

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**



**TESIS DE GRADO**

**“IMPACTO DEL PRECIO DE LAS MATERIAS PRIMAS EN  
EL CRECIMIENTO ECONÓMICO BOLIVIANO  
(1990-2014)”**

**POSTULANTE** : Estefany Parisaca Quispe  
**TUTOR** : Lic. Julio Humérez Quiroz  
**RELATOR** : Lic. Boris Quevedo Calderón

**LA PAZ – BOLIVIA**  
**2015**

*Dedicado a mi amada mamita Basilia*

*Quijpe Mendoza, ejemplo de vida,*

*fortaleza y lucha constante.*

*Gracias por tu amor, por tu apoyo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a Dios y a la madre divina por darme la vida, fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.*

*Expresar mi más sincero agradecimiento a:*

*Mi Docente Tutor Lic. Julio Humérez Quiroz por su guía, orientación, paciencia y comprensión en el avance y culminación de la presente investigación.*

*Mi Docente Relator Lic. Boris Quevedo, profesor relator, por brindarme su tiempo y colaboración para la realización de la presente investigación.*

*Mi Docente Doctor Rolando Morales y al equipo de investigación Erick Gómez, Mónica Cueto, Danilo Agramont, Jazmín Illanes por su apoyo y reflexión constante.*

*Mis hermanitas, mis amigas incondicionales Jazmín Illanes, Fernanda Patty, por el cariño y el apoyo brindado a lo largo de nuestro aprendizaje universitario.*

*Mi familia, amigos y a Dennis Landa por su apoyo y su cariño.*

*Finalmente agradecer a todos los docentes por la formación profesional, que llevarán en alto el prestigio de la Carrera de Economía y por supuesto de la Universidad Mayor de San Andrés.*

**Estefany Parisaca Quispe**

## RESUMEN

Para una economía dependiente de la exportación de materias primas es de gran importancia analizar las variaciones de los precios a los que exporta. Revisada la literatura no se ha encontrado una teoría específica relacionada con el crecimiento económico y los precios de las materias primas, pero la teoría de crecimiento económico de Solow-Swam ofrece un marco adecuado para este análisis. El objetivo principal del trabajo es establecer la relación de largo plazo entre los precios de las materias primas (precios del sector hidrocarburífero - sector minero) y el producto a través de la función de producción con rendimientos constantes a escala. Para ello se estima una ecuación de largo plazo siguiendo la metodología de cointegración de Engle-Granger y Johansen. Los resultados muestran efectos positivos de los precios del sector hidrocarburífero y por el contrario los precios de los minerales y metales muestran efectos negativos a largo plazo en el crecimiento del producto. Estos efectos positivos muestran que para el caso del sector hidrocarburífero incrementos de los precios en un 10% incrementan un 10% el crecimiento del producto y por el contrario incrementos de los precios de los minerales de un 10% disminuye el crecimiento del producto en un 13%.

**Palabras Clave:** Crecimiento Económico, precio de las materias primas, cointegración

**Clasificación JEL:** C01, E30, C39

## **ABSTRACT**

For an economy dependent on the export of commodities is of great importance to analyze the variations in the prices at which exports. Reviewed literature has not found a specific theory regarding economic growth and commodity prices, but the theory of economic growth Solow-Swam provides an appropriate framework for this analysis. The main objective of this study is to establish long-term relationship between the prices commodities and product through the production function with constant returns to scale. This requires a long-term equation following the cointegration methodology of Engle-Granger and Johansen. The results show positive effects of the price of oil and gas sector and on the contrary, the prices of minerals and metals show negative long-term effects on output growth.

***Keywords:*** *Economic Growth, Commodities, Cointegration*

***JEL Classification:*** *C01, E30, C39*

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO 1 .....	3
ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1.1.REFERENCIA HISTÓRICA .....	9
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
1.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	15
1.4. OBJETIVO GENERAL .....	15
1.4.1.OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
1.5. METODOLOGÍA .....	16
1.6. DELIMITACIÓN DE ESPACIO Y TIEMPO .....	16
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO .....	18
CRECIMIENTO ECONÓMICO Y PRECIOS .....	18
2.1. TEORÍAS DEL CRECIMIENTO .....	18
2.1.1.TEORÍA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE SOLOW- SWAN .....	21
2.2. METODOLOGÍA ECONOMETRICA .....	34
2.2.1.ECONOMETRÍA DE SERIES DE TIEMPO .....	34
2.2.2.PROCESO ESTOCÁSTICO DE RAÍZ UNITARIA .....	34
2.2.3.PRUEBA DE RAÍZ UNITARIA .....	35
2.2.4.VECTOR DE CORRECCIÓN DE ERRORES .....	36
CAPITULO 3: .....	42

HECHOS ESTILIZADOS .....	42
3.1. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES Y SITUACION ACTUAL	42
CAPITULO 4: MARCO PRÁCTICO .....	48
VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS INSTRUMENTAL ECONOMETRICO ....	48
4.1. MODELO ECONOMETRICO .....	48
4.1.1.EL MODELO .....	48
4.1.2.PROPIEDADES, ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES .....	49
4.1.3.PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA .....	49
4.1.4.ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN .....	50
4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ESTIMADOS EN EL LARGO Y CORTO PLAZO .....	53
4.2.1.RELACIONES DE LARGO PLAZO .....	54
CAPITULO 5: .....	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	57
5.1. CONCLUSIONES .....	57
5.2. RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA .....	59
ANEXOS .....	62

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Índices de las Exportaciones No tradicionales (año base 2003=100) (2003-2013).....	11
Gráfico 2. Comportamiento del Gasto de Gobierno (1980-2014).....	12
Gráfico 3. Comportamiento del Superávit-Déficit fiscal del SPNF y del Gobierno General, 1990-2013(Expresado en % del PIB) .....	13
Gráfico 4 Tasa de Crecimiento del Ingreso y del Gasto Corriente del Gobierno General (1990-2013, en porcentaje) .....	14
Gráfico 5. Comportamiento del Producto Interno Bruto per cápita a precios constantes (1980-2014) .....	42
Gráfico 6. Principales países productores de petróleo (grupo A) .....	44
Gráfico 7. Comportamiento del Precio del Petróleo WTI (1980-2014) .....	44
Gráfico 8. Dispersograma PIB per-cápita y el índice del Precio del Petróleo....	45
Gráfico 9. Dispersograma PIB per-cápita y el índice de los Precios de los Minerales .....	46



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Autores de la Teoría del Crecimiento.....	18
Tabla 2. Vertientes teóricas del crecimiento económico .....	20

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tendencias en las Variables Seleccionadas.....	62
Anexo 2. Prueba de Raíz Unitaria en Primeras Diferencias.....	62
Anexo 3. Relaciones de Largo Plazo, Engle-Granger.....	63
Anexo 4. Relaciones de Largo Plazo, Johansen.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de Solow .....	23
Figura 2. Modelo de Solow con Crecimiento de la Población .....	25
Figura 3. Tasa de crecimiento del capital.....	27
Figura 4. Convergencia Condicional .....	28
Figura 5. Regla Dorada.....	30
Figura 6. Progreso Técnico.....	33

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Prueba de raíz unitaria en niveles .....	49
Cuadro 2. Prueba de raíz unitaria en primeras diferencias .....	50
Cuadro 3. Cointegrabilidad Engle-Granger .....	51
Cuadro 4. Test de Cointegrabilidad.....	51
Cuadro 5. Pruebas de Cointegración de Johansen.....	52

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico es muy importante, entre otros factores, para el nivel de vida de la población. Por tanto, se realizan muchos estudios enfocándose en las variables relevantes que lo afectan. Los investigadores por ejemplo, se ocuparon en analizar la importancia de los precios de las materias primas para el crecimiento del producto.

Por el contexto histórico-económico, para Bolivia, es de sumo interés analizar la relación que se establece entre los precios de las materias primas y el producto. Contexto que tiene como base principal la extracción y exportación de los recursos naturales principalmente mineros y gasíferos. En Bolivia se ha generado una dependencia que comienza en la época colonial con las exportaciones de oro y plata, de estaño a mediados del siglo XX y finalmente con más fuerza en la última década de gas natural. La presente investigación busca responder la cuestión sobre el impacto de los precios de éstas materias primas en el crecimiento económico.

Para abordar este problema, se estima una ecuación de largo plazo a través de la función de producción con rendimientos constantes a escala, utilizando la metodología de Engle-Granger y Johansen, relacionando los precios de los hidrocarburos, de los minerales y metales con el producto.

El documento se organiza de la siguiente manera: en el capítulo dos se efectúa la revisión de la literatura nacional e internacional sobre el análisis del presente tema y su relevancia para el crecimiento económico, incluyendo de manera sucinta los aspectos metodológicos. En el tercer capítulo, se examinan algunos hechos estilizados que caracterizan el crecimiento económico de Bolivia en el periodo de análisis. En el capítulo cuarto, se realiza la estimación de la ecuación de largo plazo relacionando las variables producto-precios de las materias primas. También se realizan los test de cointegración para establecer la existencia de la relación de largo plazo. Por último, se reportan las principales conclusiones.

CAPITULO 1  
ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA  
INVESTIGACIÓN

## CAPITULO 1

### ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como antecedentes los siguientes estudios, abarcando el tema desde otro punto de vista la relación entre los precios de las materias primas y el crecimiento económico de Bolivia.

(**Loza**) en su estudio sobre el deterioro de los precios de los productos básicos de exportación durante el shock externo de 1998 y 1999, encuentra que al ser Bolivia una economía pequeña y abierta, dependiente de la exportación de productos básico, el shock en los precios de aquel entonces significó una fuerte caída en los ingresos reales de exportación. Por otro lado el autor encuentra que los shocks permanentes que

presentan los precios para ése período juegan un papel muy importante al explicar la varianza de los precios de exportación.

(**Rodriguez, 2007**), abarca el tema desde el punto de vista la brecha del producto considerado como pieza clave de la política monetaria, el instrumento que utiliza el autor es el filtro de Hodrick-Prescott, en el cual calibra el parámetro de suavización en la aceleración del componente de tendencia, y como segundo instrumento utiliza la contabilidad de crecimiento (calculando el stock de capital con una tasa de depreciación del 3 al 4%), finalmente el autor realiza la estimación de un vector de corrección de errores. Los resultados de las estimaciones no contemplan al sector hidrocarburífero y minero, sectores con una incidencia muy importante para el producto, el crecimiento económico potencial se establece en torno al 3%.

(**Nina & Jemio, 2012**) en el estudio sobre los factores que inciden en el crecimiento y desarrollo en Bolivia, realizan tres análisis el primero de ellos en términos macroeconómicos, principalmente desde una perspectiva de largo plazo,

empleando básicamente la metodología de contabilidad del crecimiento. El segundo análisis se enmarca en los factores que incidieron en el crecimiento y el desarrollo de los departamentos y las regiones, empleando un enfoque metodológico de econometría espacial. Finalmente el tercer análisis evalúan diferentes alternativas de políticas y estrategias.

**(Cerezo, 2011)** en su estudio sobre la Enfermedad Holandesa y la coyuntura macroeconómica boliviana, con base en el estudio de Oomes y Kalcheva (2007), analiza a la economía bajo esos supuestos obteniendo como resultados: que no se advierte una sobrevaluación cambiaria ni un des-alineamiento persistente del tipo de cambio real, ni una desindustrialización manufacturera. La evolución del sector de servicios y sus precios, así como los salarios reales, no responden a la dinámica del sector en boom. Sin embargo, considera que la presencia de este fenómeno merece una estrecha vigilancia.

**(Morales, 2012 )** en noviembre de 2012 realiza un estudio del Síndrome Holandés en Bolivia (2005-2012), realiza un análisis más amplio de lo que se conoce como síndrome holandés (o enfermedad holandesa), realizando una comparación entre el Síndrome Tipo A y de tipo B. Entre las variables que mayor incidencia tienen para que se presente el síndrome holandés Tipo B en lugar del Tipo A están las referidas a las restricciones estructurales que determinan bajos niveles de productividad y que frenan el crecimiento de la inversión. Una de las consecuencias de la hipótesis, es que la economía boliviana se encuentre en un *steady state* es que queda ociosa parte de los recursos extraordinarios generados en el marco del síndrome holandés, abriéndose una brecha entre ahorro e inversión, lo que tiene, a su vez, consecuencias a nivel de la estructuración de los activos monetarios, según el autor.

En cuanto a los antecedentes en el ámbito internacional, los distintos autores a través de distintas metodologías realizan el estudio de precios y crecimiento económico para economías desarrolladas, en desarrollo, importadoras y exportadoras.

**(Collier y Goderis 2007)** estos autores determinan que la baja del crecimiento en los países exportadores netos de recursos naturales, se debe a varios eventos, entre los cuales se destacan los fenómenos de desindustrialización, sobreendeudamiento, y debilidad institucional colindante a la mala administración pública, corrupción, clientelismo, etc.

Bajo el enfoque teórico de la Enfermedad Holandesa se destaca que ante un fuerte incremento en los ingresos de la renta advenida de recursos naturales, este se puede distribuir a través de gasto de capital o gasto corriente, mediante el gobierno central o mediante gobiernos seccionales dentro del Presupuesto Nacional. El hecho es que se incrementa el gasto de consumo y también se realizan transferencias del sector público al privado, como sucede con los bonos e incentivos conduciendo a un incremento en la capacidad de importar bienes transables, pero al mismo tiempo se incrementa la demanda de bienes no transables que no pueden ser importados y deben ser producidos localmente (por ejemplo el caso de las construcciones), produciendo un incremento de precios que conlleva a inflación.

Al producirse este incremento de demanda, la economía reacciona reduciendo recursos del sector de transables (que no es de recursos naturales y normalmente son las manufacturas), para expandir la producción de no transables, como son los sectores proveedores de servicios y también bienes de consumo básico local. Por lo tanto, un incremento en el sector de recursos naturales, conduce a una caída en los otros transables y a una concentración o dependencia de los no transables, respecto del industrial o manufacturero.

La combinación del impulso de demanda y el hecho que el precio de los transables diferentes a la materia prima exportable no sufre variaciones fundamentales (determinados internacionalmente), puede conducir a apreciaciones del tipo de cambio real que termina reduciendo la competitividad del sector transable donde no existe auge, sesgando la economía hacia los no transables.

Adicionalmente, una mayor demanda agregada que desvía la mano de obra de sectores manufactureros, característicos de “learning by doing” y de externalidades sociales positivas terminan disminuyendo la productividad laboral. Desde el punto de vista de política económica, la Enfermedad Holandesa genera en los países en vías de desarrollo, políticas proteccionistas de sustitución de importaciones, fomento de actividades a través de aumentos en el gasto público, y bajas tasas de inversión.

Para contrarrestar estos problemas Hausmann (1993), Bjerkholt y Niculescu (2004) expresan que es necesario reducir la vulnerabilidad de la economía a los choques externos mediante políticas de “estabilización y disciplina fiscal”. Estas políticas deben orientarse según los autores hacia la reducción de la volatilidad del gasto, principalmente a través de reglas macro-fiscales de ingresos de gasto, balance fiscal y endeudamiento, sustentadas a la vez en bases sólidas institucionales del manejo público.

Por ello **Mehlum, Moene y Torvik (2005)** definen que los países que tienen abundancia de recursos naturales pueden lograr dinamizar o estancar el crecimiento económico. La diferencia entre uno y otro resultado se relacionaría a la calidad de las instituciones y el rol que éstas desempeñan como vehículo de distribución de la renta; así los países con debilidad institucional adolecerían de problemas como la baja observancia y cumplimiento de las normas y leyes.

