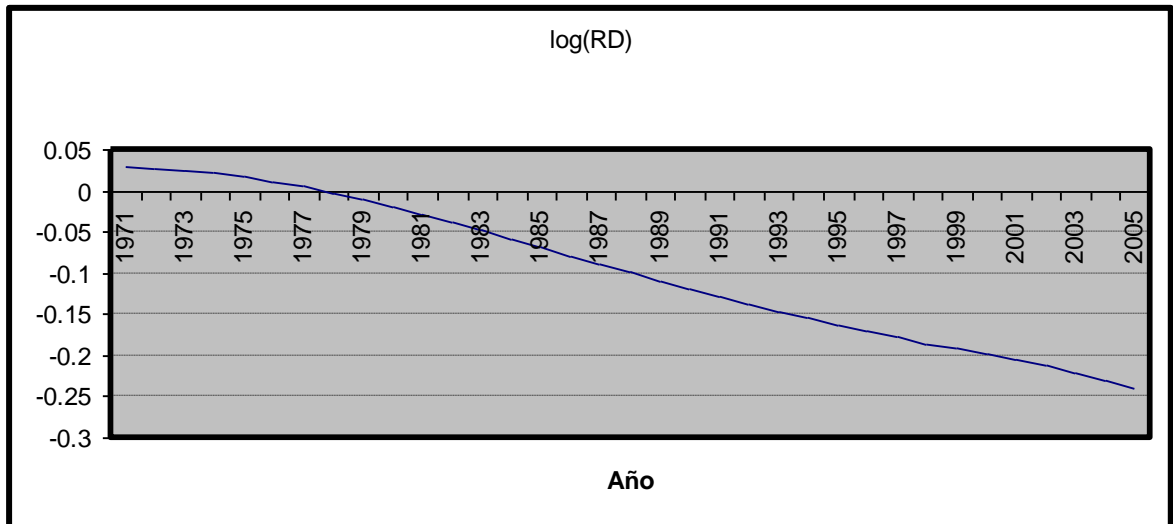
  

|                    |          |                       |           |
|--------------------|----------|-----------------------|-----------|
| R-squared          | 0.433756 | Mean dependent var    | -5.30E-05 |
| Adjusted R-squared | 0.415490 | S.D. dependent var    | 0.003619  |
| S.E. of regression | 0.002767 | Akaike info criterion | -8.883487 |
| Sum squared resid  | 0.000237 | Schwarz criterion     | -8.792790 |
| Log likelihood     | 148.5775 | F-statistic           | 23.74671  |
| Durbin-Watson stat | 2.043164 | Prob(F-statistic)     | 0.000031  |

Podemos ver que el estadístico que arroja la prueba en niveles es -1.660028 y cae dentro de la zona de aceptación por lo que no podemos rechazar la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria. De esta manera, la serie no es  $I(0)$  o estacionaria. Si aplicamos la prueba en primeras diferencias, notamos que el estadístico de prueba es -4.873060 y



que cae fuera de la región de aceptación por lo que podemos rechazar la hipótesis de que la serie tiene raíz unitaria en primeras diferencias. Así, es probable que la serie sea I(1).



El análisis gráfico sugiere que es necesario incluir en la prueba de raíces unitarias una constante que represente la intersección de la gráfica con el eje de las. Los resultados de la prueba DFA son los siguientes:

Null Hypothesis: LOG(RD) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 4 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | 2.897323    | 1.0000 |
| Test critical values: 1% level         | -3.670170   |        |
| 5% level                               | -2.963972   |        |
| 10% level                              | -2.621007   |        |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LOG(RD))  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/17/07 Time: 22:57  
 Sample (adjusted): 6 35  
 Included observations: 30 after adjustments

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.     |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| LOG(RD(-1))        | 0.002906    | 0.001003              | 2.897323    | 0.0079    |
| D(LOG(RD(-1)))     | 2.276114    | 0.154448              | 14.73708    | 0.0000    |
| D(LOG(RD(-2)))     | -2.498273   | 0.361071              | -6.919061   | 0.0000    |
| D(LOG(RD(-3)))     | 2.212516    | 0.451072              | 4.905020    | 0.0001    |
| D(LOG(RD(-4)))     | -1.053917   | 0.248039              | -4.249006   | 0.0003    |
| C                  | -0.000440   | 0.000473              | -0.930159   | 0.3616    |
| R-squared          | 0.990152    | Mean dependent var    |             | -0.019347 |
| Adjusted R-squared | 0.988100    | S.D. dependent var    |             | 0.003636  |
| S.E. of regression | 0.000397    | Akaike info criterion |             | -12.65027 |
| Sum squared resid  | 3.78E-06    | Schwarz criterion     |             | -12.37003 |
| Log likelihood     | 195.7540    | F-statistic           |             | 482.6133  |
| Durbin-Watson stat | 1.884453    | Prob(F-statistic)     |             | 0.000000  |

Null Hypothesis: D(LOG(RD)) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 5 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -2.680276   | 0.0900 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -3.689194   |        |
| 5% level                               | -2.971853   |        |
| 10% level                              | -2.625121   |        |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOG(RD),2)

Method: Least Squares

Date: 11/17/07 Time: 23:04

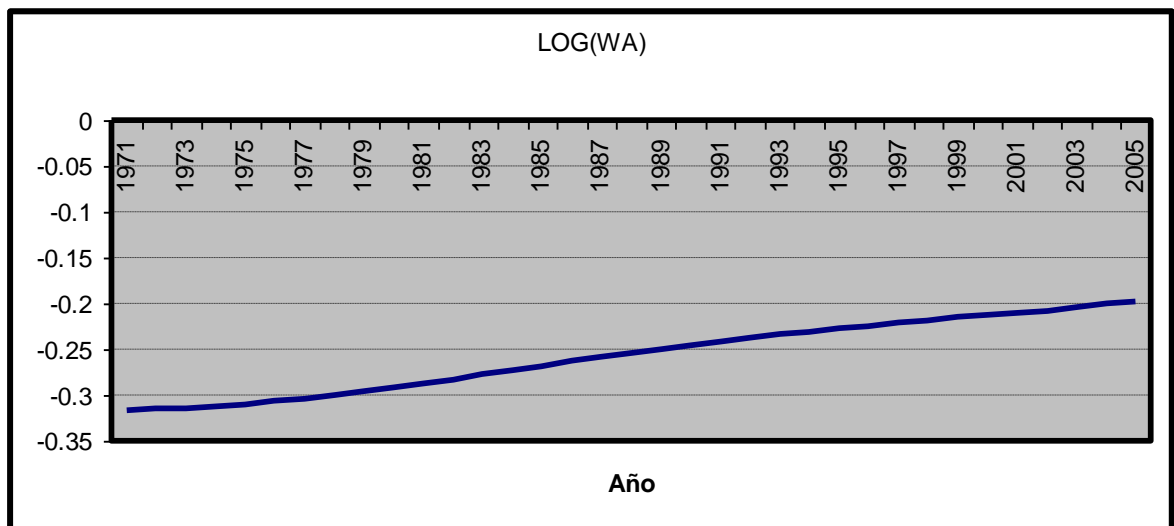
Sample (adjusted): 8 35

Included observations: 28 after adjustments

| Variable           | Coefficient | Std. Error         | t-Statistic | Prob.     |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------|
| D(LOG(RD(-1)))     | -0.093670   | 0.034948           | -2.680276   | 0.0140    |
| D(LOG(RD(-1)),2)   | 1.537398    | 0.194928           | 7.887009    | 0.0000    |
| D(LOG(RD(-2)),2)   | -1.620272   | 0.360538           | -4.494043   | 0.0002    |
| D(LOG(RD(-3)),2)   | 1.555054    | 0.430597           | 3.611389    | 0.0016    |
| D(LOG(RD(-4)),2)   | -1.449012   | 0.613501           | -2.361872   | 0.0279    |
| D(LOG(RD(-5)),2)   | 0.853940    | 0.518708           | 1.646282    | 0.1146    |
| C                  | -0.001807   | 0.000655           | -2.756745   | 0.0118    |
| R-squared          | 0.902215    | Mean dependent var |             | -0.000314 |
| Adjusted R-squared | 0.874276    | S.D. dependent var |             | 0.001173  |

|                    |          |                       |           |
|--------------------|----------|-----------------------|-----------|
| S.E. of regression | 0.000416 | Akaike info criterion | -12.52028 |
| Sum squared resid  | 3.63E-06 | Schwarz criterion     | -12.18722 |
| Log likelihood     | 182.2839 | F-statistic           | 32.29273  |
| Durbin-Watson stat | 1.938325 | Prob(F-statistic)     | 0.000000  |

Observamos que el estadístico que arroja la prueba en niveles es 2.897323y cae dentro de la zona de aceptación por lo que no podemos rechazar la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria. De esta manera, la serie no es I(0) o estacionaria. Si aplicamos la prueba en primeras diferencias, notamos que el estadístico de prueba es -2.680276y que cae fuera de la región de aceptación por lo que podemos rechazar la hipótesis de que la serie tiene raíz unitaria en primeras diferencias. Así, es probable que la serie sea I(1).



Observamos que la gráfica nos indica que es necesario incluir en la prueba de raíces unitarias una constante que represente la intersección de la gráfica con el eje de las ordenadas. Los resultados de la prueba DFA son los siguientes:

Null Hypothesis: LOG(WA) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 6 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | 0.999867    | 0.9954 |

|                       |           |           |
|-----------------------|-----------|-----------|
| Test critical values: | 1% level  | -3.689194 |
|                       | 5% level  | -2.971853 |
|                       | 10% level | -2.625121 |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LOG(WA))  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/17/07 Time: 23:09  
 Sample (adjusted): 8 35  
 Included observations: 28 after adjustments

| Variable       | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob.  |
|----------------|-------------|------------|-------------|--------|
| LOG(WA(-1))    | 0.001606    | 0.001606   | 0.999867    | 0.3293 |
| D(LOG(WA(-1))) | 2.308545    | 0.205119   | 11.25463    | 0.0000 |
| D(LOG(WA(-2))) | -2.905798   | 0.514705   | -5.645559   | 0.0000 |
| D(LOG(WA(-3))) | 2.939782    | 0.722677   | 4.067904    | 0.0006 |
| D(LOG(WA(-4))) | -2.643583   | 0.814933   | -3.243927   | 0.0041 |
| D(LOG(WA(-5))) | 2.207432    | 0.682415   | 3.234737    | 0.0042 |
| D(LOG(WA(-6))) | -0.997331   | 0.310724   | -3.209706   | 0.0044 |
| C              | 0.001637    | 0.000900   | 1.819705    | 0.0838 |

|                    |          |                       |           |
|--------------------|----------|-----------------------|-----------|
| R-squared          | 0.993881 | Mean dependent var    | 0.008733  |
| Adjusted R-squared | 0.991740 | S.D. dependent var    | 0.001733  |
| S.E. of regression | 0.000157 | Akaike info criterion | -14.43982 |
| Sum squared resid  | 4.96E-07 | Schwarz criterion     | -14.05919 |
| Log likelihood     | 210.1575 | F-statistic           | 464.1073  |
| Durbin-Watson stat | 1.999658 | Prob(F-statistic)     | 0.000000  |

Null Hypothesis: D(LOG(WA)) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 5 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.*    |
|--|-------------|-----------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -3.661828   | 0.0107    |
| Test critical values:                  | 1% level    | -3.689194 |
|  | 5% level    | -2.971853 |
|  | 10% level   | -2.625121 |

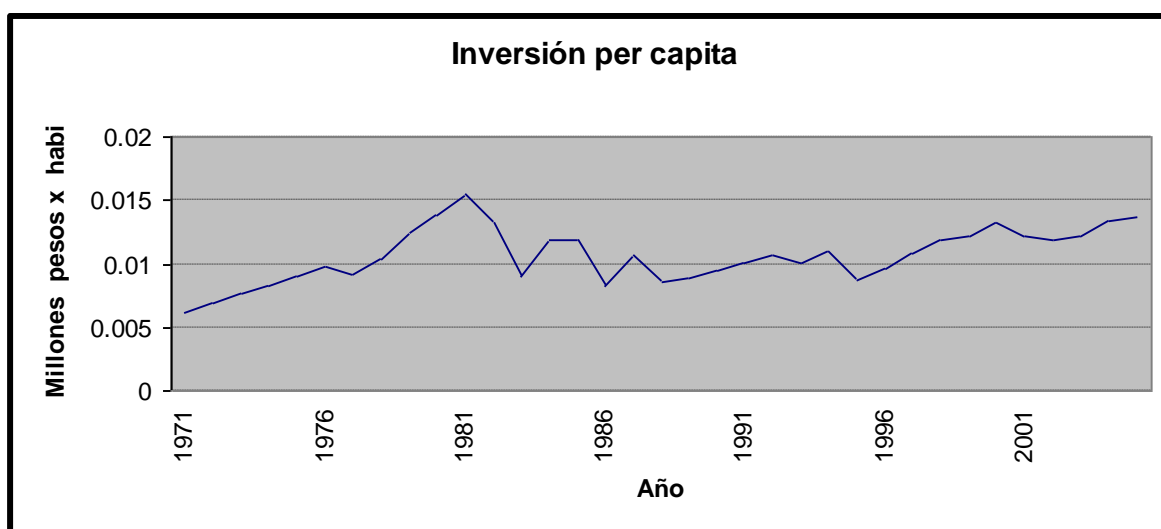
\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LOG(WA),2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/17/07 Time: 23:10

Sample (adjusted): 8 35  
 Included observations: 28 after adjustments

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.     |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| D(LOG(WA(-1)))     | -0.093451   | 0.025520              | -3.661828   | 0.0015    |
| D(LOG(WA(-1)),2)   | 1.444082    | 0.190538              | 7.578950    | 0.0000    |
| D(LOG(WA(-2)),2)   | -1.518319   | 0.338596              | -4.484155   | 0.0002    |
| D(LOG(WA(-3)),2)   | 1.444437    | 0.401809              | 3.594831    | 0.0017    |
| D(LOG(WA(-4)),2)   | -1.232302   | 0.430771              | -2.860692   | 0.0094    |
| D(LOG(WA(-5)),2)   | 0.807973    | 0.246337              | 3.279944    | 0.0036    |
| C                  | 0.000764    | 0.000218              | 3.499742    | 0.0021    |
| R-squared          | 0.919318    | Mean dependent var    |             | 2.42E-05  |
| Adjusted R-squared | 0.896266    | S.D. dependent var    |             | 0.000489  |
| S.E. of regression | 0.000157    | Akaike info criterion |             | -14.46247 |
| Sum squared resid  | 5.21E-07    | Schwarz criterion     |             | -14.12942 |
| Log likelihood     | 209.4746    | F-statistic           |             | 39.88001  |
| Durbin-Watson stat | 1.981965    | Prob(F-statistic)     |             | 0.000000  |

El estadístico que arroja la prueba en niveles es 0.999867 y cae dentro de la zona de aceptación por lo que no podemos rechazar la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria. De esta manera, la serie no es  $I(0)$  o estacionaria. Si aplicamos la prueba en primeras diferencias, notamos que el estadístico de prueba es -3.661828 y que cae fuera de la región de aceptación por lo que podemos rechazar la hipótesis de que la serie tiene raíz unitaria en primeras diferencias. Así, es probable que la serie sea  $I(1)$ .



Observamos que la gráfica nos indica que es necesario incluir en la prueba de raíces unitarias una constante que represente la intersección de la gráfica con el eje de las ordenadas. Los resultados de la prueba DFA son los siguientes

Null Hypothesis: INVERSION has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on AIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -2.581137   | 0.1066 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -3.639407   |        |
| 5% level                               | -2.951125   |        |
| 10% level                              | -2.614300   |        |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(INVERSION)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/16/07 Time: 12:01  
 Sample (adjusted): 2 35  
 Included observations: 34 after adjustments

| Variable      | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob.  |
|---------------|-------------|------------|-------------|--------|
| INVERSION(-1) | -0.304737   | 0.118063   | -2.581137   | 0.0146 |

|                    |          |                       |           |        |
|--------------------|----------|-----------------------|-----------|--------|
| C                  | 0.003441 | 0.001271              | 2.706294  | 0.0108 |
| R-squared          | 0.172320 | Mean dependent var    | 0.000222  |        |
| Adjusted R-squared | 0.146455 | S.D. dependent var    | 0.001557  |        |
| S.E. of regression | 0.001439 | Akaike info criterion | -10.19325 |        |
| Sum squared resid  | 6.62E-05 | Schwarz criterion     | -10.10346 |        |
| Log likelihood     | 175.2852 | F-statistic           | 6.662271  |        |
| Durbin-Watson stat | 2.089154 | Prob(F-statistic)     | 0.014636  |        |

Null Hypothesis: D(INVERSION) has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic based on AIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -6.670256   | 0.0000 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -3.646342   |        |
| 5% level                               | -2.954021   |        |
| 10% level                              | -2.615817   |        |