Dentro de este grupo de trabajos empíricos que exploran la relación entre petróleo y sus estados subsecuentes sobre la economía general, existen tres grupos:

El primero concentrado en el impacto del insumo natural sobre el crecimiento agregado, partiendo de extensiones del modelo neo-clásico donde se incluye el precio del petróleo como un factor más de la producción. (**Solow 1974, Dasgupta&heal 1974, 1979, Stiglitz, 1974 y Hamilton 2005**).

El segundo se concentra en explorar los canales sectoriales a través de los cuales los precios del petróleo terminan por afectar los precios de otros productos

industriales (**Regnier 2007**), la intensidad en el empleo de los factores (**Hamilton 1988, Brestschger 2006, Lee&Ni 2002**) y la generación de presiones cambiarias, que afectan la competitividad de sectores dedicados a la producción de bienes transables en el mercado internacional. Bajo ese contexto, el cambio de precios del petróleo afecta el costo de producción a través del consumo de derivados y con efectos de carácter sustituto por fuentes de energía más baratas y eficientes.

Dentro del tercer enfoque se analiza el impacto de los precios del petróleo sobre diversos agregados económicos, entre ellos el crecimiento total, consumo privado, balance fiscal, etc. (**Killian 2008 y Barski y Killian 2004**).

Bajo otros enfoques también se analiza el impacto asimétrico que poseen los precios del petróleo sobre los países exportadores e importadores del insumo, (**B. Jornland(2000) y Jimenez-Rodriguez-Sanchez (2004)**)

En cuanto a resultados encontrados:

(**Rasche & Tatom, 1977**) los autores en un estudio para EEUU mediante una Función de Cobb Douglas concluyeron que el precio del petróleo era significativo entre cuatro y cinco puntos porcentuales sobre el crecimiento de la productividad.

(**Hamilton, 1983**) Analizó la posible existencia de la correlación entre el incremento del precio del petróleo nominal y las fases recesivas del ciclo económico estadounidense concluyendo que siete de las ocho recesiones posteriores a la segunda guerra mundial habrían sido precedidas por incrementos en el precio del barril del petróleo.

**Bjornland (2000)** en un estudio aplicado a Alemania, Reino Unido, Noruega y Estados Unidos a través de modelos SVAR (Vectores Autoregresivos Estructurales), el autor encuentra que un shock adverso sobre los precios externos tenían un efecto negativo sobre el crecimiento en el corto plazo (excepto para Noruega).

**Jimenez Rodriguez y Sanchez (2005)** estos autores verificaron la relación entre el precio real del petróleo y variables macroeconómicas como crecimiento, inflación, tipo de cambio, tasa de interés y nivel de desempleo, empleando



funciones de impulso respuesta para los países de Japón, Canadá, Alemania, Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Italia y Noruega.

**(DePratto, Resende, & Maier, 2009)** estos autores abarcan esta relación a través de un modelo de economía abierta de equilibrio general Neo-Keynesiano, examinando como los precios del petróleo afectan a la macroeconomía. Permitiendo cambios en el precio del petróleo que serán transmitidos a través los canales temporales de la demanda y oferta, afectando de esta manera el producto; así también a través de efectos persistentes de oferta, afectando al crecimiento.

**(Estrada & Hernandez de Cos, 2009)** describen algunos de los mecanismos por los que las fluctuaciones producen cambios en el crecimiento a largo plazo. Los autores analizan el efecto en la productividad, capital social y el desempleo estructural, sugiriendo que un incremento (permanente) de los precios del petróleo puede reducir significativamente la producción potencial. Desde un punto de vista de la política económica, éste efecto puede ser marcado según los autores cuando la competencia en los mercados de productos es bajo o cuando la indexación salarial es alta; por lo tanto desde el punto de vista de los autores, las reformas con el objetivo de aumentar los mecanismos de fijación de salarios y de competencia, ayudan a reducir los efectos negativos de mayores precios del petróleo en el crecimiento de largo plazo

Según los autores si después de un incremento de los precios reales del petróleo la demanda relativa de petróleo disminuye más que proporcionalmente es decir, si la elasticidad de sustitución entre el petróleo y los demás insumos intermedios es mayor que uno, el peso del costo del petróleo en la producción bruta habrá reducido dada la Productividad total de los Factores (PTF). Por el contrario, si después de un aumento relativo del petróleo disminuye menos que proporcionalmente (es decir, si la elasticidad de sustitución entre el petróleo y los demás insumos intermedios es menor a uno), el peso del costo del petróleo habrá aumentado, lo que aumenta la productividad total de factores en términos del PIB para una producción bruta dada de la PTF.

De acuerdo a los autores, en el corto plazo, un aumento en el precio del petróleo puede empujar a que algunas instalaciones y equipos entren en desuso a medida que estén poco rentables. Esa pérdida de rentabilidad puede surgir debido a que otra tecnología menos intensiva de petróleo este disponible y/o porque los productos fabricados por ellos son el petróleo y la demanda entonces cae.

Desde el punto de vista de los autores, para que los precios del petróleo puedan afectar el producto potencial de la economía, los precios tienen que tener un impacto en el capital social de largo plazo (de equilibrio). Los autores citan a Finn (2000) quien demostró teóricamente como bajo esas condiciones, un aumento permanente de los precios del petróleo reducen el nivel de equilibrio del capital social en el largo plazo.

**(Qayyum & Nazir, 2014)** realiza el análisis del impacto de los precios de las materias primas a través de la Función de Producción de Cobb Douglas para la economía de Pakistán, estableciendo restricciones en el modelo dinámico, realizando el test de cointegración de Johansen y Engle Granger. De acuerdo con los resultados de la investigación en el largo plazo los precios del petróleo afectan negativamente al PIB y en el corto plazo existiría una relación positiva.

Se debe tomar en cuenta que las economías anteriormente descritas son principalmente importadoras de petróleo.

### **1.1.1. REFERENCIA HISTÓRICA**

Bolivia ha establecido una dependencia muy fuerte con la extracción y exportación de sus recursos naturales, tales exportaciones dependen de los precios que se establecen internacionalmente, debido a que la economía no tiene poder de negociación de los mismos, lo cual repercute en el Producto Interno Bruto (PIB). En el caso del sector hidrocarburífero la relación se establece en los contratos firmados con Argentina y Brasil, estableciendo el precio del petróleo WTI (West Texas Intermediate) como referencia en el cálculo del precio de venta.

El contexto internacional del período 2005-2013 ha incrementado la participación del Estado en la economía, incrementando el gasto público por incrementos en sus ingresos por concepto de impuestos a los hidrocarburos.

El contexto internacional favorable para la economía se vio reflejado en sus principales indicadores macroeconómicos estableciendo una estabilidad, estabilidad generada en gran medida por el buen manejo de la política fiscal, monetaria y cambiaria.

El presente trabajo de investigación adquiere importancia dado que en el marco histórico caídas en el precio del petróleo y/o crisis internacionales han desestabilizado la economía, por lo cual es importante el análisis del impacto de los precios internacionales de las materias primas en el crecimiento económico.

A partir del año 2003 el comportamiento de los precios internacionales del petróleo fueron ascendentes, en el año 2008 por la crisis de EEUU los precios cayeron pero la recuperación de los mismos se dio gracias al incremento en la demanda por materias primas de las economías emergentes, especialmente de China.

El gran incremento de la producción de los hidrocarburos convencionales y no convencionales<sup>1</sup> por parte de Estados Unidos principalmente fue lo que conllevó a una disminución brusca en los precios del petróleo, hecho que se da a mediados del 2014, por otra parte la desaceleración de China también dio paso a la reducción de los mismos dada una reducción de la demanda por materias primas.

A partir del 2003, las Exportaciones Bolivianas han sufrido un cambio estructural muy fuerte dado la tendencia previa a ese mismo año, el comportamiento de las

---

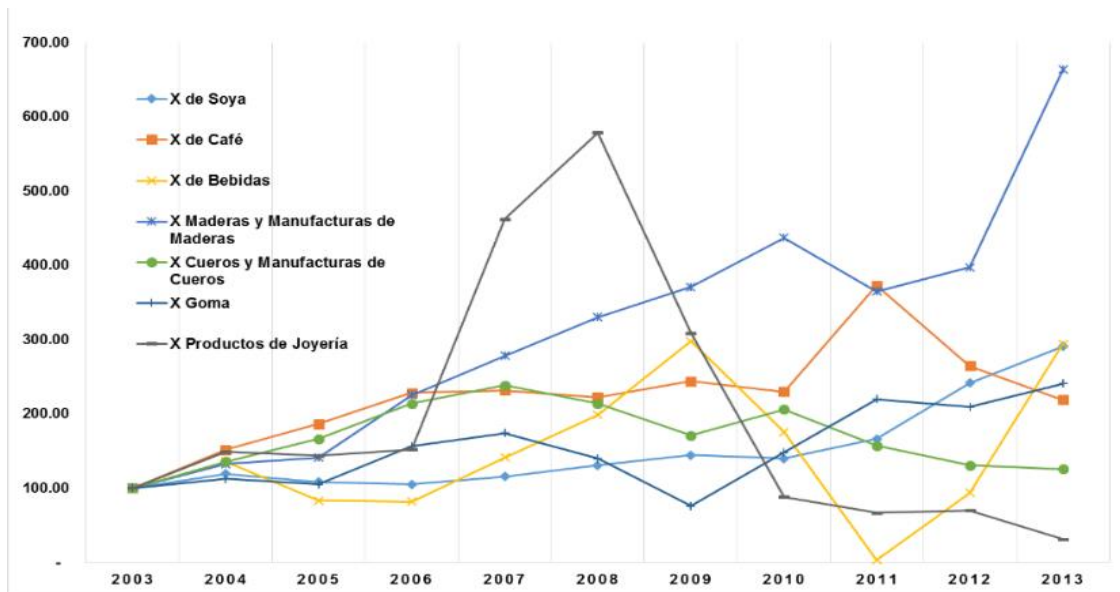
<sup>1</sup> García, J. (2012). "Hidrocarburos no convencionales I y II". Revista Tierra y Tecnología. No 41. Primer Semestre de 2012. Pp. 28-32 Ilustre Colegio Oficial de Geólogos. Madrid, España. El autor define a los hidrocarburos no convencionales y convencionales como composicionales y genéticamente idénticos, diferenciándose en que los segundos migran a una roca de reservorio permeable (reservorio convencional) y los primeros permanecen en la roca madre donde se generaron (shale oil y shale gas) o han migrado a rocas de reservorio muy compactas (light gas).

exportaciones tradicionales y no tradicionales era constante, donde la dependencia por las exportaciones tradicionales se fortalece, principalmente con las exportaciones del sector hidrocarburífero.

Del mismo modo, dentro del sector hidrocarburífero, las exportaciones por gas natural son las que toman mayor peso, a diferencia de otros hidrocarburos, esto se daría por el incremento en cuanto precio principalmente y no así como efecto volumen de exportación.

Observando el gráfico del índice de las exportaciones no tradicionales, muestra la evolución de las exportaciones no tradicionales por tipo de producto exportado en función al año base 2003 mostrando la volatilidad en cuanto a precio y volumen.

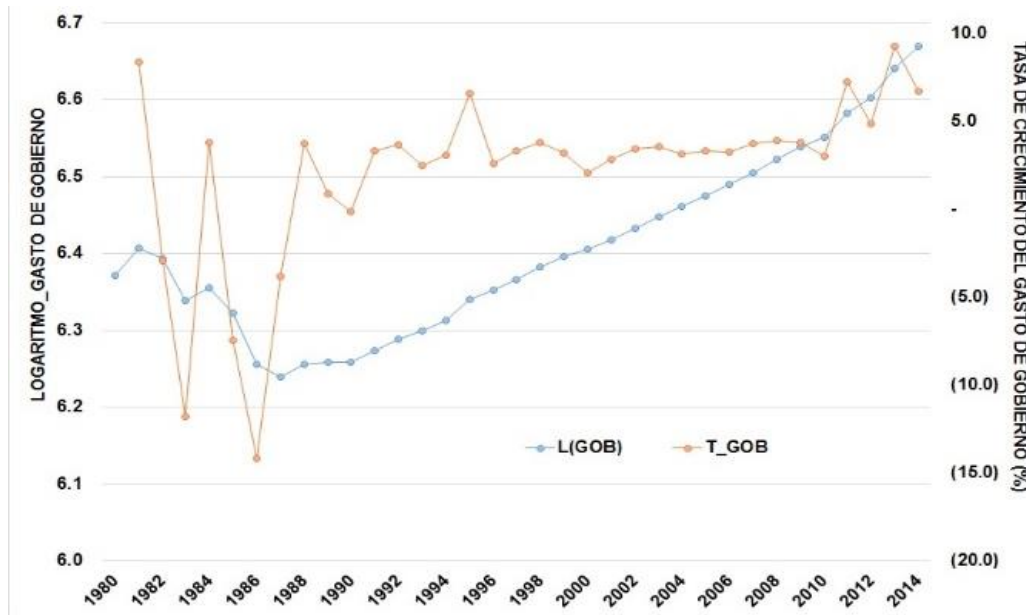
**Gráfico 1. Índices de las Exportaciones No tradicionales (año base 2003=100) (2003-2013)**



Fuente: Elaboración propia, con datos del INE.

En cuanto al gasto de gobierno los últimos años el país ha presentado superávit fiscal, es decir, los ingresos del gobierno han sido mayores a los gastos. Como muestra el siguiente gráfico.

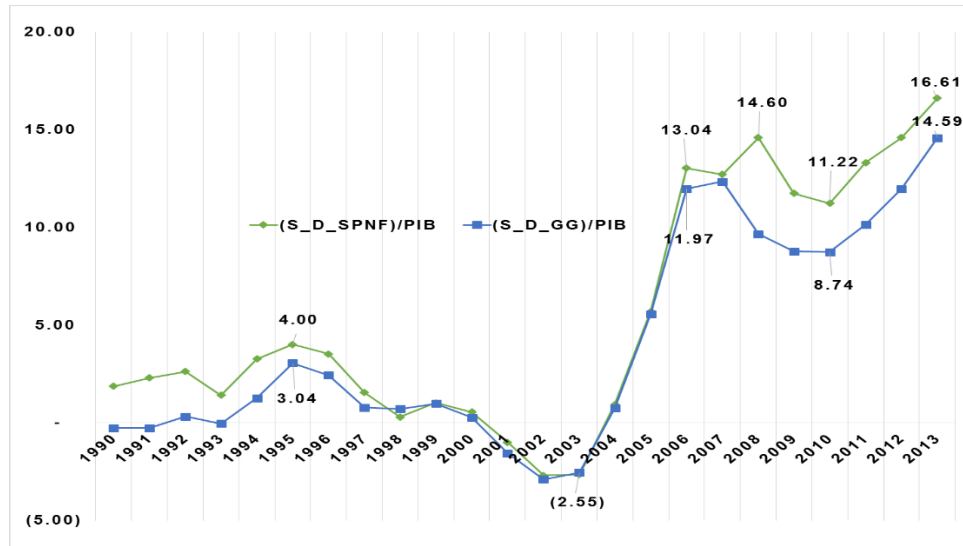
**Gráfico 2. Comportamiento del Gasto de Gobierno (1980-2014)**



Fuente: Elaboración propia, con datos del INE.

Por otra parte los precios internacionales también tendrían una relación indirecta con los ingresos y gastos corrientes tanto del Sector Público No Financiero (SPNF) como del Gobierno General, esta relación se establece al incrementar la producción del sector hidrocarburífero, por tanto se incrementa la recaudación por impuestos como es el caso del Impuesto Directo a los Hidrocarburos (IDH) así también el Impuesto Específico a los Hidrocarburos (IEHD).

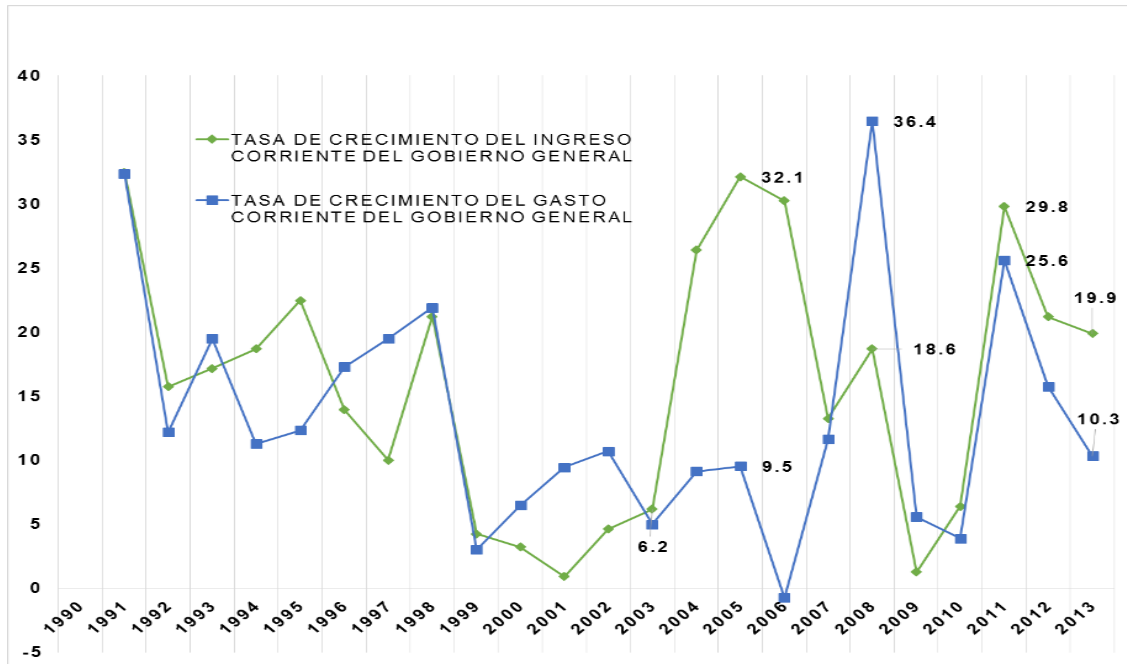
**Gráfico 3. Comportamiento del Superávit-Déficit fiscal del SPNF y del Gobierno General, 1990-2013(Expresado en % del PIB)**



Fuente: Elaboración propia con datos de UDAPE

Realizando una comparación del comportamiento en niveles del superávit, déficit fiscal con sus respectivas tasas de crecimiento, se evidencia que han presentado muchas fluctuaciones, pero con respecto a ingresos, la tasa de crecimiento del ingreso corriente del Gobierno General en el año 2003 ha incrementado en un 32%, incremento que pudo realizar el incremento del gasto público para el año 2008 del 36%, con lo cual se pudo contrarrestar la crisis internacional del 2008; por otra parte su bien a partir del año 2011 se observa una caída tanto en el crecimiento de los ingresos y los gastos públicos, la tasa de crecimiento de los ingresos permanece alta a diferencia del gasto corriente.

**Gráfico 4 Tasa de Crecimiento del Ingreso y del Gasto Corriente del Gobierno General (1990-2013, en porcentaje)**



Fuente: Elaboración propia con datos de UDAPE

## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una vez realizado la compilación de los distintos antecedentes se evidencia que: primero, no existe una teoría estricta que analice o que relacione los precios de los hidrocarburos y/o materias primas con el crecimiento económico de manera directa.

Segundo, Bolivia ha presentado un crecimiento económico en los últimos años y ha sido uno de los principales países de la región que ha presentado superávit fiscal en períodos de crisis generalizado internacionalmente.

Además, la relación entre los precios internacionales con el crecimiento económico se da a través del valor final de las exportaciones, exportaciones que por el proceso de producción están relacionados con los ingresos del sector público vía impuestos.

Finalmente el estudio se enfoca en los precios del sector hidrocarburífero y minero. Principalmente el precio referencia para el precio de venta del gas natural, que es el precio del petróleo WTI y el índice de precios de los minerales y metales.

Por todo lo anteriormente mencionado, se plantea la siguiente problemática:

***¿Cuál es el impacto del incremento de los precios internacionales del sector hidrocarburífero y minero en el Crecimiento Económico de Bolivia?***

### **1.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

#### **a) Hipótesis central**

***“En la relación de largo plazo el incremento de los precios de hidrocarburos, aproximado por el precio del petróleo WTI, establece una relación positiva en el crecimiento económico”***

#### **b) Hipótesis secundarias**

- Los precios del sector minero en el largo plazo establecen una relación negativa con el crecimiento económico.

### **1.4. OBJETIVO GENERAL**

Estimar el impacto de los precios de las materias primas, aproximados por los precios del sector hidrocarburífero y minero en el crecimiento económico.

#### **1.4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estimar la relación de largo plazo entre los precios de las materias primas y el crecimiento económico, a través de la metodología de cointegración de Engle Granger.
- Estimar la relación de largo plazo entre los precios de las materias primas y el crecimiento económico a través de la metodología de cointegración de Johansen.



### **1.5. METODOLOGÍA**

Dado que el método significa el camino más adecuado para lograr un fin, y es un proceso lógico a través del cual se obtiene el conocimiento, el método a ser empleado será el Hipotético-Deductivo, ya que se comenzará por conocer el estado del conocimiento referente a la relación entre expansión de microcréditos y desarrollo económico, para luego, a lo largo del trabajo de investigación, contrastar la hipótesis formulada por la práctica.

De esta forma se inicia con un marco teórico que resume lo más importante de los estudios teóricos y empíricos que se relacionan a la presente investigación, tanto del crecimiento económico a través de la cual se establecerá la relación precios internacionales y crecimiento económico, estableciendo a asimismo la metodología econométrica que se utilizará para estudiar la relación causal que nos concierne.

Posteriormente se realizará un análisis del comportamiento de los precios internacionales y su relación con el crecimiento económico boliviano.

Prosiguiendo con el marco práctico de verificación de la hipótesis, empleando la metodología de cointegración de Engle Granger y Johansen. Estos resultados serán los empleados a futuro para la validación de la hipótesis.

Finalmente los datos necesarios serán obtenidos de instituciones como: UDAPE (Unidad de Análisis de Política Económica), INE (Instituto Nacional de Estadística), BCB (Banco Central de Bolivia)

### **1.6. DELIMITACIÓN DE ESPACIO Y TIEMPO**

La investigación se enfocará principalmente en la economía boliviana, el horizonte temporal comprendido será desde 1980 al 2014 con datos anuales para cada variable.

CAPITULO 2  
MARCO TEÓRICO  
CRECIMIENTO ECONÓMICO Y PRECIOS

## CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

### CRECIMIENTO ECONÓMICO Y PRECIOS

#### 2.1. TEORÍAS DEL CRECIMIENTO

La teoría del crecimiento económico estudia cuales son los determinantes del crecimiento económico a largo plazo y las políticas que deben impulsarse para estimular el crecimiento.

La historia del crecimiento económico es tan larga como la historia del pensamiento económico. Los primeros clásicos como Adam Smith, David Ricardo o Thomas Malthus estudiaron el tema del crecimiento o introdujeron conceptos fundamentales como el de rendimientos decrecientes y su relación con la acumulación de capital físico o humano, la relación entre el progreso tecnológico y la especialización del trabajo o el enfoque competitivo como instrumento de análisis de equilibrio dinámico.

En el siguiente cuadro se resumirán los principales autores de la teoría del crecimiento:

**Tabla 1 Autores de la Teoría del Crecimiento**

Teorías del crecimiento	Fuentes del crecimiento	Rasgos característicos
<b>A. Smith (1776)</b>	División del trabajo	Crecimiento ilimitado
<b>D. Ricardo (1817)</b>	Reinversión productiva del excedente	Crecimiento limitado debido a los rendimientos decrecientes de la tierra
<b>R. Malthus (1799)</b>	Reinversión productiva del excedente	Crecimiento limitado debido a la ley de la población
<b>K. Marx (1867)</b>	Acumulación del capital	Crecimiento limitado en el mundo de la producción capitalista, debido a la baja tendencial de la tasa de la ganancia
<b>J. A. Schumpeter (1911, 1939)</b>	Racimos de innovaciones	Inestabilidad del crecimiento, teoría explicativa del ciclo largo tipo Kondratiev

<b>Modelo post-keynesiano</b>	La tasa de crecimiento es función de la relación entre la tasa de ahorro y la tasa de inversión	Inestabilidad del crecimiento
<b>R. Harrod (1939), E. Domar (1946)</b>		
<b>Modelo neo-clásico</b>	Crecimiento demográfico y progreso tecnológico exógeno	Carácter transitorio del crecimiento en ausencia del progreso técnico
<b>R. Solow (1956)</b>		
<b>Modelos del Club de Roma</b>	Recursos naturales	Crecimiento finito a causa de la explosión demográfica, de la contaminación y el consumo energético
<b>Meadows (1972)</b>		
<b>Teoría de la regulación</b>	Articulación entre régimen de productividad y régimen de demanda	Diversidad en el tiempo y en el espacio, y los tipos de crecimiento
<b>M. Aglietta (1976)</b>		
<b>R. Boyer (1986)</b>		
<b>Teorías del crecimiento endógeno</b>	Capital físico, tecnología, capital humano, capital público, intermediarios financieros	Carácter endógeno del crecimiento, rehabilitación del Estado, consideración de la Historia
<b>P. Romer (1986), R. Barro (1990), R. Lucas (1988), J. Greenwood y B. Janovic (1990)</b>		
<b>Modelo de los distritos Industriales</b>	Forma de organización industrial y territorial	Explicación de las desigualdades regionales del crecimiento
<b>G. Becattini (1991)</b>		

La teoría del crecimiento económico es la rama de la economía de mayor importancia y la que debería ser objeto de mayor atención entre los investigadores económicos.

Por ello, se ha decidido que para un mejor estudio de la teoría de crecimiento dividirla en tres grandes vertientes teóricas, detalladas en la tabla número 2:

**Tabla 2. Vertientes teóricas del crecimiento económico**

Vertiente teórica	Teorías y modelos	Hipótesis	Supuestos e inferencias	Tipo de regulación	Principales políticas
<b>Keynesiano 1930-med. 70's</b>	Keynesianas y post-keynesianas (Harrod, Domar)	El libre juego de las fuerza del mercado genera desempleo y acentúa las desigualdades económicas	Concurrencia perfecta, rendimientos constantes crecientes externalidades.	Activa: intervención estatal, tanto directa como indirecta, orientada a promover el crecimiento económico; se requieren políticas específicas para impulsar el crecimiento regional	Políticas publicas imperativas (inversión y empresas públicas) e indicativas (incentivos, subsidios, precios, aranceles, etc.) diferenciadas sectorial y territorialmente
<b>Neoclásicos med. 70's 1990</b>	Neoclásicas de crecimiento y movilidad de factores (Meade, Solow, Swan, etc.)	El libre juego de las fuerza del mercado propicia la convergencia económica.	Concurrencia perfecta, rendimientos constantes rendimiento decreciente del capital; la demanda se ajusta pasivamente a la oferta; progreso técnico exógeno.	Pasiva: Estado neutral y subsidiario vela por el libre juego de las fuerzas del mercado y asegura el orden económico monetario y fiscal, sin interferencia sectorial o regional	Políticas de liberación economía y de desregulación orientadas a asegurar el libre juego de las fuerzas del mercado; no se considera aplicar policia regionales específicas de carácter general
<b>Endógeno 1990</b>	Nuevas teorías neoclásicas del crecimiento o de crecimiento endógeno (Romer, Lucas, Barro, Rebelo, etc.)	El juego de las fuerza del mercado no asegura convergencia económica.	Crecimiento depende de acumulación de capital físico, humano y técnico; externalidades y rendimientos crecientes; generación endógena de progreso técnico	Intermedia: regulación con el propósito de generar un ambiente favorable a la valorización del capital, atractivo para la inversión privada.	Políticas publicas buscan asegurar gestión de externalidades y provisión de bienes públicos, garantizar derechos de propiedad intelectual y física regular sector financiero y relaciones económicas externas, eliminar distorsiones económicas y mantener marco legal garante del orden público; política regional orientada a activar el potencial endógeno del lugar

### 2.1.1. TEORÍA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE SOLOW-SWAN<sup>23</sup>

El modelo neoclásico de crecimiento, desarrollado por Robert Solow, quien recibió el premio Nobel por esta contribución<sup>4</sup>. Como supuestos, no hay crecimiento de la población y que no hay crecimiento de la productividad. El crecimiento de la productividad se discute en la siguiente sección. Por último supondremos que toda la capacidad productiva de un país se puede resumir en una función de producción:

$$Y = AF(K; L),$$

Donde  $Y$  es el PIB,  $A$  es un parámetro de productividad y  $K, L$  son la cantidad de capital y trabajadores que existen en un momento determinado en el país. Ambos factores están plenamente utilizados. Supondremos que la función de producción presenta retornos decrecientes a cada factor pero retornos constantes a escala. Esto significa que a medida que aumenta la cantidad de capital en la economía cada unidad extra de capital es menos productivo que las anteriores<sup>5</sup>.

Una transformación útil para proseguir con el análisis es estudiar esta economía en términos per-cápita, para esto denotamos  $y = Y/L$ , donde  $y$  es el **PIB per cápita**.<sup>6</sup> Esto es importante ya que esta es una variable que en el largo plazo no crece aunque haya crecimiento de la población. Adicionalmente, como suponemos que no hay progreso técnico, normalizamos el parámetro tecnológico  $A$  a 1. Posteriormente relajaremos este supuesto. Por lo tanto tenemos que

$$y = \frac{Y}{L} = F\left(\frac{Y}{L}, 1\right) = f(k).$$

<sup>2</sup> Este capítulo se basa en De Gregorio, José: "Macroeconomía" (2003)

<sup>3</sup> Trevor Swan, en 1956 el mismo año que Solow, publicó un trabajo donde presenta también un modelo en el mismo espíritu.

<sup>4</sup> También se le conoce como el modelo de Solow-Swan, ya que Trevor Swan, en 1956 el mismo año que Solow, publicó un trabajo donde presenta también un modelo en el mismo espíritu

<sup>5</sup> Matemáticamente esto significa que  $F_i(K;L) > 0$ , pero que  $F_{ii}(K;L) < 0$ , donde  $i = K;L$ . Esto se llama rendimientos decrecientes a cada factor. Por otra parte retornos constantes a escala significa que  $F_i(K; L) = F_i(K;L)$ . Una de las funciones que cumple con ambas condiciones es la función de producción Cobb-Douglas.

<sup>6</sup> En realidad esto es PIB por trabajador y no per cápita.