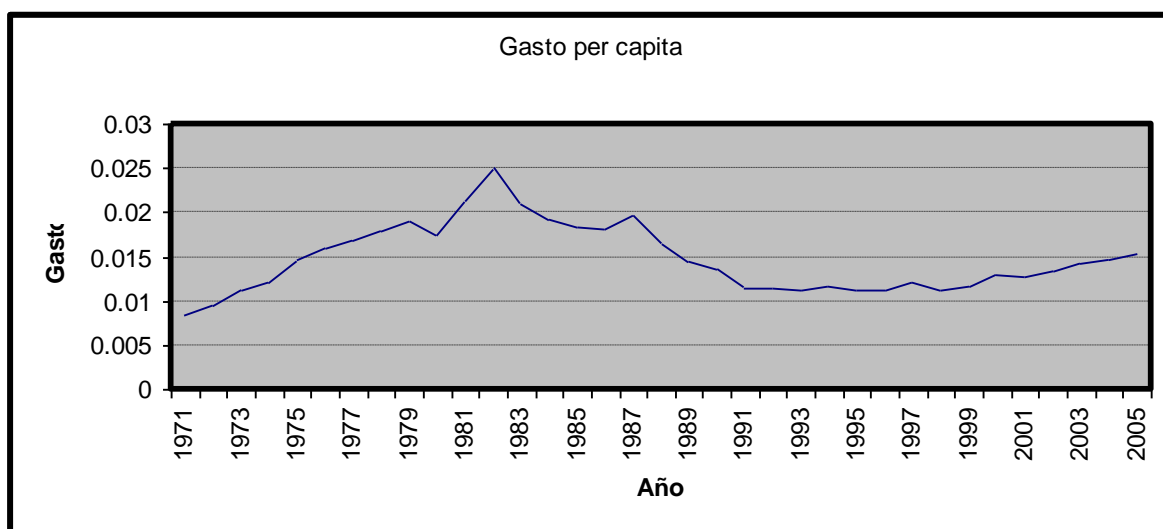
\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(INVERSION,2)  
Method: Least Squares  
Date: 11/16/07 Time: 12:02  
Sample (adjusted): 3 35  
Included observations: 33 after adjustments

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.  |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| D(INVERSION(-1))   | -1.177574   | 0.176541              | -6.670256   | 0.0000 |
| C                  | 0.000247    | 0.000278              | 0.890886    | 0.3799 |
| R-squared          | 0.589362    | Mean dependent var    | -1.05E-05   |        |
| Adjusted R-squared | 0.576116    | S.D. dependent var    | 0.002425    |        |
| S.E. of regression | 0.001579    | Akaike info criterion | -10.00521   |        |
| Sum squared resid  | 7.73E-05    | Schwarz criterion     | -9.914517   |        |
| Log likelihood     | 167.0860    | F-statistic           | 44.49231    |        |
| Durbin-Watson stat | 2.072841    | Prob(F-statistic)     | 0.000000    |        |

El estadístico que arroja la prueba en niveles es -2.581137 y cae dentro de la zona de aceptación por lo que no podemos rechazar la hipótesis nula de que la serie tiene raíz

unitaria. De esta manera, la serie no es  $I(0)$  o estacionaria. Si aplicamos la prueba en primeras diferencias, notamos que el estadístico de prueba es  $-6.670256$  y que cae fuera de la región de aceptación por lo que podemos rechazar la hipótesis de que la serie tiene raíz unitaria en primeras diferencias. Así, es probable que la serie sea  $I(1)$ .



Los resultados de la prueba DFA son los siguientes:

Null Hypothesis: GASTO has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -1.874320   | 0.3399 |
| Test critical values: 1% level         | -3.639407   |        |
| 5% level                               | -2.951125   |        |
| 10% level                              | -2.614300   |        |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(GASTO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/17/07 Time: 23:16  
 Sample (adjusted): 2 35  
 Included observations: 34 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|----------|-------------|------------|-------------|-------|
|----------|-------------|------------|-------------|-------|



|                    |           |                       |           |           |
|--------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|
| GASTO(-1)          | -0.137098 | 0.073146              | -1.874320 | 0.0700    |
| C                  | 0.002228  | 0.001115              | 1.998045  | 0.0543    |
| R-squared          | 0.098923  | Mean dependent var    |           | 0.000205  |
| Adjusted R-squared | 0.070765  | S.D. dependent var    |           | 0.001697  |
| S.E. of regression | 0.001636  | Akaike info criterion |           | -9.936407 |
| Sum squared resid  | 8.56E-05  | Schwarz criterion     |           | -9.846621 |
| Log likelihood     | 170.9189  | F-statistic           |           | 3.513074  |
| Durbin-Watson stat | 1.607214  | Prob(F-statistic)     |           | 0.070041  |

Null Hypothesis: D(GASTO) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -4.724275   | 0.0006 |
| Test critical values: 1% level         | -3.646342   |        |
| 5% level                               | -2.954021   |        |
| 10% level                              | -2.615817   |        |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(GASTO,2)

Method: Least Squares

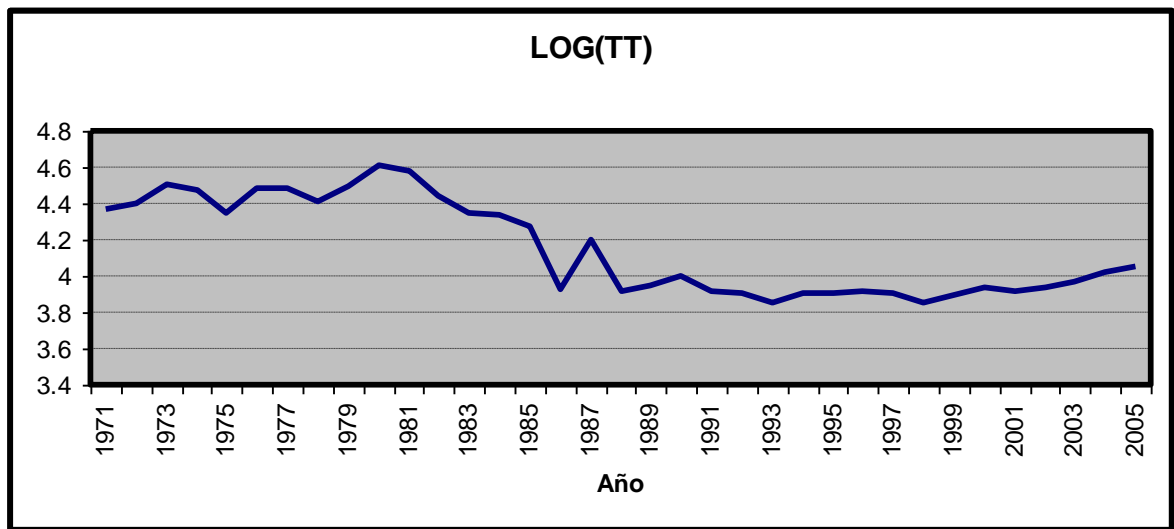
Date: 11/17/07 Time: 23:17

Sample (adjusted): 3 35

Included observations: 33 after adjustments

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.     |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| D(GASTO(-1))       | -0.833923   | 0.176519              | -4.724275   | 0.0000    |
| C                  | 0.000146    | 0.000301              | 0.485452    | 0.6308    |
| R-squared          | 0.418591    | Mean dependent var    |             | -1.33E-05 |
| Adjusted R-squared | 0.399836    | S.D. dependent var    |             | 0.002219  |
| S.E. of regression | 0.001719    | Akaike info criterion |             | -9.835786 |
| Sum squared resid  | 9.16E-05    | Schwarz criterion     |             | -9.745089 |
| Log likelihood     | 164.2905    | F-statistic           |             | 22.31877  |
| Durbin-Watson stat | 1.969848    | Prob(F-statistic)     |             | 0.000047  |

El estadístico que arroja la prueba en niveles es  $-1.874320$  y cae dentro de la zona de aceptación por lo que no podemos rechazar la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria. De esta manera, la serie no es  $I(0)$  o estacionaria. Si aplicamos la prueba en primeras diferencias, notamos que el estadístico de prueba es  $-4.724275$  y que cae fuera de la región de aceptación por lo que podemos rechazar la hipótesis de que la serie tiene raíz unitaria en primeras diferencias. Así, es probable que la serie sea  $I(1)$ .



En la gráfica se puede observar que es necesario incluir en la prueba de raíces unitarias una constante que represente la intersección de la gráfica con el eje de las ordenadas.