A partir de esta última ecuación se puede ver que la única manera de crecer para este país es acumular más capital y esto se logra invirtiendo. Por convención los términos en minúscula son per-cápita, mientras que los términos en mayúscula son totales.

Además supondremos que la economía es cerrada y que no hay gobierno. Primero analizaremos el caso de crecimiento sin progreso técnico y sin crecimiento de la población, luego asumiremos que la población crece, y en la sección siguiente estudiamos el progreso técnico.

### 2.1.1.1. POBLACIÓN CONSTANTE

De la contabilidad sabemos que en una economía cerrada sin gobierno el producto se gasta en consumo e inversión, lo que expresado en términos per-cápita es:

$$y = c + i \quad (1)$$

y por otra parte sabemos que el capital se acumula de acuerdo a cuanto invierte el país menos lo que se deprecia el capital instalado, es decir:

$$k = i - \delta k \quad (2)$$

Finalmente se supone que los individuos ahorran una fracción  $s$  de su ingreso. Por lo tanto consumen una fracción  $1 - s$  de su ingreso. Este supuesto es muy importante porque simplifica mucho la presentación. En el fondo, toda la conducta de los hogares se resume en  $s$ , sin entrar a discutir cómo la gente decide ahorro y consumo. Esta decisión es mucho más compleja y depende del objetivo de maximizar la utilidad de los hogares durante su ciclo de vida.

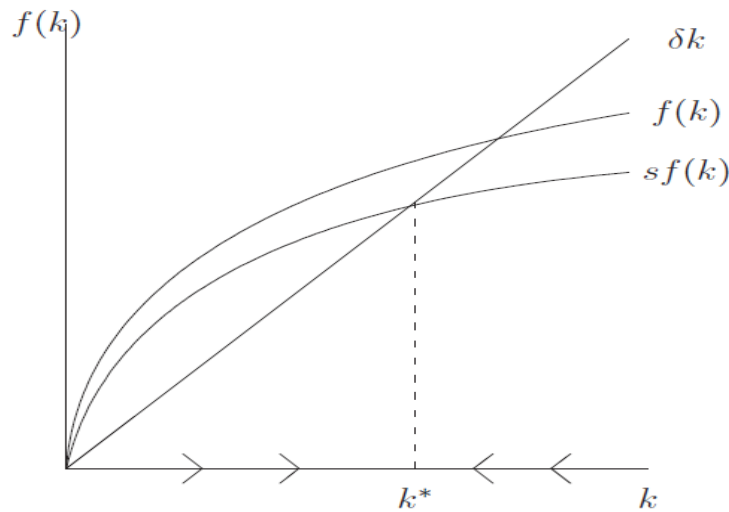
La simplificación que se realiza es similar a la función de consumo keynesiana, que resume toda la conducta en la propensión marginal a consumir (1 menos la propensión a ahorrar). Existen modelos más generales y rigurosos que parten de una conducta del consumidor más compleja, pero lo poderoso del modelo de Solow es que una formulación muy sencilla captura elementos muy importantes

de la realidad. A partir de las ecuación (1) y (2), más el último supuesto se tiene que:

$$k = f(k) - (1 - s)f(k) - \delta k = sf(k) - \delta k \quad (3)$$

Gráficamente la ecuación (3) se puede apreciar en la Figura 1.<sup>7</sup>

**Figura 1. Modelo de Solow**



Como la función de producción presenta retornos decrecientes con respecto al capital, cada unidad extra de  $k$  aumenta el valor de  $f(k)$  en una menor cantidad. La diferencia entre  $sf(k)$  y  $\delta k$  es lo que se acumula el capital en términos per cápita.

En  $k^*$  la inversión en nuevo capital  $sf(k^*)$  es igual a la depreciación del capital  $\delta k^*$ , en este punto por lo tanto el capital deja de acumularse, es decir  $\dot{k} = 0$ . Esto se conoce como el estado estacionario. A la izquierda de  $k^*$ , el capital se acumula pues cada unidad adicional de capital, la inversión, no sólo cubre la depreciación sino que además permite que el stock crezca. Sin embargo a la derecha de  $k^*$  el

<sup>7</sup> Como la oferta y demanda son los gráficos más clásicos en microeconomía, a mi juicio este debe ser el gráfico más importante en macroeconomía. Al menos en todos los libros de macro aparece, cosa no común con los otros gráficos.



capital se des acumula pues en este caso la depreciación del capital es mayor a lo que se invierte.

Por lo tanto la primera conclusión que se obtiene del modelo neoclásico es que ***no hay crecimiento en el largo plazo si no hay crecimiento de la productividad ni de la población***

Para esta conclusión es clave que la productividad marginal del capital sea decreciente, así las unidades adicionales de capital son menos productivas, previniendo que la acumulación de capital continúe indefinidamente. Imponiendo el estado estacionario en la ecuación (3) se obtiene:

$$\frac{k^*}{y^*} = \frac{k^*}{f(k^*)} = \frac{s}{\delta}$$

Si la función de producción es Cobb-Douglas se obtiene de la última ecuación:

$$k^* = \left(\frac{s}{\delta}\right)^{\frac{1}{\alpha}}$$

ésta última relación nos indica que países que ahorran más tiene mayores niveles de capital de estado estacionario.

#### **2.1.1.2. CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN**

Se deja de lado el supuesto anterior que la población no crece, supondremos que la población crece a una tasa exógena  $n$ , es decir  $L = L_0 e^{nt}$ . La ecuación (2) está en términos per-cápita, pero ahora hay que tener cuidado y partir de la igualdad expresada en términos totales:

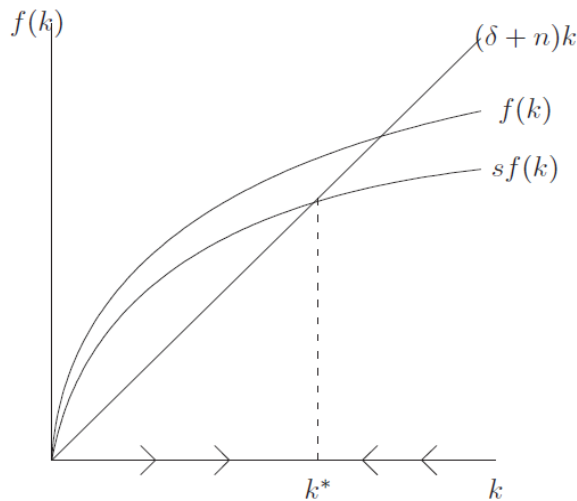
$$\dot{K} = I - \delta K$$

si se divide por  $L$ , usamos el hecho que  $c = sf(k)$  y hacemos un poco de algebra, llegamos a<sup>8</sup>:

$$\dot{k} = sf(k) - (\delta + n)k \tag{4}$$

Si se compara la ecuación (4) con (3) se puede concluir que son iguales, con la única diferencia que en la ecuación (4) la tasa de depreciación efectiva es. Gráficamente la ecuación (4) se puede observar en la figura 2. En el fondo la depreciación efectiva es la depreciación física  $\delta$  más la depreciación por crecimiento de la población  $n$ . Esto es así porque el capital *per cápita* se deprecia a  $\delta + n$ . Si la depreciación  $\delta$  fuera cero, el capital *per cápita* caería si no hay inversión a una tasa  $n$ .

**Figura 2. Modelo de Solow con Crecimiento de la Población**



Al igual que en el caso sin crecimiento de la población, si imponemos el estado estacionario en la ecuación (4) y usamos una función Cobb-Douglas obtenemos que:

---

<sup>8</sup> Si  $\dot{K} = I - \delta K$  lo dividimos por  $L$  obtenemos que  $\frac{\dot{K}}{L} = i - \delta k$ , donde  $i = I/L$ . Por otra parte se tiene que  $\left(\frac{\dot{K}}{L}\right) = \dot{k} = \frac{\dot{K}}{L} - K\dot{L}/L^2$ , usando el hecho que  $\dot{L}/L = n$  se tiene que  $\dot{k} = \frac{\dot{K}}{L} - nk$ . De donde se obtiene la ecuación (4).

$$k^* = \left( \frac{s}{\delta+n} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (5)$$

y

$$\frac{k^*}{y^*} = \frac{s}{\delta+n} \quad (6)$$

Nótese que esta ecuación ya permite hacer algunas calibraciones. Si la tasa de ahorro es alta, de 30 %, y la tasa de depreciación es 5% y el crecimiento de la población es 2 %, tendremos que el capital es aproximadamente 4 veces el producto. Si, en cambio, el ahorro es 20% del PIB, el coeficiente capital-producto sería alrededor de 3. Estas cifras son un poco altas y como veremos más adelante son algo menores en la realidad y para tener una calibración más realista habría que agregar el crecimiento de la productividad.

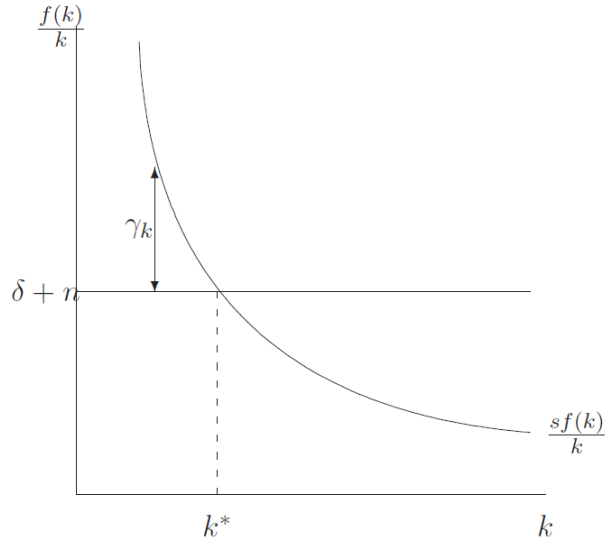
Existe una forma alternativa de entender gráficamente la dinámica y el estado estacionario de la acumulación de capital, si dividimos la ecuación (4) por  $k$  se llega a:

$$\gamma_k = \frac{\dot{k}}{k} = \frac{sf(k)}{k} - (\delta + n); \quad (7)$$

Donde  $\gamma_k$  es la tasa de crecimiento del capital per-cápita. Gráficamente se puede observar en la figura 3. Esta figura no es más que el diagrama clásico de Solow dividido por  $k$ , pero tiene la ventaja que la distancia entre la curva  $sf(k)/k$  y la horizontal  $\delta + n$  nos da inmediatamente la tasa de crecimiento del capital.

Además, como no hay crecimiento de la productividad, el PIB per-cápita crece proporcionalmente al crecimiento del capital per-cápita ( $y = k^{1-\alpha}$ ), en consecuencia, la distancia  $\gamma_k$  es proporcional al crecimiento del PIB per cápita,  $\gamma_y$ .

**Figura 3. Tasa de crecimiento del capital**



La figura 3 confirma la conclusión 1, en ausencia de crecimiento de la productividad los países no crecen en el largo plazo, sólo crecen en la transición.

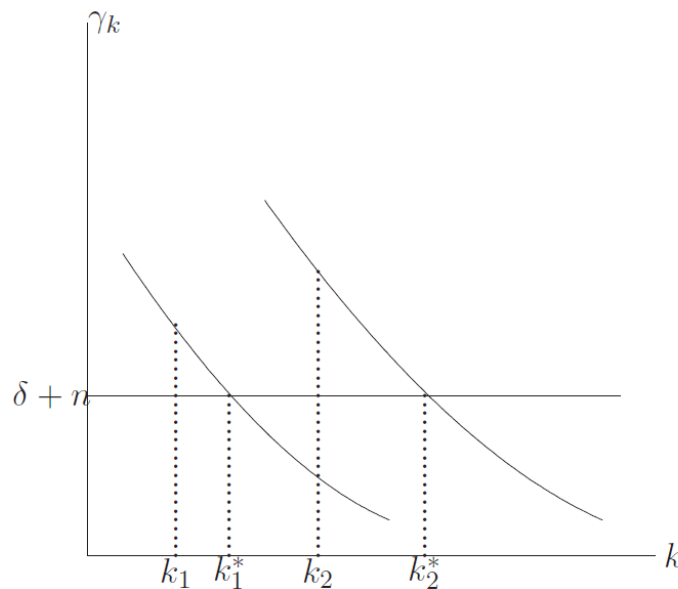
Por otra parte se puede confirmar lo que mostraba la evidencia empírica para países “similares”, esto es la segunda conclusión: **Países más pobres crecen más rápido que países más ricos, relativo a su estado estacionario.**

En la figura esto es que los países que están más a izquierda de  $k^*$  crecen más rápido ( $sf(k)/k - (\delta + n)$  es mayor). Esto se conoce como *convergencia*. Se entiende por países más pobres a países que tienen un menor nivel de capital. Este resultado proviene del hecho de que una unidad extra de capital es más productiva en países como Nepal que en países como Japón, por lo tanto con la misma tasa de inversión y depreciación Nepal va a crecer más rápido que Japón simplemente porque el capital es más productivo en Nepal.

Este concepto de convergencia presume que los países tienen el mismo estado estacionario, y por lo tanto convergen al mismo nivel de ingreso per cápita. Esta se conoce como *convergencia no condicional*, ya que países más ricos (pobres) crecen más lento (rápido).

Países que tienen distintos niveles de ingreso de largo plazo, como los ilustrados en la figura 4. El país que tiene equilibrio  $k_1^*$ , el pobre, está más cerca de su equilibrio si parte de  $k_1$ , que el país más rico, que partiendo de  $k_2$  debe converger a  $k_2^*$ . En este caso puede ser que el país más pobre crezca más lento porque está más cerca de su nivel de ingreso de largo plazo. En este caso hay convergencia, pero *convergencia condicional* al estado estacionario, esto es, países relativamente más ricos (pobres) respecto de su estado estacionario crecen más lento (rápido).

**Figura 4. Convergencia Condicional**



A partir de la figura 3 se podría intentar entender qué factores influyen en que difiera el nivel de  $k^*$  entre los países. La respuesta a estas interrogantes proviene de la misma figura 3:

- Países que ahorran más tienen mayor nivel de capital de estado estacionario.

- Países que tienen mayores tasas de crecimiento de la población tienen menor nivel de capital de estado estacionario.<sup>9</sup>

Se normaliza el parámetro de productividad  $A$  a uno. No obstante si aceptamos que es constante, pero diferente, entre países, se podría concluir que países con mayor  $A$  tendrán mayores niveles de ingreso en estado estacionario.

En el caso cuando hay crecimiento de la población y la función de producción es Cobb-Douglas se tiene que el nivel de capital per-cápita viene dado por la ecuación (5), de donde se observa además que el capital (e ingreso) de largo plazo sería menor para países con un capital que se deprecia más rápido.

Sin embargo, no hay razones ni evidencia poderosa para argumentar que el crecimiento difiere porque las tasas de depreciación son diferentes. Un aumento de la tasa de crecimiento de la población o de la depreciación frena el crecimiento porque el esfuerzo de inversión para mantener el capital per-cápita constante debería ser mayor y por lo tanto el capital de equilibrio debería ser menor (la productividad es decreciente).

Por último se debe recordar que es importante saber qué pasa con el producto ingreso de largo plazo, porque economías con un nivel de ingreso mayor en largo plazo crecerán más rápido dadas condiciones iniciales similares.

### **2.1.1.3. LA REGLA DORADA**

Que una economía tenga en estado estacionario un nivel de ingreso mayor no significa necesariamente que su nivel de bienestar sea mayor. Si puede pensar que una economía que crece siempre más rápida que otra, tarde o temprano terminará teniendo mayores niveles de ingreso o consumo. No obstante, en el estado estacionario de largo plazo, donde no se crece más, no es claro que tener un nivel de ingreso mayor es mejor, porque esto se puede deber a que se

---

<sup>9</sup> Sin embargo existe también una relación en el sentido inverso que países con mayor nivel de capital per-cápita tiene menores tasas de crecimiento de la población pues su costo de oportunidad de tener hijos es mayor.

sacrifica mucho consumo, y sabemos que una mejor aproximación al bienestar no es el nivel de ingreso, sino que el consumo. A partir de esto nos interesa determinar cuánto es el  $k^*$  óptimo de tal manera que el individuo maximice su consumo. Para ese  $k$  óptimo podemos entonces saber cuánto es la tasa de ahorro óptima que sustenta dicho  $k$  como equilibrio de largo plazo. Este es un análisis en estado estacionario.

Es decir queremos encontrar  $k^*$  de tal manera de:<sup>10</sup>

$$\max_{\{k^*\}} c^* = f(k^*) - (\delta + n)k$$

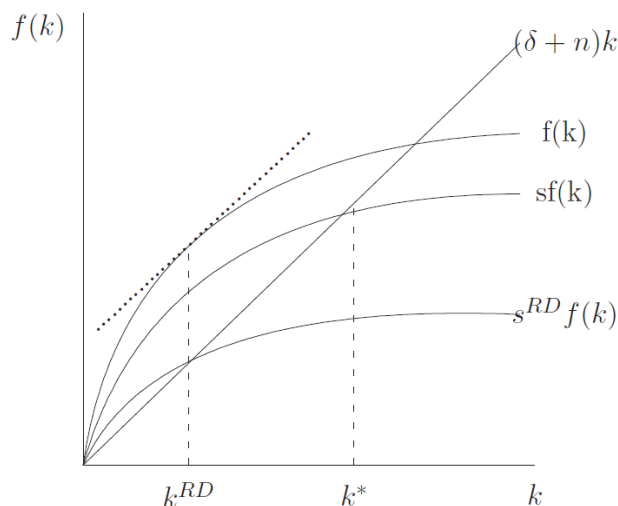
La solución a este problema es

$$f'(k^{RD}) = \delta + n \quad (8).$$

donde  $k^{RD}$  se conoce como el capital de la *regla dorada*. Gráficamente esto se puede apreciar en la figura 5. Esta misma figura nos muestra que la tasa de ahorro que maximiza el consumo en el estado estacionario es  $s^{RD}$ .

El siguiente ejemplo permite entender mejor que significa que  $s \neq s^{RD}$ .

**Figura 5. Regla Dorada**



<sup>10</sup> Esta relación viene de aplicar el estado estacionario en la ecuación  $\dot{k} = f(k) - c - (\delta + n)k$ .

En la figura 5, el capital de estado estacionario  $k^*$  es mayor al de la regla dorada. En otras palabras esta economía ahorra mucho (a una tasa  $s$ ). El consumo está dado por la distancia vertical entre  $f(k)$  y  $(\delta + n)k$  a nivel de  $k^*$ . Lo que la figura muestra es que en  $k^{RD}$  dicha distancia es mayor, es decir se puede sostener un nivel de consumo mayor en equilibrio con una tasa menor.

Más aún, imagine que parte de  $k^*$ , se podría hacer una gran fiesta, consumir  $k^* - k^{RD}$ , quedarse con una tasa de ahorro menor, y ser más feliz en el nuevo estado estacionario. Es por ello que en teoría del crecimiento, cuando el capital es mayor al de la regla dorada se le llama un equilibrio ineficiente. Hay una estrategia en la cual sin esfuerzo todos mejoran.

¿Cómo pueden las economías ahorrar excesivamente? La razón nuevamente es la productividad marginal decreciente. Ahorrar mucho nos puede conducir a un nivel de capital muy elevado, en el cual al  $k$  marginal (y medio) es muy bajo, o sea el término  $f(k)/k$  es muy bajo, pero iguala a la depreciación efectiva con una tasa de ahorro muy alta. Sería posible alcanzar con una menor tasa de ahorro un capital más productivo, que conduzca a un mayor nivel de consumo, que en equilibrio lo que se invierte alcance a reponer lo que se deprecia.

Aunque aquí no se profundiza en este tema, una pregunta importante es como una economía descentralizada y de mercado puede ser ineficiente, si como nos dice la teoría microeconómica de equilibrio general, el equilibrio debería ser Pareto óptimo. La literatura en esta área es abundante, pero solo como anticipo se puede señalar que el equilibrio puede ser ineficiente cuando los mercados no son completos, es decir faltan mercado que internalicen todas las demandas y preferencias de los hogares. En un mundo donde la gente no vive para siempre, podría no existir un mecanismo que asegure que las decisiones de las personas sean consistentes con un equilibrio dinámico eficiente de largo plazo. El problema del modelo neoclásico para analizar con mayor profundidad este tema es que asume que la tasa de ahorro es constante y exógena al modelo.



#### 2.1.1.4. PROGRESO TÉCNICO

Una de las principales conclusiones de la sección anterior fue que en largo plazo la economía no crece. Este resultado es bastante distinto a la evidencia internacional donde observamos que los países crecen siempre más allá de su crecimiento de la población. Para hacer compatible esto con el modelo neoclásico es necesario incorporar crecimiento tecnológico.

Para incorporar al modelo neoclásico el avance tecnológico se supone que la función de producción es:

$$Y = AF(K, L) \quad (9)$$

donde  $A$  es la productividad total de los factores, la cual crece a una tasa exógena  $x$ , es decir  $A_t = A_0 e^{xt}$ . El suponer que la productividad total de los factores crece exógenamente implica que sólo analizaremos cuales son las consecuencias que este avance tecnológico tiene sobre el crecimiento económico, no intentaremos analizar porque algunos países el progreso técnico es mayor que en otros. Seguiremos suponiendo que la población crece a una tasa  $n$ . Si la función de producción es Cobb-Douglas, entonces la ecuación (9) se puede escribir como:

$$Y = A_0 K^{1-\alpha} (L_0 e^{(n+x/\alpha)t})^\alpha = A_0 K^{1-\alpha} E^\alpha \quad (10)$$

donde  $E = L_0 e^{(n+x/\alpha)t}$ . El término  $E$  se conoce como las unidades de eficiencia de trabajo. Esto es algo así como las horas de trabajo disponible (o número de personas) corregidos por la calidad de esta fuerza de trabajo. Esto se puede deber, por ejemplo, a los mayores niveles de educación, así como los nuevos conocimientos, incorporados en la fuerza de trabajo. Se puede notar que la ecuación (10) es básicamente la misma que la ecuación del modelo de Solow con crecimiento de la población. En este caso  $A$  es constante, y la función de producción consta de dos factores y rendimientos constantes (decrecientes) a escala (a los factores). El factor  $K$  se acumula con inversión y  $E$  crece exógenamente a una tasa  $n + x/\alpha$ . En consecuencia parecería natural trabajar con variables medidas en términos de unidad de eficiencia, en vez de medidas en términos per-cápita como lo hicimos antes, y el modelo es análogo.

Para esto se normaliza  $A_0 = 1$  y se define cualquier variable  $\tilde{z}$  como  $\tilde{z} = Z = L_0 e^{(n+x/\alpha)t}$ , es decir  $\tilde{z}$  corresponde a  $Z$  por unidad de eficiencia. La relación entre la variable medida por unidad de eficiencia y per-cápita es simplemente  $\tilde{z} =$

$$Z = e^{(n+x/\alpha)t}.$$

A partir de la ecuación de producto-gasto tenemos que:

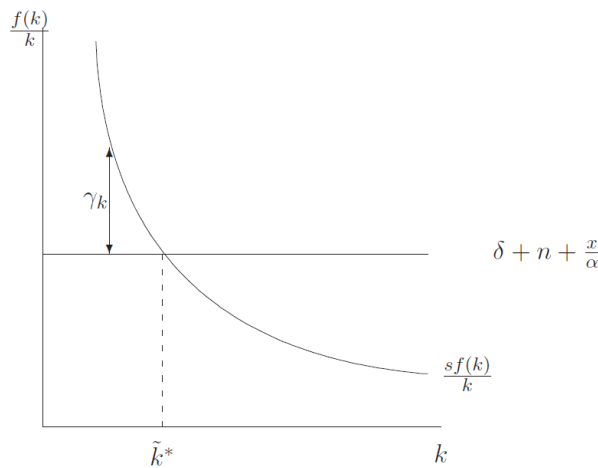
$$Y = C + I = \dot{K} + \delta K + C \quad (11)$$

y transformando esta ecuación a unidades de eficiencia se llega a:

$$\begin{aligned} \dot{\tilde{k}} &= f(\tilde{k}) - \tilde{c} - (\delta + n + \frac{x}{\alpha})\tilde{k} \\ &= sf(\tilde{k}) - (\delta + n + \frac{x}{\alpha})\tilde{k} \end{aligned} \quad (12)$$

Gráficamente el equilibrio se puede observar en la figura 6

**Figura 6. Progreso Técnico**



A partir de la figura 6 se observa que en estado estacionario el producto (Y), consumo (C) y capital (K), crecen a una tasa  $n + x/\alpha$ , mientras que los valores per-cápita crecen a una tasa  $x/\alpha$ . Por lo tanto se concluye que **en el largo plazo el progreso técnico hace crecer el producto per cápita de los países. El crecimiento del producto total es la suma del crecimiento de la población más el crecimiento de la productividad del trabajo.**

Tenemos, en consecuencia que:

$$\gamma = \gamma Y = \gamma K = \gamma C = n + \frac{x}{\alpha}$$

y

$$\gamma = \gamma_y = \gamma_k = \gamma_c = \frac{x}{\alpha}$$

## 2.2. METODOLOGÍA ECONOMÉTRICA

### 2.2.1. ECONOMETRÍA DE SERIES DE TIEMPO<sup>11</sup>

#### 2.2.1.1. PROCESOS ESTOCÁSTICOS ESTACIONARIOS

Un proceso estocástico es un conjunto de variables aleatorias ordenadas en el tiempo que tiene las siguientes propiedades:

1. Media y varianza constantes en el tiempo.
2. La covarianza entre dos periodos sólo depende de la distancia que haya entre los dos períodos y no del tiempo en que fue calculada.

Una serie que no cumple con al menos una de estas dos propiedades es considerada No Estacionaria. El problema de trabajar con series No Estacionarias es que éstas no pueden generalizarse para otros períodos, es decir, no se pueden realizar proyecciones con ellas.

Un caso especial de serie estacionaria es cuando la serie presenta una media igual a cero y si varianza es igual a  $\sigma^2$  (constante). Este tipo de serie es denominada Ruido Blanco o Proceso Puramente aleatorio.

#### 2.2.2. PROCESO ESTOCÁSTICO DE RAÍZ UNITARIA

Una serie con Raíz Unitarias es un proceso No Estacionario. Un ejemplo de este tipo de series es un Modelo de Caminata Aleatoria como el siguiente:

---

<sup>11</sup> Este apartado está basado en la sección dedicada al estudio de series de tiempo: (Damodar, Gujarati: "Econometría" 2004) y en los capítulos 5 y 6 (Enders, Walter: "Applied Econometric Time series" 2004)

$$(1) y_t = \rho y_{t-1} + u_t \quad \text{donde } -1 < \rho < 1 \text{ y } u_t \text{ es ruido blanco}$$

Si  $\rho=1$ , esta serie tiene como media a su valor inicial  $y_0$ , el cual es constante. No obstante, su varianza es  $t\sigma^2$ , valor que está en función del tiempo  $t$ , por lo cual no es contante y viola una de las propiedades de las series estacionarias. Por lo tanto, si  $\rho=1$  se tiene el denominado “*problema de raíz unitaria*”, lo cual significa que esta serie es No Estacionaria.

Pese a que en caso de que  $\rho=1$ , la ecuación (1) es No Estacionaria, su primera diferencia sí lo es, es decir:

$$(2) y_t - \rho y_{t-1} = u_t$$

Como  $u_t$ , es ruido blanco, la serie es estacionaria. Por lo tanto, (1) es un *proceso integrado de orden 1*. En general, si una serie debe diferenciarse “ $d$ ” veces para volverse estacionaria, entonces se dice que la serie es integrada de orden “ $d$ ”.

$$y_t \sim I(d)$$

### 2.2.3. PRUEBA DE RAÍZ UNITARIA

Utilizando (1)

$$y_t = \rho y_{t-1} + u_t \quad \text{donde } u_t \text{ es ruido blanco}$$

Si estimamos (1) y  $\rho=1$ , entonces sabemos que es No Estacionaria. Sin embargo, en la práctica lo que se hace es restar  $y_{t-1}$  de ambos lados:

$$(3) \quad y_t - y_{t-1} = (\rho - 1)y_{t-1} + u_t$$

$$(4) \quad \Delta y_t = \delta y_{t-1} + u_t$$

Entonces, lo que se hace es probar la hipótesis nula de que  $\delta = 0$ , lo que implica que  $\rho = 1$ . Por lo tanto, si  $\delta = 0$  se tiene raíz unitaria, caso contrario la serie sería estacionaria.

No obstante, al hacer la estimación de (4), el valor  $t$  del coeficiente estimado no sigue la distribución  $t$ , incluso en muestras grandes. Entonces se utiliza el estadístico Tau ( $\tau$ ) o *Prueba Dickey-Fuller Aumentada (DFA)*.

#### **2.2.4. VECTOR DE CORRECCIÓN DE ERRORES**

Dado que se puede remover una tendencia estocástica mediante la diferenciación de una variable, hubo un tiempo en que el consenso general era diferenciar todas las variables no estacionarias utilizadas en un análisis de regresión. Sin embargo, la forma de tratar variables no estacionarias en un contexto multivariante no es tan directa. De hecho, es posible encontrar una combinación lineal de variables integradas que sí sea estacionaria. De encontrarse esta relación se dice que las variables están cointegradas.

Cualquier relación de equilibrio entre variables no estacionarias implica que sus tendencias estocásticas deben estar ligadas. Después de todo, una relación de equilibrio implica que las variables no pueden moverse independientemente unas de otras. Esta conexión entre tendencias necesita que las variables estén cointegradas. Dado que las tendencias de variables cointegradas están ligadas, la evolución de estas variables debe contener alguna relación con las desviaciones contemporáneas de la relación de equilibrio.

En consecuencia, se ha demostrado que la dinámica de un sistema cointegrado es tal que el consenso general que mencionábamos anteriormente era incorrecto, ya que, si se encuentra una combinación lineal de las variables en niveles que es estacionaria, diferenciar las variables conlleva a un error de especificación insuficiente.

#### **Combinación lineal de variables integradas**

El concepto de cointegración fue introducido por Engle y Granger (1987). Considérese que un grupo de variables económicas está en equilibrio de largo plazo cuando:

$$\beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_n x_{nt} = 0$$

Si  $\beta$  y  $x$  denotan los vectores  $(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$  y  $(x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{nt})$ , el sistema está en equilibrio de largo plazo cuando  $\beta x_t = 0$ . La desviación de este equilibrio, llamada el error de equilibrio, es  $e_t$ , es decir:

$$e_t = \beta x_t$$

Si el equilibrio es significativo, se da el caso de que el proceso de error de equilibrio es estacionario. Engle y Granger (1987) proveen la siguiente definición de cointegración: “Los componentes del vector  $x_t = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{nt})$  se dice que son cointegrados de orden  $d, b$ , denotado por  $x_t \sim CI(c, b)$  si:

- 1) Todos los componentes de  $x_t$  son integrados de orden  $d$
- 2) Existe un vector  $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$  tal que la combinación lineal  $\beta x_t = \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_n x_{nt}$  es integrado de orden  $(d - b)$  donde  $b > 0$ . El vector  $\beta$  se denomina vector de cointegración.”