Los resultados de la prueba DFA son los siguientes:

Null Hypothesis: LOG(TT) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -1.004247   | 0.7402 |
| Test critical values: 1% level         | -3.646342   |        |
| 5% level                               | -2.954021   |        |
| 10% level                              | -2.615817   |        |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOG(TT))  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/17/07 Time: 23:18  
 Sample (adjusted): 3 35  
 Included observations: 33 after adjustments

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.     |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| LOG(TT(-1))        | -0.071866   | 0.071562              | -1.004247   | 0.3233    |
| D(LOG(TT(-1)))     | -0.371284   | 0.167539              | -2.216104   | 0.0344    |
| C                  | 0.283774    | 0.298046              | 0.952113    | 0.3486    |
| R-squared          | 0.191192    | Mean dependent var    |             | -0.010668 |
| Adjusted R-squared | 0.137271    | S.D. dependent var    |             | 0.113711  |
| S.E. of regression | 0.105619    | Akaike info criterion |             | -1.571452 |
| Sum squared resid  | 0.334660    | Schwarz criterion     |             | -1.435406 |
| Log likelihood     | 28.92895    | F-statistic           |             | 3.545800  |
| Durbin-Watson stat | 2.036143    | Prob(F-statistic)     |             | 0.041465  |

Null Hypothesis: D(LOG(TT)) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

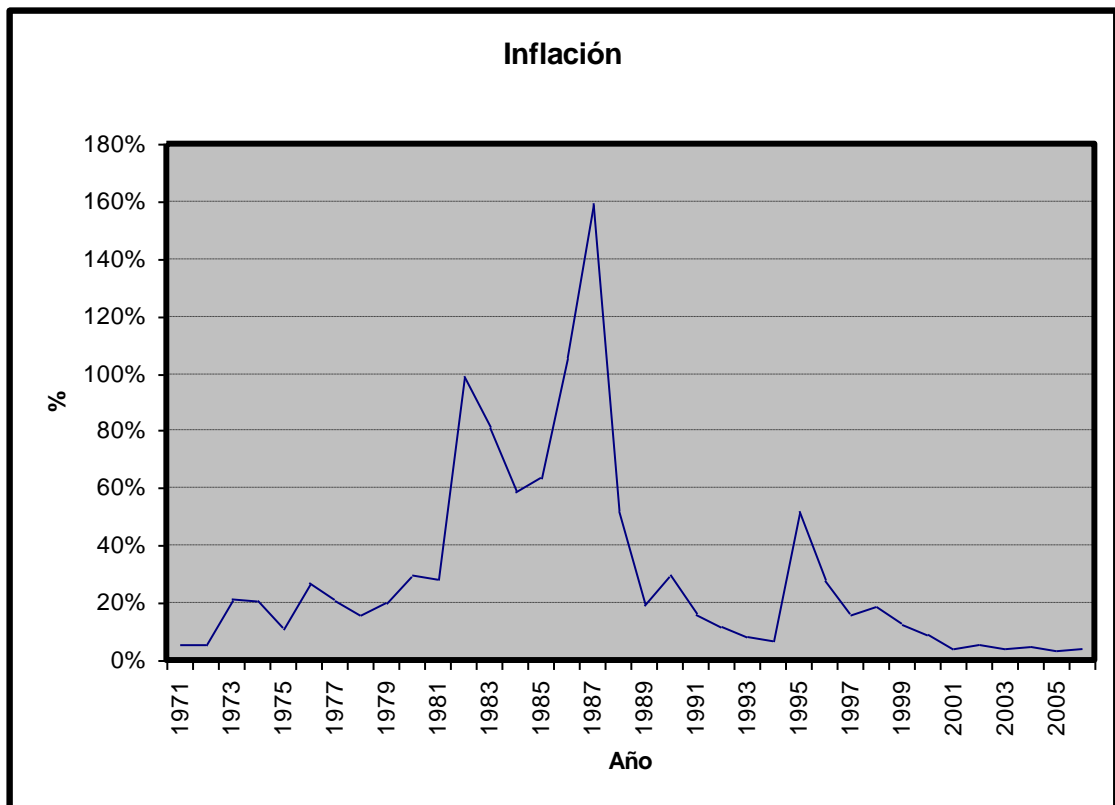
|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -8.556726   | 0.0000 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -3.646342   |        |
| 5% level                               | -2.954021   |        |
| 10% level                              | -2.615817   |        |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LOG(TT),2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/17/07 Time: 23:18  
 Sample (adjusted): 3 35  
 Included observations: 33 after adjustments

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.     |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| D(LOG(TT(-1)))     | -1.404890   | 0.164185              | -8.556726   | 0.0000    |
| C                  | -0.014963   | 0.018471              | -0.810107   | 0.4241    |
| R-squared          | 0.702545    | Mean dependent var    |             | -6.08E-05 |
| Adjusted R-squared | 0.692950    | S.D. dependent var    |             | 0.190632  |
| S.E. of regression | 0.105633    | Akaike info criterion |             | -1.598993 |
| Sum squared resid  | 0.345911    | Schwarz criterion     |             | -1.508296 |
| Log likelihood     | 28.38339    | F-statistic           |             | 73.21756  |

El estadístico que arroja la prueba en niveles es  $-1.004247$  y cae dentro de la zona de aceptación por lo que no podemos rechazar la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria. De esta manera, la serie no es  $I(0)$  o estacionaria. Si aplicamos la prueba en primeras diferencias, notamos que el estadístico de prueba es  $-8.556726$  y que cae fuera de la región de aceptación por lo que podemos rechazar la hipótesis de que la serie tiene raíz unitaria en primeras diferencias. Así, es probable que la serie sea  $I(1)$ .



En la gráfica se puede observar que es necesario incluir en la prueba de raíces unitarias una constante que represente la intersección de la gráfica con el eje de las ordenadas.

Los resultados de la prueba DFA son los siguientes:

Null Hypothesis: INFLACION has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic based on AIC, MAXLAG=15)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -2.529348   | 0.1177 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -3.639407   |        |
| 5% level                               | -2.951125   |        |
| 10% level                              | -2.614300   |        |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(INFLACION)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/02/07 Time: 20:24  
 Sample (adjusted): 2 35  
 Included observations: 34 after adjustments

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.     |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| INFLACION(-1)      | -0.334696   | 0.132325              | -2.529348   | 0.0166    |
| C                  | 10.50182    | 6.166846              | 1.702949    | 0.0983    |
| R-squared          | 0.166615    | Mean dependent var    |             | -0.063824 |
| Adjusted R-squared | 0.140571    | S.D. dependent var    |             | 28.53420  |
| S.E. of regression | 26.45274    | Akaike info criterion |             | 9.445619  |
| Sum squared resid  | 22391.92    | Schwarz criterion     |             | 9.535405  |
| Log likelihood     | -158.5755   | F-statistic           |             | 6.397603  |
| Durbin-Watson stat | 1.874103    | Prob(F-statistic)     |             | 0.016552  |

Null Hypothesis: D(INFLACION) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic based on AIC, MAXLAG=8)

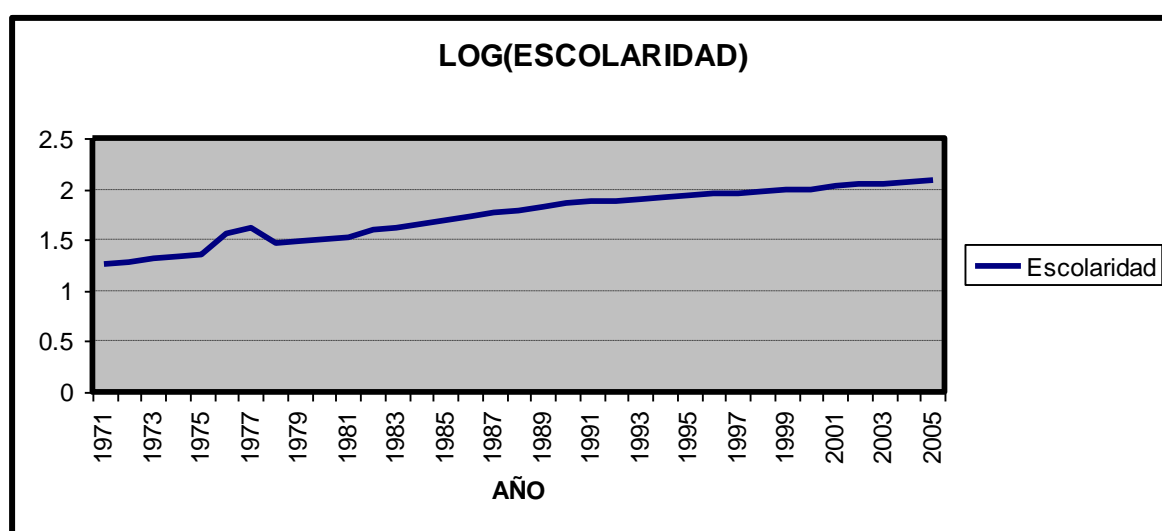
|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -5.811848   | 0.0000 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -3.653730   |        |
| 5% level                               | -2.957110   |        |
| 10% level                              | -2.617434   |        |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(INFLACION,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/02/07 Time: 20:31  
 Sample (adjusted): 4 35  
 Included observations: 32 after adjustments