Existen cuatro aspectos que deben ser resaltados a cerca de esta definición:

1. La cointegración se refiere a la combinación lineal de variables no estacionarias. Además, el vector de cointegración no es único ya que, si  $(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$  es un vector de cointegración, entonces para cualquier  $\lambda$  distinto de cero  $(\lambda\beta_1, \lambda\beta_2, \dots, \lambda\beta_n)$  también es un vector de cointegración.

Típicamente, una de las variables es utilizada para normalizar el vector de cointegración haciendo que su coeficiente sea igual a la unidad. Para normalizar con respecto a  $x_{1t}$ , se seleccionaría  $\lambda = 1 / \beta_1$ . 2. De la definición original de Engle y Granger, la cointegración se refiere a variables que sean integradas del mismo orden. Esto no significa que todas las variables integradas están cointegradas; de hecho, usualmente, un set de variables  $I(d)$  no está cointegrado. Si dos variables son integradas de diferente orden, no pueden ser cointegradas.

Sin embargo, es posible hallar relaciones de equilibrio entre grupos de variables que sean integradas de distinto orden. Supóngase que  $x_{1t}$  y  $x_{2t}$  son  $I(2)$  y que las otras variables en consideración son  $I(1)$ . Entonces, no puede haber una relación de cointegración entre  $x_{1t}$  (o  $x_{2t}$ ) con  $x_{3t}$ . No obstante, si  $x_{1t}$  y  $x_{2t}$  son  $CI(2, 1)$ ,

entonces existe una combinación de la forma  $\beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t}$  que es  $I(1)$ . Por tanto, es posible que esta combinación de  $x_{1t}$  y  $x_{2t}$  esté cointegrada con las variables  $I(1)$ . Lee y Granger (1990) denominan esta circunstancia como multicointegración.

3. Si  $x_t$  tiene  $n$  componentes no estacionarios, pueden existir  $n - 1$  vectores de cointegración linealmente independientes. El número de vectores de cointegración se denomina rango de cointegración de  $x_t$ . En la práctica, si se encuentran múltiples vectores de cointegración, puede que no sea posible identificar la relación de comportamiento de las relaciones en forma reducida.

4. La mayor parte de la literatura sobre cointegración se concentra en el caso en que cada variable contiene una única raíz unitaria. Esto se debe a que el tradicional análisis de series de tiempo o de regresión se aplica cuando las variables son  $I(0)$  y pocas variables económicas son integradas de un orden mayor a la unidad. Cuando esto es ambiguo, muchos autores utilizan el término cointegración para referirse al caso en que las variables son  $CI(1,1)$ .

#### 2.2.4.1. COINTEGRACIÓN Y TENDENCIAS COMUNES

Como señalaron Stock y Watson (1988), las variables cointegradas comparten tendencias estocásticas comunes. Si consideramos el caso de dos variables:

$$y_t = \mu_{yt} + e_{yt}$$

$$z_t = \mu_{zt} + e_{zt}$$

Dónde:  $\mu_{it}$  = proceso de caminata aleatoria que representa la tendencia en la variable  $i$  y  $e_{yt}$  = componente estacionario (irregular) de la variables  $i$

Si  $y_t$  y  $z_t$  son cointegradas de orden  $(1,1)$ , deben existir valores distintos de cero para  $\beta_1$  y  $\beta_2$  para los cuales la combinación lineal  $\beta_1 y_t + \beta_2 z_t$  sea estacionaria:

$$\begin{aligned} \beta_1 y_t + \beta_2 z_t &= \beta_1(\mu_{yt} + e_{yt}) + \beta_2(\mu_{zt} + e_{zt}) \\ &= (\beta_1 \mu_{yt} + \beta_2 \mu_{zt}) + (\beta_1 e_{yt} + \beta_2 e_{zt}) \end{aligned}$$

Para que  $\beta_1 y_t + \beta_2 z_t$  sea estacionario, el término  $(\beta_1 \mu_{yt} + \beta_2 \mu_{zt})$  debe desaparecer. Después de todo, si alguna de las dos tendencias aparece en la combinación

lineal  $\beta_1 y_t + \beta_2 z_t$  también debe tener una tendencia. Dado que el segundo término en paréntesis es estacionario, la condición necesaria y suficiente para que  $y_t$  y  $z_t$  sean  $CI(1,1)$  es:

$$\beta_1 \mu_{yt} + \beta_2 \mu_{zt} = 0$$

Y se sostiene si y sólo si:

$$\mu_{yt} = -\beta_2 \mu_{zt} / \beta_1$$

Por lo tanto, para valores distintos de cero de  $\beta_1$  y  $\beta_2$ , la única forma de asegurar la igualdad es que las tendencias estocásticas sean idénticas a un escalar. Entonces, en función escalar  $-\beta_2 / \beta_1$ , dos procesos estocásticos  $y_t$  y  $z_t$  deben tener la misma tendencia estocástica si estos son cointegrados de orden (1,1).

En esencia, la percepción de Stock y Watson (1988) es que los parámetros del vector de cointegración deben ser tales que estos eliminen la tendencia de la combinación lineal. Cualquier otra combinación lineal de las dos variables contiene una tendencia por lo que el vector de cointegración es único de acuerdo a un escalar de normalización.

La cointegración ocurrirá cuando la tendencia en una variable pueda ser expresada como una combinación lineal de las tendencias de las otras variables.



### 2.2.4.2. COINTEGRACIÓN Y CORRECCIÓN DEL ERROR

Una de las principales características de las variables cointegradas es que su comportamiento está influenciado por el grado de desviación de su nivel de equilibrio de largo plazo. Este tipo de modelo dinámico es uno de corrección del error, en el que la dinámica de corto plazo de las variables en un sistema está influenciada por la desviación del equilibrio.

Si tomamos como ejemplo un modelo de tasas de interés y asumimos que tanto la tasa de corto plazo como la de largo plazo son  $I(1)$ , un modelo de corrección del error simple sería:

$$\Delta r_{St} = \alpha_S(r_{Lt-1} - \beta r_{St-1}) + \varepsilon_{St} \quad \alpha_S > 0$$

$$\Delta r_{Lt} = -\alpha_L(r_{Lt-1} - \beta r_{St-1}) + \varepsilon_{Lt} \quad \alpha_L > 0$$

Donde:

$\varepsilon_{it}$  = términos de error ruido blanco que puede que estén correlacionados

$r_{St}$  ;  $r_{Lt}$  = tasas de interés de corto y largo plazo

$\alpha_S$  ;  $\alpha_L$  ;  $\beta$  = parámetros

Si esta desviación es positiva (tal que  $r_{Lt-1} - \beta r_{St-1} > 0$ ), la tasa de interés de corto plazo aumentará y la de largo plazo caerá. El equilibrio de largo plazo se alcanza cuando se tenga la igualdad  $r_{Lt-1} = \beta r_{St-1}$ .

Dado que asumimos que las  $\Delta r_{it}$  son estacionarias y los términos de error son ruido blanco, para que las ecuaciones anteriores se cumplan es necesario que la combinación lineal  $r_{Lt-1} - \beta r_{St-1}$  sea estacionaria, por lo cual es necesario que ambas tasas de interés sean cointegradas de orden  $(1,1)$  con un vector de cointegración igual a  $(1,-\beta)$ .

CAPITULO 3

HECHOS ESTILIZADOS

ANÁLISIS DE LOS PRECIOS DE LAS MATERIAS  
PRIMAS Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO  
BOLIVIANO

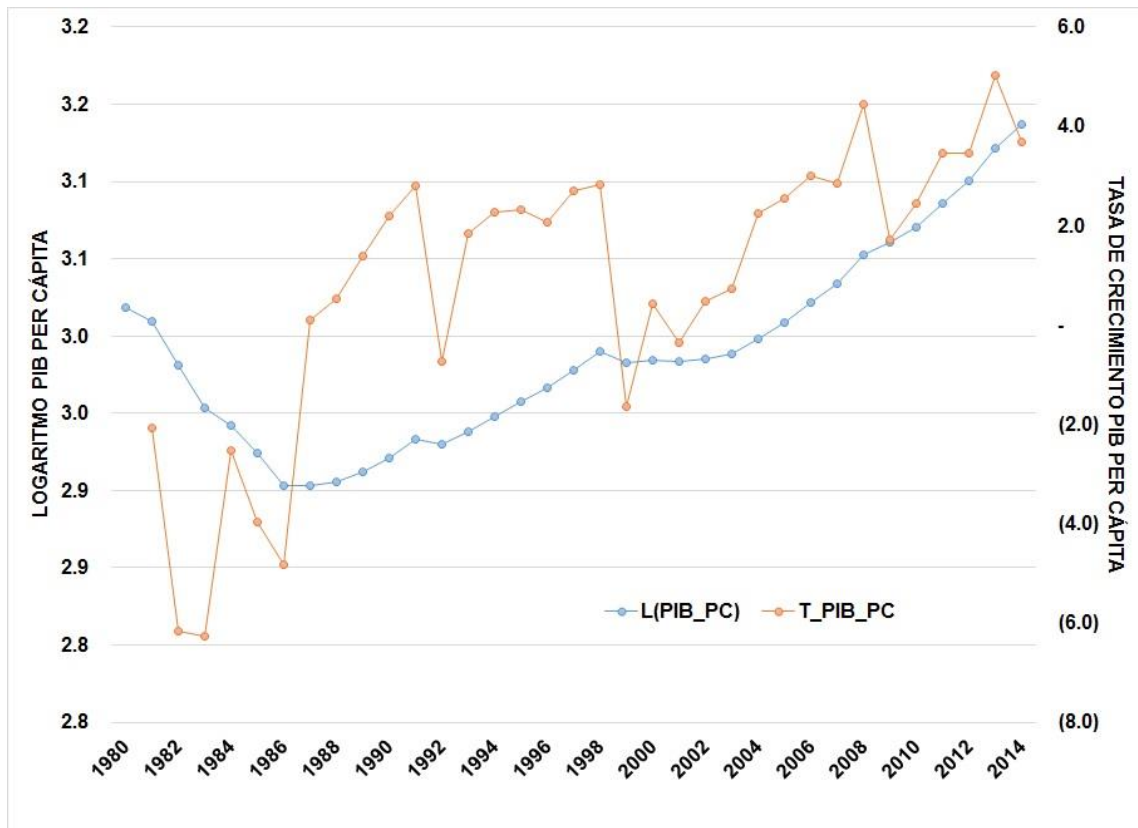
## CAPITULO 3: HECHOS ESTILIZADOS<sup>12</sup>

### 3.1. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES Y SITUACION ACTUAL

#### Producto Interno Bruto Per Cápita

El comportamiento del PIB per cápita tuvo un comportamiento ascendente, muy favorable para la economía. Su nivel de tasa de crecimiento muestra tasas de crecimiento más bajas en el año 2009 y 2014, años posteriores en el primer caso a la crisis financiera del 2008 y la caída de precios internacionales 2013-2014.

**Gráfico 5. Comportamiento del Producto Interno Bruto per cápita a precios constantes (1980-2014)**



<sup>12</sup> Regularidad empírica que la teoría debe tratar de explicar

Fuente: Elaboración Propia con base en datos del Banco Mundial

El PIB per cápita incrementó en 6% y llegó a 2922 dólares en 2014, equivalente a bolivianos 20,337. Éste comportamiento fue muy favorable en los últimos nueve años por el aumento de consumo de bienes y servicios y mayores ahorros. Mejorando los ingresos de la población.

En el año 2013 el PIB per cápita alcanzaba un nivel de 2757 dólares (19,188 bolivianos), en comparación con el 2005 es tres veces superior al de 2005, cuando el PIB per cápita solo de 1010 dólares.

Los ingresos de la población fueron incrementando y esto se vio reflejado también en el ingreso por persona, generando una mayor dinámica de consumo, seguido de inversión. De acuerdo a esto el consumo representó el 79.1% de la demanda interna, del cual el 85,9% corresponde al consumo privado de las familias.

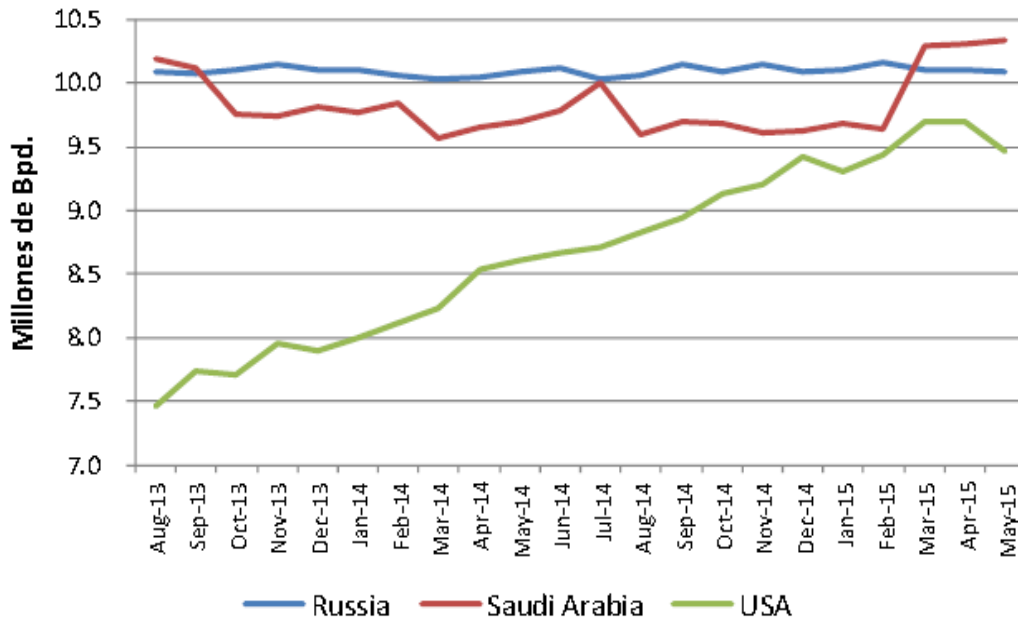
Este incremento responde asimismo de las políticas de incrementos salariales, generación de empleo y las políticas de redistribución.

### **Precio del Petróleo West Texas Intermediate (WTI)**

El comportamiento del Precio del Petróleo WTI ha presentado un comportamiento ascendente muy favorable para la economía boliviana ya que ésta influye en el valor del precio al cual Bolivia exporta Gas Natural a las economías del Brasil y la Argentina.

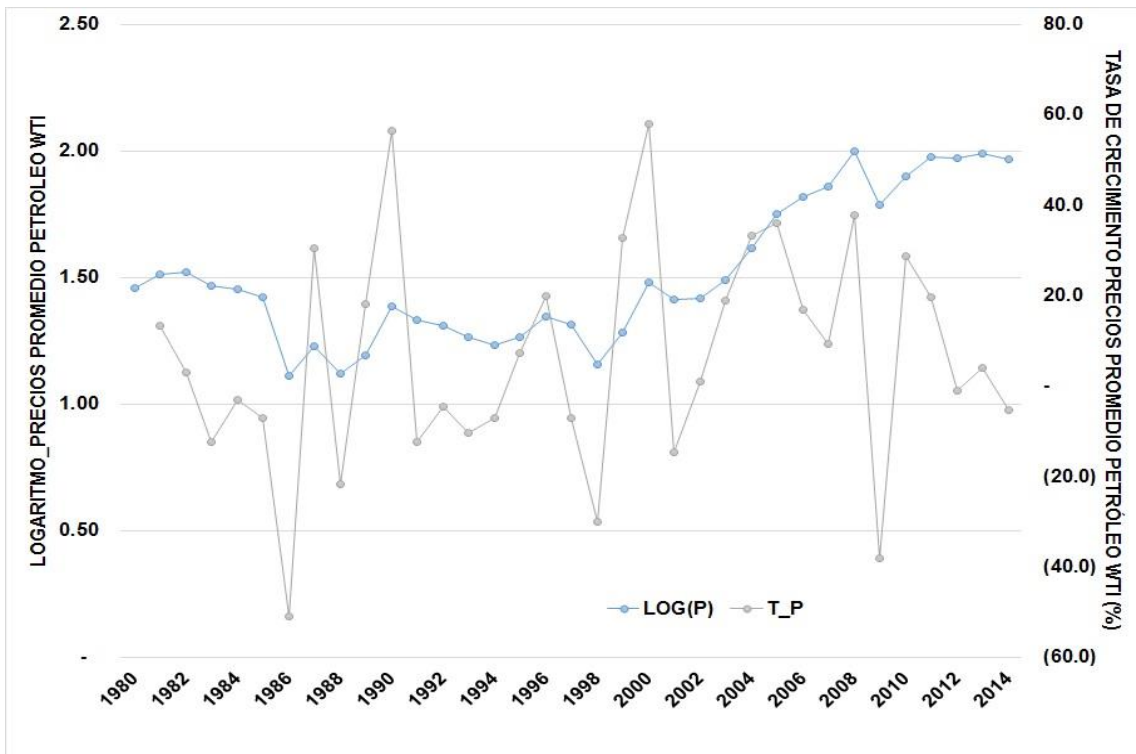
Este comportamiento se vio afectado negativamente, ya que los precios cayeron por debajo de su cotización promedio histórico (2005-2013) llegando a una cotización del 40 \$ por btu. Este comportamiento se debe a que en los últimos años EEUU ha incrementado su producción de hidrocarburos no convencionales como el shale oil o el shale gas como refleja el Gráfico 6. Asimismo, la desaceleración de la economía China redujo la demanda de materias primas.

**Gráfico 6. Principales países productores de petróleo (grupo A)**



Fuente: Mauricio Medinacelli

**Gráfico 7. Comportamiento del Precio del Petróleo WTI (1980-2014)**

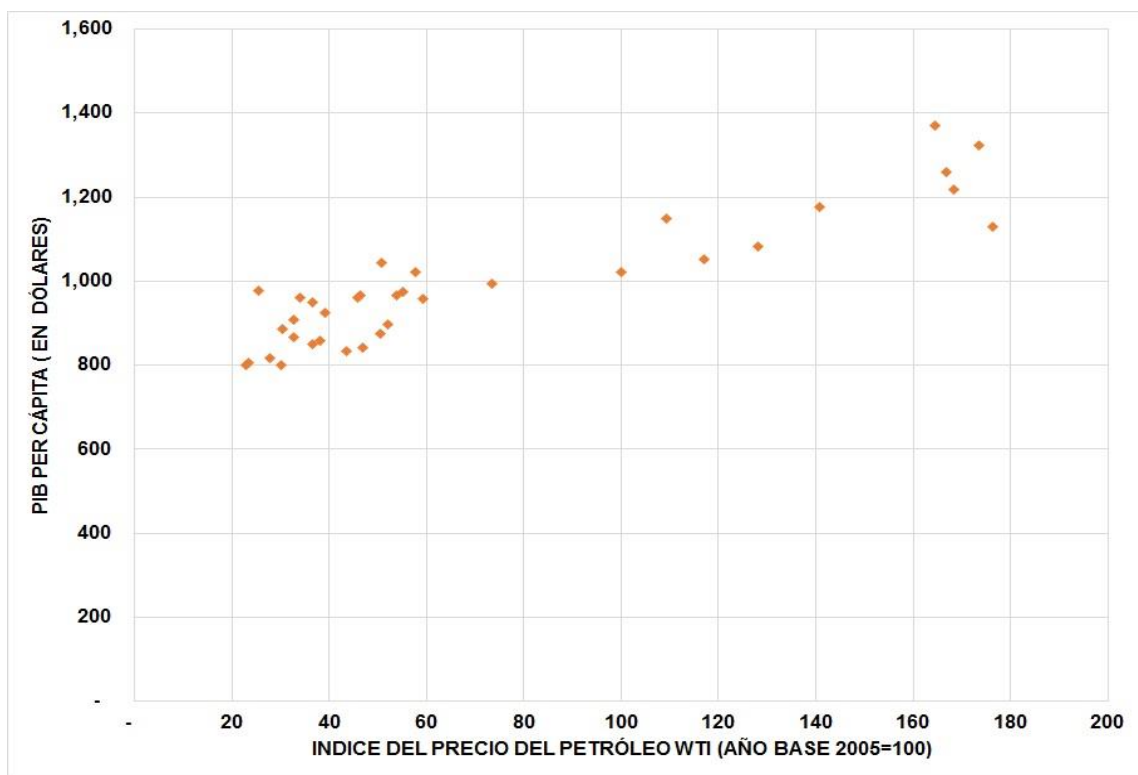


Fuente: Elaboración Propia con datos del Banco Central de Bolivia (BCB)

El Gráfico anterior muestra que las tasas de crecimiento anual del petróleo luego de su recuperación de la crisis del 2008, que las tasas de crecimiento en promedio anual tienen una tendencia negativa con un pequeño incremento en el año 2013.

En siguiente Gráfico muestra el dispersograma entre el PIB per cápita y los precios del petróleo, a través de la gráfica se puede observar que la relación entre ambos establece una relación positiva creciente.

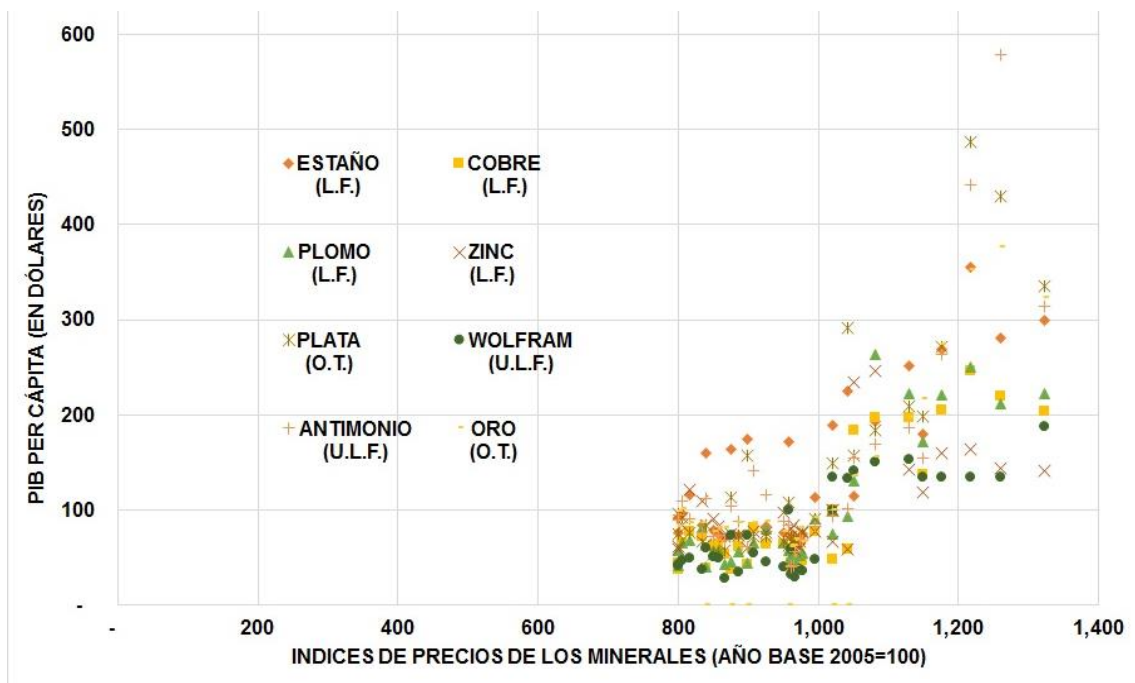
**Gráfico 8. Dispersograma PIB per-cápita y el índice del Precio del Petróleo**



Fuente: Elaboración Propia

En un segundo gráfico del dispersograma del PIB pc con los índices de los Precios de los minerales ellos también reflejan una relación positiva, cabe destacar que la mayoría de los datos no reflejaría ninguna relación entre el PIB pc y el índice de los precios de los minerales.

**Gráfico 9. Dispersograma PIB per-cápita y el índice de los Precios de los Minerales**



Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 4:  
MARCO PRÁCTICO  
VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS  
INSTRUMENTAL ECONOMETRICO



## **CAPITULO 4: MARCO PRÁCTICO**

### **VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS INSTRUMENTAL ECONOMÉTRICO**

En esta sección se realiza el tratamiento y análisis de las variables que utiliza la literatura empírica para analizar la relación de largo plazo del producto interno bruto y los precios de las materias primas. Para esto se especificó un modelo de cointegración por la metodología de Engle Granger y Johansen.

Para la especificación del modelo econométrico primero se realizaron las pruebas de raíz unitaria, se siguió el proceso de Engle-Granger y Johansen.

El objetivo de este capítulo es hacer uso del instrumental econométrico para contrastar empíricamente la hipótesis del presente trabajo de investigación, la cual consiste en la estimación del impacto de los precios de las materias primas, específicamente del sector hidrocarburífero en el crecimiento económico durante el periodo 1980-2014.

#### **4.1. MODELO ECONOMÉTRICO**

Un modelo econométrico es una representación matemática simplificada de una determinada realidad económica, que permite estimar la relación de las variables involucradas en el modelo, con base en la evidencia empírica de la información estadística de esas variables y las características estructurales del modelo.

##### **4.1.1. EL MODELO**

Siguiendo la literatura de crecimiento de Solow-Swam, a través de un modelo de vector de corrección de error, para determinar el impacto que los precios de los hidrocarburos tienen en el crecimiento económico a través de la productividad total, es necesario estimar previamente la ecuación de equilibrio de largo plazo entre las variables de interés, que tenga un fuerte contenido económico pero también sustento estadístico de los datos. Para alcanzar este cometido se realizan contrastes de cointegración utilizando la metodología de Engle y Granger (1987) y Johansen (1988, 1991).

#### 4.1.2. PROPIEDADES, ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES

#### 4.1.3. PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA

Previo a la estimación de las relaciones de largo plazo, es necesario verificar una condición necesaria que consiste en la verificación de la presencia de tendencia estocástica en las variables sujetas a análisis, lo que implica verificar estadísticamente el orden de integración de las variables.

Se realizan las pruebas a las series en niveles, siendo así que todas las series presentan raíz unitaria ya que el estadístico calculado es menor a los valores críticos de Mackinnon al 1%, 5% y 10%, también se puede observar las probabilidades que son mayores al 5% y no se puede rechazar la hipótesis nula de que las series presentan raíz unitaria (no son estacionarias).

**Cuadro 1. Prueba de raíz unitaria en niveles**

<i>Variables</i>	<i>test statistic</i> <i>ADF</i>	<i>CRITICAL VALUE</i>			<i>Prob.*</i>	<i>orden de</i> <i>integración</i>
		<i>1%</i>	<i>5%</i>	<i>10%</i>		
K*	-2.559	-4.273	-3.557	-3.212	0.2998	I(1)
XN*	-2.504	-4.252	-3.548	-3.207	0.324	I(1)
SUP FIS*	-1.894	-4.262	-3.552	-3.209	0.345	I(1)
PWTI*	-1.999	-4.252	-3.548	-3.207	0.580	I(1)
IPMIN	-2.198	-4.252	-3.548	-3.207	0.475	I(1)

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values. ADF: Augmented Dickey-Fuller

De acuerdo a las pruebas realizadas todas la series económicas en niveles tienen la característica de que la varianza es explosiva. Y en consecuencia el proceso estocástico es no estacionario. Por consiguiente es necesario contar con una metodología que permite incluir en forma apropiada una deriva o una tendencia determinística en la especificación a estimar, para ello realizamos la evaluación en primeras diferencias.

**Cuadro 2. Prueba de raíz unitaria en primeras diferencias**

<i>Variables</i>	<i>test statistic</i> <i>ADF</i>	<i>CRITICAL VALUE</i>			<i>Prob.*</i>	<i>orden de integración</i>
		<i>1%</i>	<i>5%</i>	<i>10%</i>		
K*	-4.272	-4.273	-3.557	-3.212	0.010	I(0)
XN*	-4.977	-3.646	-2.954	-2.615	0.000	I(0)
SUP FIS*	-3.460	-3.653	-2.957	-2.617	0.016	I(0)
PWTI*	-4.376	3.653	-2.957	-2.617	0.001	I(0)
IPMIN	-4.594	-3.646	-2.954	-2.615	0.000	I(0)

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values. ADF: Augmented Dickey-Fuller

En el cuadro anterior se observa que las variables en logaritmos confirman la presencia de estacionariedad en primeras diferencias en el cual el estadístico ADF calculado (en valores absolutos) es menor a los valores críticos de Mackinnon al 1%, 5% y 10%, también se puede observar las probabilidades que no son mayores al 5%, concluyendo que los procesos estocásticos son estacionarios o integradas de orden (1).

#### **4.1.4. ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN**

El concepto de cointegración se puede interpretar como la relación existente entre un conjunto de variables de largo plazo, siendo dinámico es también estable y de equilibrio. La cointegración de un modelo da validez a su interpretación en el largo plazo. Para tal propósito se siguió las metodologías econométricas Engle-Granger (1987) y Johansen (1988,1995).

##### **4.1.4.1. ENGLE-GRANGER**

El procedimiento de Engle-Granger es un proceso de dos etapas, en la primera etapa se prueba preliminarmente la cointegrabilidad entre las variables consistente en la aplicación del MCO a la especificación planteada en logaritmos, como sigue:

**Cuadro 3. Cointegrabilidad Engle-Granger**

Log PIB pc	Coefficiente	S.E.	Estadístico-t	Prob.
<b>K*</b>	0.250	0.032	7.645	0.0000
<b>XN*</b>	0.007	0.002	2.762	0.0100
<b>SUP FIS*</b>	0.009	0.003	2.692	0.0119
<b>PWTI*</b>	0.109	0.023	4.678	0.0001
<b>IPMIN</b>	-0.137	0.029	-4.690	0.0001
<b>C</b>	2.536	0.125	20.19	0.0000
<b>R2</b>	0.897		<b>Durbin-Watson</b>	1.126
<b>ADF</b>	-4.53		<b>VC(0.010)</b>	-4.48

Fuente: Elaboración propia con datos del INE, BCB y International Monetary Fund (World Economic Outlook Database).

A continuación se aplica el test de raíz unitaria a los residuos de la regresión de largo plazo, Engle-Granger sugiere verificar la estacionariedad de estos para probar la existencia de la relación de largo plazo esperada<sup>13</sup>.