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.  |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| D(INFLACION(-1))   | -1.479514   | 0.254569              | -5.811848   | 0.0000 |
| D(INFLACION(-1),2) | 0.357758    | 0.172452              | 2.074533    | 0.0470 |
| C                  | -0.582304   | 4.976562              | -0.117009   | 0.9077 |
| R-squared          | 0.605752    | Mean dependent var    | -0.550937   |        |
| Adjusted R-squared | 0.578562    | S.D. dependent var    | 43.36475    |        |
| S.E. of regression | 28.15164    | Akaike info criterion | 9.602148    |        |
| Sum squared resid  | 22982.93    | Schwarz criterion     | 9.739561    |        |
| Log likelihood     | -150.6344   | F-statistic           | 22.27884    |        |
| Durbin-Watson stat | 2.084503    | Prob(F-statistic)     | 0.000001    |        |

Observamos que el estadístico que arroja la prueba es  $-2.529348$  y que cae dentro de la zona de aceptación por lo que no podemos rechazar la hipótesis de que la serie tiene raíz unitaria. De esta manera, la serie no es  $I(0)$  o estacionaria. Si aplicamos la prueba en primeras diferencias obtenemos un estadístico de prueba de  $-5.811848$  que cae en la región de rechazo con un 99% de probabilidad por lo que se puede tratar de una serie  $I(1)$ .



En la gráfica se puede observar que es necesario incluir en la prueba de raíces unitarias una constante que represente la intersección de la gráfica con el eje de las ordenadas. Los resultados de la prueba DFA son los siguientes:

Null Hypothesis: LOG(ESCOLARIDAD) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 6 (Automatic based on AIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -0.067272   | 0.9929 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -4.323979   |        |
| 5% level                               | -3.580623   |        |
| 10% level                              | -3.225334   |        |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LOG(ESCOLARIDAD))  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/17/07 Time: 23:24  
 Sample (adjusted): 8 35  
 Included observations: 28 after adjustments

| Variable                | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.     |
|-------------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| LOG(ESCOLARIDAD(-1))    | -0.011130   | 0.165443              | -0.067272   | 0.9471    |
| D(LOG(ESCOLARIDAD(-1))) | 0.275189    | 0.239934              | 1.146935    | 0.2656    |
| D(LOG(ESCOLARIDAD(-2))) | -0.743755   | 0.159422              | -4.665321   | 0.0002    |
| D(LOG(ESCOLARIDAD(-3))) | 0.246481    | 0.177562              | 1.388144    | 0.1812    |
| D(LOG(ESCOLARIDAD(-4))) | -0.570421   | 0.145336              | -3.924851   | 0.0009    |
| D(LOG(ESCOLARIDAD(-5))) | 0.180746    | 0.129625              | 1.394371    | 0.1793    |
| D(LOG(ESCOLARIDAD(-6))) | -0.279308   | 0.116357              | -2.400454   | 0.0268    |
| C                       | 0.071418    | 0.205265              | 0.347931    | 0.7317    |
| @TREND(1)               | -0.000459   | 0.004117              | -0.111584   | 0.9123    |
| R-squared               | 0.721869    | Mean dependent var    |             | 0.017230  |
| Adjusted R-squared      | 0.604761    | S.D. dependent var    |             | 0.034986  |
| S.E. of regression      | 0.021995    | Akaike info criterion |             | -4.540915 |
| Sum squared resid       | 0.009192    | Schwarz criterion     |             | -4.112706 |
| Log likelihood          | 72.57281    | F-statistic           |             | 6.164128  |
| Durbin-Watson stat      | 1.846823    | Prob(F-statistic)     |             | 0.000556  |

Null Hypothesis: D(LOG(ESCOLARIDAD)) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 6 (Automatic based on AIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -4.020735   | 0.0202 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -4.339330   |        |
| 5% level                               | -3.587527   |        |

10% level

-3.229230

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LOG(ESCOLARIDAD),2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/17/07 Time: 23:24  
 Sample (adjusted): 9 35  
 Included observations: 27 after adjustments

| Variable                  | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.     |
|---------------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| D(LOG(ESCOLARIDAD(-1)))   | -0.895195   | 0.222645              | -4.020735   | 0.0008    |
| D(LOG(ESCOLARIDAD(-1)),2) | 0.099472    | 0.175679              | 0.566213    | 0.5782    |
| D(LOG(ESCOLARIDAD(-2)),2) | 0.027089    | 0.155166              | 0.174583    | 0.8634    |
| D(LOG(ESCOLARIDAD(-3)),2) | 0.153045    | 0.110328              | 1.387178    | 0.1823    |
| D(LOG(ESCOLARIDAD(-4)),2) | -0.014140   | 0.096764              | -0.146134   | 0.8854    |
| D(LOG(ESCOLARIDAD(-5)),2) | 0.060079    | 0.053937              | 1.113893    | 0.2800    |
| D(LOG(ESCOLARIDAD(-6)),2) | 0.022527    | 0.045007              | 0.500535    | 0.6228    |
| C                         | 0.041989    | 0.008798              | 4.772728    | 0.0002    |
| @TREND(1)                 | -0.000947   | 0.000232              | -4.077661   | 0.0007    |
| R-squared                 | 0.968302    | Mean dependent var    |             | 0.006512  |
| Adjusted R-squared        | 0.954214    | S.D. dependent var    |             | 0.036030  |
| S.E. of regression        | 0.007710    | Akaike info criterion |             | -6.631505 |
| Sum squared resid         | 0.001070    | Schwarz criterion     |             | -6.199560 |
| Log likelihood            | 98.52532    | F-statistic           |             | 68.73204  |
| Durbin-Watson stat        | 1.752856    | Prob(F-statistic)     |             | 0.000000  |

Observamos que el estadístico que arroja la prueba es -0.067272 y que cae dentro de la zona de aceptación por lo que no podemos rechazar la hipótesis de que la serie tiene raíz unitaria. De esta manera, la serie no es  $I(0)$  o estacionaria. Si aplicamos la prueba en primeras diferencias obtenemos un estadístico de prueba de -4.020735 que cae en la región de rechazo con un 99% de probabilidad por lo que se puede tratar de una serie  $I(1)$ .

## IX.2 Metodología Engle-Granger.

### Mínimos Cuadrados Ordinarios para la primera estimación.



$$PIB_t = \beta_1 LOG(RD_t) + \beta_2 INVERSION_t + \beta_3 GASTO_t + \beta_4 LOG(TT_t)$$

$$+ \beta_5 INFLACION_t + \beta_6 LOG(ESCOLARIDAD_t) + \varepsilon_t$$

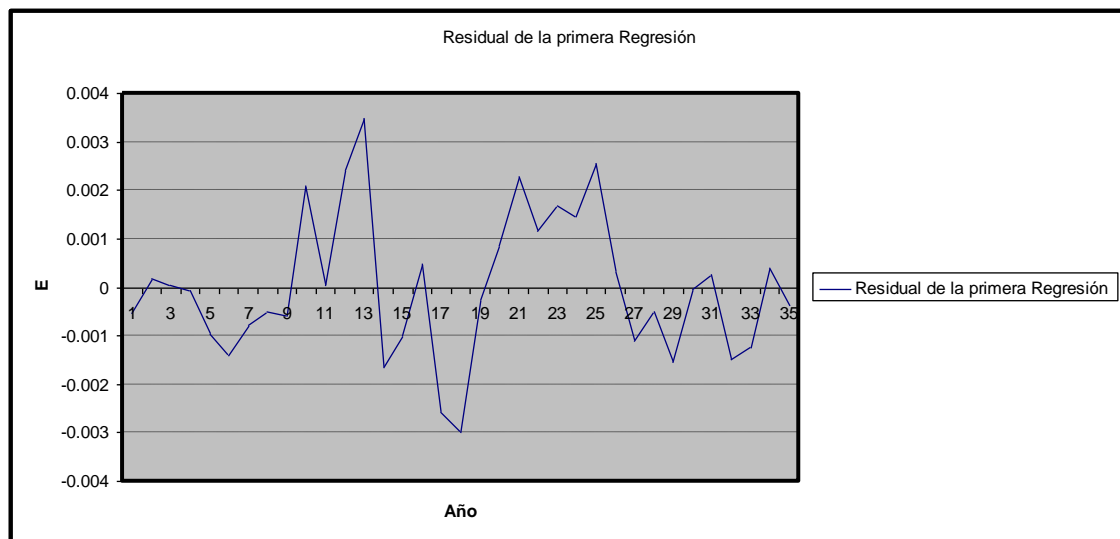
Dependent Variable: PIB  
 Method: Least Squares  
 Date: 04/04/08 Time: 15:39  
 Sample: 1 35  
 Included observations: 35

|                  | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob.  |
|------------------|-------------|------------|-------------|--------|
| LOG(RD)          | -0.025506   | 0.007350   | -3.470271   | 0.0016 |
| INVERSION        | 1.432915    | 0.256992   | 5.575726    | 0.0000 |
| GASTO            | 0.636668    | 0.158664   | 4.012685    | 0.0004 |
| LOG(TT)          | 0.005540    | 0.001409   | 3.930492    | 0.0005 |
| INFLACION        | -0.002788   | 0.001267   | -2.199531   | 0.0360 |
| LOG(ESCOLARIDAD) | 0.001088    | 0.003825   | 0.284464    | 0.7781 |

|                    |          |                       |           |
|--------------------|----------|-----------------------|-----------|
| R-squared          | 0.958361 | Mean dependent var    | 0.053974  |
| Adjusted R-squared | 0.951181 | S.D. dependent var    | 0.007195  |
| S.E. of regression | 0.001590 | Akaike info criterion | -9.895812 |
| Sum squared resid  | 7.33E-05 | Schwarz criterion     | -9.629181 |
| Log likelihood     | 179.1767 | Hannan-Quinn criter.  | -9.803771 |
| Durbin-Watson stat | 1.217635 |                       |           |

### Orden de Integración de los residuales de la primera estimación.



Null Hypothesis: RESIDUAL has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -3.756480   | 0.0074 |
| Test critical values: 1% level         | -3.639407   |        |

|           |           |
|-----------|-----------|
| 5% level  | -2.951125 |
| 10% level | -2.614300 |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(RESIDUAL)

Method: Least Squares

Date: 04/04/08 Time: 15:40

Sample (adjusted): 2 35

Included observations: 34 after adjustments

|                    | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.     |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| RESIDUAL(-1)       | -0.611108   | 0.162681              | -3.756480   | 0.0007    |
| C                  | 1.16E-05    | 0.000239              | 0.048474    | 0.9616    |
| R-squared          | 0.306025    | Mean dependent var    |             | 4.24E-06  |
| Adjusted R-squared | 0.284338    | S.D. dependent var    |             | 0.001644  |
| S.E. of regression | 0.001391    | Akaike info criterion |             | -10.26039 |
| Sum squared resid  | 6.19E-05    | Schwarz criterion     |             | -10.17060 |
| Log likelihood     | 176.4266    | Hannan-Quinn criter.  |             | -10.22977 |
| F-statistic        | 14.11114    | Durbin-Watson stat    |             | 1.917552  |
| Prob(F-statistic)  | 0.000691    |                       |             |           |

### Mínimos Cuadrados Ordinarios para la segunda estimación.

$$PIB_t = \beta_1 LOG(WA_t) + \beta_2 INVERSION_t + \beta_3 GASTO_t + \beta_4 LOG(TT_t)$$

$$+ \beta_5 INFLACION_t + \beta_6 LOG(ESCOLARIDAD_t) + \varepsilon_t$$

Dependent Variable: PIB

Method: Least Squares

Date: 04/04/08 Time: 15:40

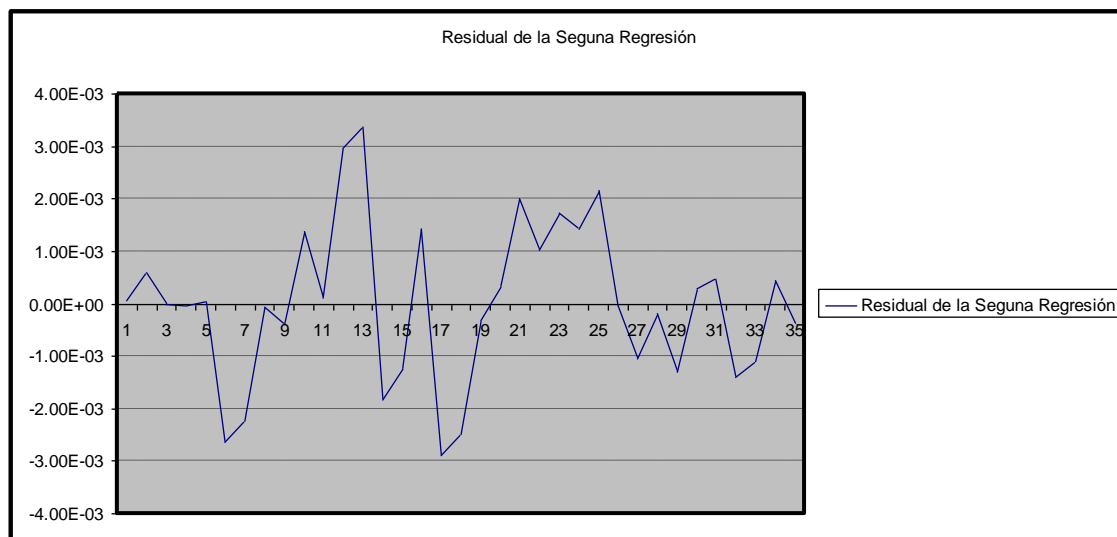
Sample: 1 35

Included observations: 35

|                    | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.     |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| LOG(WA)            | 0.047115    | 0.015057              | 3.129091    | 0.0040    |
| INVERSION          | 1.324091    | 0.294391              | 4.497734    | 0.0001    |
| GASTO              | 0.481425    | 0.150328              | 3.202507    | 0.0033    |
| LOG(TT)            | 0.010980    | 0.003247              | 3.381803    | 0.0021    |
| INFLACION          | -0.002634   | 0.001302              | -2.023082   | 0.0524    |
| LOG(ESCOLARIDAD)   | 0.009119    | 0.001878              | 4.854929    | 0.0000    |
| R-squared          | 0.955944    | Mean dependent var    |             | 0.053974  |
| Adjusted R-squared | 0.948348    | S.D. dependent var    |             | 0.007195  |
| S.E. of regression | 0.001635    | Akaike info criterion |             | -9.839391 |
| Sum squared resid  | 7.75E-05    | Schwarz criterion     |             | -9.572760 |

|                    |          |                      |           |
|--------------------|----------|----------------------|-----------|
| Log likelihood     | 178.1893 | Hannan-Quinn criter. | -9.747350 |
| Durbin-Watson stat | 1.367735 |                      |           |

### Orden de Integración de los residuales de la segunda estimación.



Null Hypothesis: RESIDUAL has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

|  | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -4.074700   | 0.0033 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -3.639407   |        |
| 5% level                               | -2.951125   |        |
| 10% level                              | -2.614300   |        |

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(RESIDUAL)  
 Method: Least Squares  
 Date: 04/04/08 Time: 15:41  
 Sample (adjusted): 2 35  
 Included observations: 34 after adjustments

|              | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob.  |
|--------------|-------------|------------|-------------|--------|
| RESIDUAL(-1) | -0.684251   | 0.167927   | -4.074700   | 0.0003 |
| C            | -1.11E-06   | 0.000253   | -0.004369   | 0.9965 |

|                    |          |                       |           |
|--------------------|----------|-----------------------|-----------|
| R-squared          | 0.341607 | Mean dependent var    | -1.37E-05 |
| Adjusted R-squared | 0.321032 | S.D. dependent var    | 0.001793  |
| S.E. of regression | 0.001477 | Akaike info criterion | -10.14049 |
| Sum squared resid  | 6.98E-05 | Schwarz criterion     | -10.05071 |

|                   |          |                      |           |
|-------------------|----------|----------------------|-----------|
| Log likelihood    | 174.3884 | Hannan-Quinn criter. | -10.10987 |
| F-statistic       | 16.60318 | Durbin-Watson stat   | 1.912578  |
| Prob(F-statistic) | 0.000284 |                      |           |

### IX.3 Metodología Johansen.

#### Prueba Johansen para la primera estimación

Sample (adjusted): 4 35

Included observations: 32 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: PIB LOG(RD) INVERSION GASTO LOG(TT) INFLACION LOG(ESCOLARIDAD)