**Cuadro 4. Test de Cointegrabilidad**

Null Hypothesis: RESID04 has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.530112	0.0001
Test critical values: 1% level	-2.653401	
5% level	-1.953858	
10% level	-1.609571	

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

<sup>13</sup> Novales (2000)

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(RESID04)  
 Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1988 2014  
 Included observations: 27 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID04(-1)	-0.972423	0.214657	-4.530112	0.0001
R-squared	0.434820	Mean dependent var	0.001369	
Adjusted R-squared	0.434820	S.D. dependent var	0.013139	
S.E. of regression	0.009878	Akaike info criterion	-6.360720	
Sum squared resid	0.002537	Schwarz criterion	-6.312726	
Log likelihood	86.86972	Hannan-Quinn criter.	-6.346449	
Durbin-Watson stat	1.488514			

Se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria, dado que el estadístico es mayor a los valores críticos, dando cuenta que existe evidencia empírica de que existe una relación estable de largo plazo entre el Producto Interno Bruto y los determinantes incluidos.

**4.1.4.2. PRUEBA DE COINTEGRACIÓN DE JOHANSEN (1995)**

Este procedimiento consiste en realizar el test de cointegración mediante los estadísticos traza y auto valor máximo. El vector de cointegración normalizado puede representarse de la siguiente manera:

**Cuadro 5. Pruebas de Cointegración de Johansen**

**a) Test Traza**

Hipótesis Nula	Traza		0.05	
	Autovalor	Estadístico	Valor Crítico	Prob.
r=0 *	0.802178	136.9828	95.75366	0.0000
r=1*	0.702100	85.13041	69.81889	0.0019
r=2	0.494991	46.37844	47.85613	0.0684
r=3	0.368389	24.51673	29.79707	0.1795

r=4	0.233800	9.813315	15.49471	0.2954
r=5	0.039551	1.291330	3.841466	0.2558

Fuente: Elaboración propia con datos del INE, BCB y International Monetary Fund (World Economic Outlook Database).

Nota: La letra r denota el número de vectores de cointegración.

#### b) Test Autovalor Máximo

Hipótesis Nula	Valor Máximo		0.05	
	Autovalor	Estadístico	Valor Crítico	Prob.
r=0 *	0.802178	51.85238	40.07757	0.0015
r=1*	0.702100	38.75197	33.87687	0.0121
r=2	0.494991	21.86171	27.58434	0.2276
r=3	0.368389	14.70342	21.13162	0.3102
r=4	0.233800	8.521984	14.26460	0.3281
r=5	0.039551	1.291330	3.841466	0.2558

Fuente: Elaboración propia con datos del INE, BCB y International Monetary Fund (World Economic Outlook Database).

Nota: La letra r denota el número de vectores de cointegración.

Con base en la prueba traza al 5% y la prueba de máximo auto valor se rechaza la hipótesis nula de la no existencia de cointegración, ambos recomiendan la existencia de al menos un vector de integración o dos relaciones de largo plazo entre el producto interno bruto y las determinantes incluidos.

#### 4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ESTIMADOS EN EL LARGO Y CORTO PLAZO

Se estima una ecuación de equilibrio de largo plazo, con contenido económico y con un sustento estadístico, que representa la dinámica de la tasa de crecimiento del PIB per cápita y los precios de las materias primas. Para alcanzar este cometido se realizan contrastes de cointegración utilizando la metodología Engle-Granger (1987) y Johansen (1988,1991). Siguiendo la literatura del crecimiento

económico, a través de un modelo para países en desarrollo, se pretende construir una economía que recree los hechos estilizados del crecimiento.

Previo a la estimación de las relaciones de largo plazo se verifica la presencia de tendencia estocástica, lo que implica verificar estadísticamente el orden de integración de las variables. Todas presentan una tendencia estocástica.

Se constata que todas las variables presentan tendencia estocástica, generada por la presencia de raíz unitaria en el polinomio autorregresivo del proceso generador de datos de las variables. Realizando el test de Dickey Fuller Aumentado (ADF) se evidencia que todas las variables son integradas de primer orden, con lo que queda establecida la condición necesaria para la estimación de relaciones de largo plazo.

#### **4.2.1. RELACIONES DE LARGO PLAZO**

Con el propósito de verificar los efectos de los precios de las materias primas en el largo plazo se aplican los dos contrastes estadísticos el test de Engle-Granger y Johansen. El primero realizado para establecer los efectos en el largo plazo y el segundo con carácter confirmatorio.

El resultado de la aplicación del contraste de Engle-Granger muestra resultados coherentes con la dinámica económica boliviana, también presenta la propiedad de estacionariedad de los residuos de la combinación lineal entre las variables incluidas en el análisis al 10% de confianza. El resultado del test Dickey Fuller Ampliado (ADF) es contrastado con los valores críticos de Cointegrabilidad<sup>14</sup>. Ver Cuadro 4. Estos resultados son confirmados posteriormente en el contraste de Johansen.

Esta aproximación establece la relación de largo plazo entre el producto y los precios de las materias primas, aproximados a través de la deflactación del precio

---

<sup>14</sup> Watson & Teelucksingh, "A practical introduction to econometric methods-classical & modern". Pág. 279-280.

del petróleo WTI<sup>15</sup>, y el índice de los precios de los minerales y metales<sup>16</sup>. Se evidencia un efecto positivo de los precios del sector hidrocarburífero en el crecimiento del PIB per cápita. Entonces, ante el incremento del 10%, de los precios de este sector, el producto incrementa en un 1,1%. Por el contrario, los efectos de los precios del sector minero metálico en el largo plazo son negativos, incrementos del 10% de estos precios disminuye porcentualmente el PIB per cápita en un 1.3%.

Por otra parte, los resultados que muestran la estimación para las otras variables son significativas al 5%. Ante incrementos del 10% en capital, el producto incrementa en 2.5%. Finalmente, incrementos del 10% de las variables de exportaciones netas en porcentaje del PIB y de superávit fiscal en porcentaje del PIB incrementan el producto en 0.007% y 0.009%.

Para afinar los hallazgos anteriores se realizó el contraste de cointegración utilizando la metodología de Johansen. Se encontró mediante los test Traza y Autovalor Máximo dos vectores de cointegración (Cuadros 5a y 5b). Este resultado confirma la existencia de la relación de equilibrio de largo plazo entre el crecimiento económico y los precios de las materias primas y da validez a la interpretación de los mismos.

---

<sup>15</sup> Precios del Petróleo deflactados con el deflactor del PIB de Estados Unidos.

<sup>16</sup> Índice de precios de los minerales y metales, incluye los índices de los precios del cobre, aluminio, hierro, estaño, zinc, plomo y uranio. Fuente: International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, October 2015.



CAPITULO 5:  
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**CAPITULO 5:****CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES****5.1. CONCLUSIONES**

Para una economía dependiente de las exportaciones de materias primas es importante estimar los efectos que tienen la variación de los precios a los cuales exporta, para el caso boliviano, la variación de los precios de los hidrocarburos y los precios de los minerales y metales. Éste análisis se establece como elemento analítico para los tomadores de decisiones y/o diseñadores de políticas orientadas a impulsar la tasa de crecimiento de la economía.

Realizando la estimación de largo plazo por Engle-Granger y Johansen se encontró evidencia empírica que los precios del sector hidrocarburífero muestran efectos positivos en el crecimiento del PIB per cápita. Lo cual no sucede con los precios del sector minero metálico ya que incrementos en éstos disminuyen el PIB per cápita.

En cuanto al capital por persona ocupada, incrementos del 1% tiene efectos positivos en el crecimiento del PIB per cápita de un 2,5%. En cuanto a las otras variables incluidas como las exportaciones netas y el superávit fiscal, ambas en porcentaje del PIB, muestran efectos positivos aunque de magnitud reducida. Esto sugiere que incrementos en el aparato productivo y en los ingresos del gobierno general favorecen positivamente al producto, permitiendo que incrementen el PIB per cápita, aunque en un nivel menor del 1%.

La importancia que tienen los precios de las materias primas en el crecimiento económico, sugiere que el diseño y la aplicación de políticas dirigidas a la exploración y extracción de hidrocarburos están estimulando el crecimiento económico de largo plazo, aunque esto puede establecer una mayor dependencia de la exportación de recursos naturales. Lo cual, como se ha

mencionado, no sucede en el caso de los efectos de largo plazo de la exportación de minerales y metales.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- No existe actualmente una teoría fehaciente que confirme que el crecimiento económico con los precios.
- El presente trabajo de investigación puede ser enriquecido con la utilización de todos los precios con los que la economía se enfrenta y estimar de esa manera el impacto de todos ellos en el crecimiento económico.
- Se recomienda para hacer una investigación sobre el Análisis exhaustivo de la productividad total de los factores y su relación con los precios de las materias primas.

**BIBLIOGRAFÍA**

Anaya, D. R. (2012). *EL DESARROLLO VISTO DESDE EL SUR*. La Paz Bolivia: UMSA.

B., B. C.-M. (ABRIL 2014). “*Efectos de Shocks al Precio del Petróleo sobre la Economía de Chile y sus Socios Comerciales*”. Banco Central de Chile.

Banco Central de Bolivia. (1983-1988). *Boletín Estadístico Banco Central de Bolivia*.

DePratto, B., Resende, d. C., & Maier, P. (2009). How Changes in Oil prices Affect the Macroeconomy. *Bank of Canada Working Paper 2009-33*.

Estrada, Á., & Hernandez de Cos, P. (2009). Oil Prices and their effect on Potential Output. *Documentos Ocasionales N°0902. Banco de España*.

Francisco., R. (s.f.). “*Teoría del Crecimiento Económico: Un debate inconcluso*”.

Fundación Milenio: Informe Nacional de Coyuntura N°212. (20 de septiembre de 2013). “*Relación Reservas/Producción de Gas Natural en Bolivia*”.

Galíndo M., M. A. (s.f.). “*Crecimiento Económico*”.

Hamilton, J. D. (1983). Oil and the macroeconomy since world war II. *The Journal of Political Economy*, 228-248.

Hinojosa Virreira, K. C. (s.f.). “*Efectos de la implantación de un fondo de estabilización de precios de minerales: un análisis para 30 años de minería en Bolivia*”.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (s.f.).

(Junio 2000 pgs95-122). *Estudios de Economía*.

Loza, G. (s.f.). El Deterioro de los Precios de los Productos Básicos de Exportación de Bolivia durante el Shock Externo de 1998 y 1999.

- Morales, R. (2012 ). El Síndrome Holandés en Bolivia (2005-2012). *Trabajo elaborado para la incorporación del autor en la Academia Boliviana de Ciencias Económicas.*
- Nina, O., & Jemio, L. C. ( 2012). Factores que inciden en el crecimiento y el desarrollo en Bolivia - Análisis nacional y regional (1989-2009). *Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo (INESAD).*
- Qayyum, A., & Nazir, S. (2014). Impact of Oil Price and Shocks on Economic Growth of Pakistan: Multivariate Analysis. *Pakistan Institute of Development Economics (PIDE), Islamabad.*
- Rasche, R., & Tatom, J. (1977). Energy Resources and Potential GNP. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review.*
- Rodriguez, H. (2007). Producto Potencial . *Proyecto de Investigación Conjunta sobre Variables No Observables .*
- Sala-i-Martin, X. (s.f.). *“Fuentes del Crecimiento Económico”.*
- Teelucksingh, P. K. (2002). *A Practical Introduction to Econometric Methods: Classicla and Modern.*
- Unidad de Análisis de Política Económica (UDAPE). (s.f.). *Dossier de Estadísticas.*
- Watson, J. H. (s.f.). *Introduction to Econometrics.* Pearson.

## ANEXOS

**ANEXOS**

**Test de Raíz Unitaria**

**Anexo 1. Tendencias en las Variables Seleccionadas**

<i>Variables</i>	<i>test statistic</i> <i>ADF</i>	<i>CRITICAL VALUE</i>			<i>Prob.*</i>	<i>orden de</i> <i>integración</i>
		<i>1%</i>	<i>5%</i>	<i>10%</i>		
K*	-2.559	-4.273	-3.557	-3.212	0.2998	I(1)
XN*	-2.504	-4.252	-3.548	-3.207	0.324	I(1)
SUP FIS*	-1.894	-4.262	-3.552	-3.209	0.345	I(1)
PWTI*	-1.999	-4.252	-3.548	-3.207	0.580	I(1)
IPMIN	-2.198	-4.252	-3.548	-3.207	0.475	I(1)

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values. ADF: Augmented Dickey-Fuller

**Anexo 2. Prueba de Raíz Unitaria en Primeras Diferencias**

<i>Variables</i>	<i>test statistic</i> <i>ADF</i>	<i>CRITICAL VALUE</i>			<i>Prob.*</i>	<i>orden de</i> <i>integración</i>
		<i>1%</i>	<i>5%</i>	<i>10%</i>		
K*	-4.272	-4.273	-3.557	-3.212	0.010	I(0)
XN*	-4.977	-3.646	-2.954	-2.615	0.000	I(0)
SUP FIS*	-3.460	-3.653	-2.957	-2.617	0.016	I(0)
PWTI*	-4.376	3.653	-2.957	-2.617	0.001	I(0)
IPMIN	-4.594	-3.646	-2.954	-2.615	0.000	I(0)

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values. ADF: Augmented Dickey-Fuller

**Anexo 3. Relaciones de Largo Plazo, Engle-Granger**

<b>Log PIB pc</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>S.E.</b>	<b>Estadístico-t</b>	<b>Prob.</b>
<b>K*</b>	0.250	0.032	7.645	0.0000
<b>XN*</b>	0.007	0.002	2.762	0.0100
<b>SUP FIS*</b>	0.009	0.003	2.692	0.0119
<b>PWTI*</b>	0.109	0.023	4.678	0.0001
<b>IPMIN</b>	-0.137	0.029	-4.690	0.0001
<b>C</b>	2.536	0.125	20.19	0.0000
<b>R2</b>	0.897		<b>Durbin-Watson</b>	1.126
<b>ADF</b>	-4.53		<b>VC(0.010)</b>	-4.48

Fuente: Elaboración propia con datos del INE, BCB y International Monetary Fund (World Economic Outlook Database).

**Anexo 4. Relaciones de Largo Plazo, Johansen**

**a) Test Traza**

<b>Hipótesis</b>	<b>Traza</b>		<b>0.05</b>	<b>Prob.</b>
	<b>Nula</b>	<b>Autovalor</b>		
r=0 *	0.802178	136.9828	95.75366	0.0000
r=1*	0.702100	85.13041	69.81889	0.0019
r=2	0.494991	46.37844	47.85613	0.0684
r=3	0.368389	24.51673	29.79707	0.1795
r=4	0.233800	9.813315	15.49471	0.2954
r=5	0.039551	1.291330	3.841466	0.2558



**b) Test Autovalor Máximo**

<b>Hipótesis</b>	<b>Valor Máximo</b>		<b>0.05</b>	<b>Prob.</b>	
	<b>Nula</b>	<b>Autovalor</b>			<b>Estadístico</b>
r=0 *		0.802178	51.85238	40.07757	0.0015
r=1*		0.702100	38.75197	33.87687	0.0121
r=2		0.494991	21.86171	27.58434	0.2276
r=3		0.368389	14.70342	21.13162	0.3102
r=4		0.233800	8.521984	14.26460	0.3281
r=5		0.039551	1.291330	3.841466	0.2558

Fuente: Elaboración propia con datos del INE, BCB y International Monetary Fund (World Economic Outlook Database).

Nota: La letra r denota el número de vectores de cointegración.