Lags interval (in first differences): 1 to

2

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

| Hypothesized | Eigenv<br>alue | Trace<br>Statistic | 0.05<br>Critica<br>l<br>Value | Prob.*<br>* |
|--------------|----------------|--------------------|-------------------------------|-------------|
| None *       | 0.9865<br>55   | 290.566<br>5       | 125.6<br>154                  | 0           |
| At most 1 *  | 0.9004<br>68   | 152.673<br>4       | 95.75<br>366                  | 0           |
| At most 2 *  | 0.6442<br>93   | 78.8405<br>9       | 69.81<br>889                  | 0.008       |
| At most 3    | 0.5030<br>83   | 45.7639<br>45.7639 | 47.85<br>613                  | 0.077<br>6  |
| At most 4    | 0.3702<br>28   | 23.3852<br>8       | 29.79<br>707                  | 0.227<br>6  |
| At most 5    | 0.1787<br>3    | 8.58858<br>3       | 15.49<br>471                  | 0.404<br>8  |
| At most 6    | 0.0689<br>94   | 2.28766<br>3       | 3.841<br>466                  | 0.130<br>4  |

Trace test indicates 3 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

| Hypothesized | Eigenv<br>alue | Max-<br>Eigen<br>Statistic | 0.05<br>Critica<br>l<br>Value | Prob.*<br>* |
|--------------|----------------|----------------------------|-------------------------------|-------------|
| None *       | 0.9865<br>55   | 137.893<br>2               | 46.23<br>142                  | 0           |
| At most 1 *  | 0.9004         | 73.8327                    | 40.07                         | 0           |

|           |        |         |       |       |
|-----------|--------|---------|-------|-------|
|           | 68     | 8       | 757   |       |
|           | 0.6442 | 33.0766 | 33.87 | 0.062 |
| At most 2 | 93     | 9       | 687   | 1     |
|           | 0.5030 | 22.3786 | 27.58 | 0.201 |
| At most 3 | 83     | 2       | 434   | 6     |
|           | 0.3702 | 14.7966 | 21.13 | 0.303 |
| At most 4 | 28     | 9       | 162   | 4     |
|           | 0.1787 | 6.30091 | 14.26 | 0.574 |
| At most 5 | 3      | 9       | 46    | 9     |
|           | 0.0689 | 2.28766 | 3.841 | 0.130 |
| At most 6 | 94     | 3       | 466   | 4     |

Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b\*S11\*b=l):

| PIB       | LOG(RD)  | INVERSION | GASTO    | LOG(TT)  | INFLACION | LOG(ESCOLARIDAD) |
|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|------------------|
| -2098.932 | 32.46619 | 4631.918  | 1605.519 | 51.09441 | 2.183005  | 26.3616          |
| 56.33985  | 31.84581 | 1124.946  | 303.4889 | 28.40334 | 1.391135  | 3.290997         |
| 3867.733  | 158.4223 | 4432.023  | 2642.652 | 36.65107 | 37.49691  | 55.69101         |
| 232.2994  | 19.53017 | 1643.741  | 87.15222 | 21.63748 | 1.97763   | 40.12572         |
| -2437.163 | 87.95113 | 2937.313  | 35.41141 | 50.38488 | 9.473336  | 7.723756         |
| 239.7191  | 9.276251 | 125.0512  | 613.9845 | 8.20935  | 2.953708  | 4.081496         |
| 3155.162  | 151.5688 | 3286.308  | 1139.004 | 50.53971 | 20.83792  | 40.75863         |

Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):

|              |           |          |          |          |           |          |           |
|--------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|
| D(PIB)       | 0.000641  | 0.001099 | 0.000186 | 0.00005  | 0.000101  | 0.000394 | -0.000173 |
| D(LOG(RD))   | -5.65E-05 | 3.66E-05 | 7.01E-06 | 4.21E-05 | 1.90E-05  | 0.000167 | 3.66E-05  |
| D(INVERSION) | 0.00021   | 0.000262 | 6.64E-05 | 0.000372 | -5.92E-05 | 0.000235 | -0.000126 |
| D(GASTO)     | 0.000919  | 0.000263 | 0.000000 | 0.000000 | 0.0001706 | 8.91E-06 | -0.000124 |

|                     |              |              |              |              |              |              |           |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
|                     |              |              | 11           | 138          | 7            |              |           |
|                     |              | -            | -            | -            | -            | -            |           |
| D(LOG(TT))          | 0.0203<br>44 | 0.03680<br>5 | 0.002<br>766 | 0.013<br>068 | 0.02859<br>7 | 0.009<br>516 | -0.004137 |
| D(INFLACION)        | 0.0549<br>66 | 0.09653<br>1 | 0.115<br>277 | 0.003<br>325 | 0.03820<br>8 | 0.003<br>04  | 0.00035   |
| D(LOG(ESCOLARIDAD)) | 0.0129<br>1  | 0.00597<br>8 | 0.003<br>147 | 0.017<br>797 | 0.00248<br>8 | 0.000<br>583 | -0.004404 |

1 Cointegrating Log likelihood 957.6  
Equation(s): d 354

Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

| PIB | LOG(RD)      | INVERSION    | GASTO    | LOG(TT)      | INFLACION | LOG(ESCOLARIDAD) |
|-----|--------------|--------------|----------|--------------|-----------|------------------|
| 1   | 0.0154<br>68 | 2.20679<br>8 | 0.764922 | 0.02434<br>3 | 0.00104   | -0.01256         |
|     | 0.0009<br>5  | -0.03834     | -0.03998 | -0.0007      | -0.00025  | -0.00091         |

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| D(PIB)              | 1.3456<br>95       |
| D(LOG(RD))          | 0.9425<br>8        |
| D(INVERSION)        | 0.1185<br>56       |
| D(GASTO)            | -0.2231            |
| D(LOG(TT))          | 0.4407<br>48       |
| D(INFLACION)        | -0.4996<br>-1.9298 |
| D(ESCOLARIDAD)      | 0.3528<br>4        |
| D(LOG(TT))          | 42.700<br>63       |
| D(INFLACION)        | 36.449<br>2        |
| D(ESCOLARIDAD)      | 115.36<br>98       |
| D(LOG(ESCOLARIDAD)) | 98.215<br>1        |
| D(ESCOLARIDAD)      | 27.096<br>85       |

-  
16.482  
6

### Prueba de Johansen para la segunda estimación.

Sample (adjusted): 4 35

Included observations: 32 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: PIB LOG(WA) INVERSION GASTO LOG(TT) INFLACION  
LOG(ESCOLARIDAD)

Lags interval (in first differences): 1 to 2

#### Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

| Hypothesized<br>No. of<br>CE(s) | Eigenvalue | Trace<br>Statistic | 0.05<br>Critical Value | Prob.** |
|---------------------------------|------------|--------------------|------------------------|---------|
| None *                          | 0.988117   | 345.7510           | 125.6154               | 0.0000  |
| At most 1 *                     | 0.916536   | 203.9051           | 95.75366               | 0.0000  |
| At most 2 *                     | 0.873377   | 124.4384           | 69.81889               | 0.0000  |
| At most 3 *                     | 0.514436   | 58.30906           | 47.85613               | 0.0039  |
| At most 4 *                     | 0.478409   | 35.19086           | 29.79707               | 0.0108  |
| At most 5                       | 0.359778   | 14.36297           | 15.49471               | 0.0735  |
| At most 6                       | 0.002898   | 0.092873           | 3.841466               | 0.7605  |

Trace test indicates 5 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

#### Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

| Hypothesized<br>No. of<br>CE(s) | Eigenvalue | Max-Eigen<br>Statistic | 0.05<br>Critical Value | Prob.** |
|---------------------------------|------------|------------------------|------------------------|---------|
| None *                          | 0.988117   | 141.8459               | 46.23142               | 0.0000  |
| At most 1 *                     | 0.916536   | 79.46669               | 40.07757               | 0.0000  |
| At most 2 *                     | 0.873377   | 66.12936               | 33.87687               | 0.0000  |
| At most 3                       | 0.514436   | 23.11820               | 27.58434               | 0.1685  |
| At most 4                       | 0.478409   | 20.82789               | 21.13162               | 0.0551  |
| At most 5 *                     | 0.359778   | 14.27010               | 14.26460               | 0.0499  |
| At most 6                       | 0.002898   | 0.092873               | 3.841466               | 0.7605  |

Max-eigenvalue test indicates 3 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b\*S11\*b=l):

| PIB      | LOG(WA)  | INVERSION | GASTO     | LOG(TT)   | INFLACION | LOG(ESCOLARIDAD) |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| 2832.936 | 195.0923 | 5047.159  | -1402.498 | 64.59637  | -8.222707 | 11.59048         |
| 2551.862 | 292.3601 | 2247.617  | 1801.537  | 26.28125  | -24.18353 | -44.97983        |
| 798.3996 | 31.09756 | 2023.250  | 916.1973  | -14.19909 | -5.869790 | 7.169312         |
| 533.0875 | 80.62105 | -1606.850 | -169.9522 | 18.97610  | 3.035436  | 39.28623         |
| 286.5331 | 9.517708 | -366.6583 | -809.1158 | 25.96214  | 6.051284  | 26.76003         |
| 855.4911 | 67.59461 | -1612.111 | 255.3367  | -18.66034 | -1.568680 | 3.474934         |
| 984.9485 | 121.8063 | -910.2055 | -787.0930 | -19.71346 | 4.874600  | 6.741724         |

Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):

|                     |           |           |          |           |           |           |           |
|---------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| D(PIB)              | 0.000811  | 0.000617  | 0.000770 | -2.30E-05 | 0.000658  | 0.000234  | 5.40E-05  |
| D(LOG(WA))          | -7.64E-05 | -0.000107 | 6.37E-05 | 4.68E-05  | -4.10E-05 | -4.87E-05 | 9.18E-07  |
| D(INVERSION)        | 0.000324  | 0.000334  | 0.000172 | 0.000204  | 0.000306  | 0.000107  | 3.46E-05  |
| D(GASTO)            | 0.000843  | -0.000260 | 0.000121 | 3.12E-05  | -0.000322 | 5.11E-06  | 2.12E-05  |
| D(LOG(TT))          | 0.017283  | 0.004374  | 0.032173 | -0.004247 | 0.003785  | 0.026478  | 0.001861  |
| D(INFLACION)        | 0.056329  | 0.021934  | 0.027248 | 0.065593  | -0.101880 | 0.033175  | -0.000781 |
| D(LOG(ESCOLARIDAD)) | -0.010913 | 0.003987  | 0.012226 | -0.012125 | -0.009837 | -0.006629 | 0.000850  |

1 Cointegrating Equation(s): Log likelihood 980.9558

Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

| PIB      | LOG(WA)   | INVERSION | GASTO     | LOG(TT)   | INFLACION | LOG(ESCOLARIDAD) |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| 1.000000 | -0.068866 | -1.781600 | 0.495069  | 0.022802  | 0.002903  | -0.004091        |
|          | (0.00138) | (0.02259) | (0.02604) | (0.00049) | (0.00016) | (0.00061)        |



Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

|                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
|                             | -                             |
| D(PIB)                      | 2.2988<br>94<br>(1.259<br>99) |
| D(LOG(WA<br>)               | 0.216<br>481<br>(0.126<br>27) |
|                             | -                             |
| D(INVERSI<br>ON)            | 0.9189<br>83<br>(0.663<br>35) |
|                             | -                             |
| D(GASTO)                    | 2.3884<br>26<br>(0.486<br>87) |
|                             | -                             |
| D(LOG(TT))                  | 48.960<br>33<br>(47.07<br>75) |
|                             | -                             |
| D(INFLACI<br>ON)            | 159.57<br>61<br>(132.0<br>10) |
| D(LOG(ES<br>COLARIDA<br>D)) | 30.91<br>629<br>(22.94<br>48) |

---

## **BIBLIOGRAFÍA.**

AGHION, P. Y P. HOWITT (1992). Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica* 60. 323-351.

AGHION, P. Y P. HOWITT. (1998) *Endogenous Growth Theory*. MIT press, Cambridge Mass.

BAZDRECH PARADA, CARLOS Y DAVID MAYER FOULKES. Hacia un consenso para el crecimiento económico en México: Puntos mínimos para una estrategia coherente de desarrollo. CIDE. México. Documento de Trabajo Número 364.

BECKER, GARY, (1991), *A Treatise on the Family*.

BLOOM, DAVID E. and JEFFREY D. SACHS, 1998. Geography, Demography and Economic Growth in Africa. *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 2, pp. 207–95.

BLOOM, DAVID E. and JEFFREY G. WILLIAMSON, 1998. Demographic Transitions and Economic Miracles in Emerging Asia. *World Bank Economic Review*, Vol. 12.

BLOOM, D.E., CANNING, D., (2003). Contraception and the Celtic Tiger. *The Economic and Social Review*, Vol. 34, No. 3, pp. 229–247.

BLOOM, DAVID E., DAVID CANNING and PIA MALANEY, 1998. Demographic change and Economic Growth in Asia. *Population and Development Review*, Vol. 26, pp. 257-90

BLOOM, DAVID E. and DAVID CANNING, 2001. Demographic Change and Economic Growth: The Role of Cumulative Causality, in Nancy Birdsall, Allen C. Kelley, and Stephen W. Sinding, (eds.), *Population Matters: Demographic Change, Economic Growth and Poverty in the Developing World*. New York: Oxford University Press. pp. 165-197.

- BLOOM, DAVID E. and DAVID CANNING, 2003. From Demographic Lift to Economic Liftoff: The Case of Egypt, Applied Population and Policy, forthcoming..
- BLOOM, D.E., CANNING, D., (2005). Global Demographic Dimensions and Economic Significance. Working Paper No. 1 Harvard School of Public Health
- BLOOM, D.E., CANNING, D. y SEVILLA, J., (2001). Economic Growth and Demographic Transition. NBER Working Paper, 8685.
- BLOOM, DAVID E., DAVID CANNING and JAYPEE SEVILLA, 2002. The Demographic Dividend: A New Perspective on the Economic Consequences of Population Change. Santa Monica, California: RAND, MR-1274.
- BLOOM, D., CANNING, D. FINK, G., FINLAY, J. (2007) Does age structure forecast economic growth? PGDA Working Paper No. 20.  
<http://www.hsph.harvard.edu/pgda/working.htm>
- CLARK, G. () Human capital, Fertility and the Industrial Revolution. Department of Economics University of California, Davis 1-15.
- GERALD DESTINOLES, A (2006) El capital humano en las teorías de crecimiento económico. Edición electrónica gratuita. Texto completo en [w.eumed.net/libros/2006a/](http://w.eumed.net/libros/2006a/)
- GILPIN, ROBERT. (2001) Global Political Economy: Understanding the International Economic Order.
- GÓMEZ, R., HERNÁNDEZ DE COS, P., (2003). Demographic Maturity and Economic Performance: The effect of Demographic Transitions on Per Capita GDP Growth. Documento de trabajo 0318, Banco de España, Servicio de Estudios.
- GOODWIN, R.M., (1967). A Growth Cycle, in: Feinstein, C.H. (Ed), Socialism, Capitalism and Economic Growth, Cambridge University Press, pp.54-58.
- HELBURN, SUZANNE. Y CAROLLEE HOWES. Child Care Cost and Quality

The Future of Children, Vol. 6, No. 2, Financing Child Care. (Summer - Autumn, 1996), pp. 62-82.

LEE, R. (2003) The Demographic Transition: Three Centuries of Fundamental Change. Journal of economic Perspectives. 167-190.

LUCAS, R.E. JR., 1988. On the Mechanics of Development Planning. Journal of Monetary Economics 22, 3-42.

MANKIW, G., ROMER, D., WEIL, D., Et al. (1992) A contribution to the empirics of economic Growth. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 107, No. 2 (May, 1992), pp.407-437.

MASON, A. (2005). Demographic Dividends: The Past, the Present, and the Future. Population and Health Studies East-West Center.

MASON, A., LEE, R. (2004). Reform and support systems for the elderly in developing countries: capturing the second demographic dividend. GENUS, LXII (No. 2), 11-35.

MAYER, FOULKES, D. (2003) The Human Development trap in México. Health and Economic Growth: Findings and Policy Implications, CIDE.

ROA, MARÍA JOSÉ. Et al. Simple Chaotic Model of Economic Growth and Unemployment. CIDE Documento de Trabajo. México. Número 372.

ROA, MARÍA JOSÉ. Et al. Endogenous Demographic Transition, Unemployment and Complex Dynamics in an Endogenous Growth Mode.1 CIDE Documento de Trabajo. México. Número 371.

ROA, MARÍA JOSÉ. Et al. Labour Market, Demographic Transition and Economic Growth Cycles. CIDE.

ROMER, PAUL M. (1990) Endogenous Technological Change. The Journal of Political Economy, Vol. 98, No. 5, pp. S71-S102